

# Um Framework para Avaliação de Episódios de Gestão de Conhecimento

Francisco Milton Mendes Neto  
*Coordenação do Mestrado em Ciência da Computação – MCC*  
*Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA*  
*BR 110 - KM 47, Mossoró-RN, Brasil*  
*miltonmendes@ufersa.edu.br*

Pedro Fernandes Ribeiro Neto  
*Mestrado em Ciência da Computação – MCC*  
*Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN*  
*BR 110 - KM 46, Mossoró-RN, Brasil*  
*pedrofernandes@uern.br*

## Abstract

*Support for organizational knowledge management (KM) requires mechanisms for creation, mapping and transference of knowledge. Many organizations use computer tools (KM systems) for achieving these goals. However, in many situations the whole potential of these systems to transfer knowledge and foment organizational learning is not adequately used. This happens mainly due to the lack of effective evaluation of essential properties and prerequisites of specific contexts of use of KM systems (KM episodes). This paper fills in this gap by proposing a framework for supporting formal evaluation of KM episodes, which facilitates the identification of the specific set of prerequisites of a KM episode and the formal verification of its properties. The verification of properties makes possible to check which business goals are probably reached with basis in the set of satisfied prerequisites.*

## 1. Introdução

Atualmente, terra, capital e trabalho deixaram de ser os únicos condutores (principais fatores de produção) das organizações modernas e deram lugar à informação e ao conhecimento, originando a chamada *era da informação* [7]. Nesta nova era, as estratégias organizacionais mudam frequentemente, devido, principalmente, às mudanças impostas aos mercados pela tecnologia da informação.

Para obterem sucesso neste ambiente altamente competitivo da atual sociedade do conhecimento, as

organizações precisam usar seus recursos de conhecimento (RCs) melhor e mais rápido. Assim, as organizações foram obrigadas a adotarem novos modelos de gestão, que consideram o conhecimento e as competências organizacionais como o diferencial para vencer a concorrência e alcançar o sucesso empresarial [4]. Surgiu, então, a área de Gestão do Conhecimento (GC).

No entanto, implementar GC não é uma tarefa trivial. Segundo [3], fatores que influenciam a GC e que, geralmente, melhoram a capacidade de sistemas de GC (SGCs) podem, em determinados contextos, limitar sua efetividade. Isto se deve principalmente à dificuldade de se modelar e avaliar, de forma eficaz, os contextos específicos de aplicação de um SGC ou de uma ou mais funcionalidades deste tipo de sistema, visando atingir um conjunto de objetivos pré-definidos. Estes contextos são chamados de Episódios de Gestão do Conhecimento (*knowledge management episodes*) - EGCs [3].

O projeto e a avaliação de EGCs devem garantir sua adaptação e inovação contínua, em alinhamento com as mudanças dinâmicas nos pré-requisitos e objetivos de GC do ambiente organizacional. Isto diminui os riscos de obsolescência e falha de um EGC. Avaliar as propriedades de um episódio particular e os pré-requisitos (fatores de GC [3]) necessários para o sucesso deste episódio garante o alcance dos objetivos de GC de médio e longo prazo da organização [5].

A especificação de EGCs exige uma análise criteriosa dos pré-requisitos que devem ser satisfeitos por sua implementação, pois não há um pacote de ferramentas ou uma solução única que possam ser

aplicados a qualquer organização [5]. O sucesso de um EGC é fundamentalmente dependente de variáveis inerentes à organização onde é aplicado. Fatores como tipos de recursos gerenciados, tipos de conhecimento, estratégias de GC adotadas, processos de criação de conhecimento, modelos de SGCs [5], funcionalidades que podem ser implementadas, devem ser considerados durante a avaliação de ferramentas para compor um EGC particular.

Existe uma lacuna entre os pré-requisitos de um EGC e os resultados que ele deve alcançar e uma falta de alinhamento entre os resultados esperados de um episódio específico e os resultados demandados por mudanças no ambiente organizacional. EGCs são freqüentemente definidos em termos de pré-requisitos como dados, tecnologia da informação, melhores práticas, etc., que podem ser inadequados para explicarem por si só os resultados de GC de uma organização. Identificar e controlar os fatores que realmente afetam estes resultados, identificando as relações entre os pré-requisitos e os objetivos de nível mais alto, pode ser essencial para o sucesso de um EGC [5].

Este artigo preenche esta lacuna propondo uma abordagem sistemática (framework) para dar suporte à criação e à avaliação de modelos de EGCs, que facilita a avaliação do conjunto específico de pré-requisitos para um episódio particular e à avaliação (verificação) formal de suas propriedades. A verificação de propriedades permite checar quais objetivos são prováveis de serem alcançados dependendo do conjunto de pré-requisitos atendidos.

O framework proposto facilita a construção de modelos de EGCs de forma sistemática, modular e, principalmente, formal. Este framework, que tem como base uma ontologia formal de GC, tem como objetivo principal facilitar a avaliação dos pré-requisitos de um EGC particular e a verificação formal de suas propriedades, estabelecendo uma relação entre os pré-requisitos satisfeitos e os objetivos que podem ser alcançados. A análise formal destes episódios ajuda a identificar as razões do não atendimento a objetivos específicos. Este framework também pode ser utilizado para verificar se mudanças na infra-estrutura tecnológica afetarão os objetivos do EGC ou se alterações nos objetivos do EGC demandarão novas ferramentas de suporte (pré-requisitos).

Este artigo está estruturado da seguinte forma. A Seção 2 descreve um framework para avaliação formal de EGCs. Na Seção 3, nós descrevemos como o framework proposto pode ser implementado. A última seção traz nossas conclusões.

## 2. Descrição do framework Proposto

Neste artigo é proposto um framework para modelagem e verificação formal de EGCs, que consiste na execução de uma configuração específica de um conjunto de atividades de manipulação de conhecimento, ou seja, atividades que caracterizam um tipo de processamento de conhecimento que pode ser reconhecido e caracterizado independentemente da natureza das representações de conhecimento sendo processadas. O objetivo principal de um modelo de EGC é representar formalmente os principais pré-requisitos necessários para atingir os objetivos planejados e os fluxos de conhecimento que podem ocorrer, de modo a otimizar os benefícios que podem ser alcançados. Estes pré-requisitos são também chamados de Influências de GC (IGCs), pois influenciam o comportamento da manipulação de conhecimento no decorrer da GC. As três classes principais de IGCs são: influências administrativas, influências de recursos e influências de ambiente [3].

Há também os processadores de conhecimentos, que são detentores de certas habilidades que os permitem implementar uma gama de atividades de manipulação de conhecimento com graus variados de efetividade. Os processadores de conhecimento podem ser humanos ou computacionais. Os processadores são IGCs (pré-requisitos) para alcançar os objetivos planejados, que podem ser do tipo projeção ou aprendizagem.

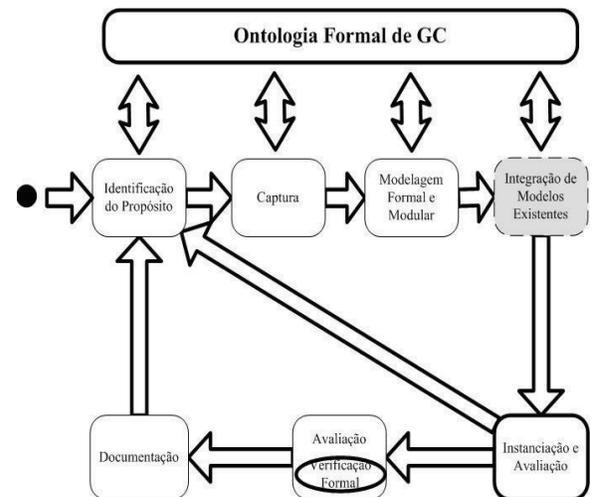


Figura 1: Framework para Avaliação de EGCs

A Figura 1 apresenta o framework proposto, que tem como base uma ontologia formal do domínio de GC para guiar o processo de modelagem de EGCs. Uma ontologia formal pode ser utilizada para

estabelecer um acordo sobre o vocabulário, e seus axiomas podem ser usados para verificar se determinado uso é consistente ou não.

Como pode ser visto na Figura 1, o processo de construção de modelos formais de EGCs inclui os seguintes estágios: identificação de propósito, construção do modelo, avaliação e documentação. O estágio *construção do modelo* pode ser subdividido em três estágios: captura, modelagem e integração de modelos existentes.

O framework proposto foi inspirado na metodologia para construção de ontologias proposta por [8]. Diferentemente da metodologia original, na abordagem proposta, foram acrescentados um estágio para instanciação e avaliação do modelo, que facilita a avaliação de pré-requisitos, e mecanismos para modelagem formal e modular e para verificação formal de propriedades do EGC, contemplados nos estágios modelagem e avaliação, respectivamente.

Estes mecanismos são essenciais para modelagem e avaliação de grandes EGCs. Eles possibilitam checar todos os objetivos que podem ser alcançados a partir de um conjunto de fatores de nível mais baixo (pré-requisitos) para um determinado EGC.

A seguir são descritos os estágios do framework proposto, apresentados na Figura 1.

## 2.1. Identificação do Propósito

É importante deixar claro porque um EGC específico está sendo modelado. Também é importante identificar e caracterizar todas as Atividades de Manipulação de Conhecimento (AMCs) que o compõem, juntamente com seus possíveis processadores e recursos de conhecimento disponíveis, além de todas as IGCs que afetam estas atividades. A especificação dos componentes e características de uma AMC particular deve estar de acordo com as definições e axiomas relacionados a eles na ontologia de GC utilizada. Para facilitar a tarefa de identificação do propósito, pode-se formular questões para ajudar a descobrir sua competência. A competência de um modelo está relacionada à capacidade do modelo de apoiar o processo de resolução de problemas para o qual foi projetado.

## 2.2. Captura

Todo conhecimento é especificado de acordo com o contexto em que, provavelmente, será aplicado. O primeiro passo para modelagem de SGCs é descrever o contexto em que os SGCs serão utilizados. Não existe

um modelo universal de SGC que seja adequado a qualquer organização.

Durante a fase de modelagem de um SGC, os principais EGCs relacionados ao sistema considerado devem ser especificados, de modo que os principais pré-requisitos e objetivos do SGC sejam representados. Desta forma, é importante definir os objetivos do SGC para cada EGC, além de como o conhecimento deve ser gerenciado para atender a estes objetivos. Para isto, as AMCs que devem ser contempladas pelo EGC considerado devem ser especificadas. Isto é importante porque determinadas AMCs são definidas para dar suporte a características específicas do conhecimento em questão. Uma funcionalidade de mapeamento de conhecimento orientado a pessoas, por exemplo, está diretamente relacionada ao compartilhamento de conhecimento tácito.

## 2.3. Modelagem Formal e Modular

Neste estágio, as especificações informais capturadas no estágio anterior serão modeladas em uma linguagem formal, que deve atender aos seguintes critérios: 1 - Semântica bem definida: evita que ambigüidades na semântica da linguagem sejam automaticamente transportadas para a especificação do modelo. 2 - Representação gráfica: facilita a interpretação dos modelos por seres humanos. 3 - Expressividade da representação: permite mais flexibilidade aos projetistas para modelarem objetos do mundo real de forma clara e simples. 4 - Modelagem modular e hierárquica (abstração): facilita a evolução de modelos e a integração de modelos existentes, pois evita que alterações em uma parte específica do modelo ou a adição de um novo modelo ao modelo principal afete a especificação deste último como um todo. 5 - Capacidade de simulação: facilita a avaliação do modelo. 6 - Capacidade de verificação formal: permite provar que uma dada especificação satisfaz a certas propriedades. 7 - Ferramenta de suporte: apóia os processos de modelagem, simulação e verificação do modelo.

Devido à grande variedade de fatores envolvidos no projeto de EGCs, a construção de modelos formais representando estes fatores, geralmente, é um processo complexo. O uso de algum mecanismo de construção modular pode, entretanto, facilitar este processo.

## 2.4. Integração de Modelos Existentes

A integração de modelos existentes consiste em pesquisar por modelos que representem AMCs similares às AMCs que compõem o EGC sendo

modelado e em integrar estes modelos ao modelo do EGC em questão. Neste estágio, pode ser considerado o uso de uma biblioteca de modelos de AMCs, que permite selecionar modelos gerais relacionados à atividade sendo modelada, adaptar estes modelos ao EGC específico; e, finalmente, integrá-los ao modelo existente. Como a integração de modelos existentes pode ou não ser necessária ou desejada, no framework proposto, este estágio encontra-se hachurado, indicando que é facultativo.

## 2.5. Instanciação e Avaliação: Avaliação de Pré-Requisitos

A instanciação do modelo permite restringir o EGC que se deseja analisar. Isto é útil para verificar as IGCs existentes e os objetivos, dependentes destas influências, que podem ser alcançados, ou não, de acordo com a instância do EGC considerada. Desde que um modelo geral de um EGC tenha sido definido é possível especificar uma instância específica deste modelo de EGC pela seleção de um subconjunto de fatores que podem influenciar estas atividades.

A avaliação do modelo consiste na observação de seu comportamento dinâmico. A simulação de um modelo conceitual é extremamente útil para sua compreensão e depuração, principalmente durante o projeto e avaliação de grandes sistemas, no contexto deste artigo, EGCs. Por este motivo, durante a avaliação de EGCs verificam-se inconsistências ou representações erradas de fatores e AMCs. Isto torna necessário rever os objetivos, corrigir as inconsistências e formalizar corretamente os novos fatores e AMCs, conforme apresentado no framework proposto.

## 2.6. Avaliação do Modelo: Verificação Formal de Propriedades

Como não existe um modelo único de SGC que seja adequado para qualquer organização, torna-se importante a existência de uma abordagem para verificação das propriedades específicas de cada EGC modelado, em função das características específicas e particularidades de cada organização.

Além disto, é importante o uso de processos automatizados para verificação dos objetivos que podem ser alcançados com base nos pré-requisitos satisfeitos por um SGC específico. Isto se dá porque à medida que aumenta a quantidade de fatores contemplados no modelo, torna-se complexa a sua verificação, uma vez que estes fatores não devem ser

vistos como elementos isolados, mas sim integrados, formando um todo coerente.

Como um dos objetivos da abordagem proposta é permitir verificar os pré-requisitos de SGCs necessários para alcançar objetivos específicos, tanto os pré-requisitos quanto os objetivos devem ser representados no modelo de EGC. É possível verificar os objetivos que podem ser alcançados por um EGC a partir de um conjunto específico de pré-requisitos apenas observando-se o modelo construído, uma vez que os objetivos e seus respectivos pré-requisitos devem pertencer à mesma sequência de AMCs entre fatores de GC representados. No entanto, verificar estas relações torna-se difícil quando o EGC modelado é muito complexo, como é o caso da maioria dos EGCs de SGCs. Neste caso, podem ser utilizados métodos formais de avaliação.

## 2.7. Documentação do Modelo

Neste estágio, todos os aspectos importantes sobre fatores representados no modelo de EGC e sobre as decisões tomadas durante o processo de modelagem devem ser documentados. Documentação facilita, entre outras coisas, a manutenção e a evolução de um modelo de EGC.

## 3. Implementação do Framework Proposto

Para avaliar EGCs, é necessário modelá-los formalmente. No entanto, selecionar a linguagem mais apropriada para modelar EGCs é um dos problemas metodológicos mais cruciais. Para selecionar uma linguagem para modelar EGCs é importante observar seu poder de expressividade e sua semântica, ou seja, quão bem ela está definida, uma vez que ambigüidades na semântica da linguagem serão automaticamente transportadas para a especificação.

Durante o processo de modelagem, usando uma linguagem formal, concepções informais são transformadas em um modelo de sistema formal. Um benefício direto de um modelo formal é que seu desenvolvimento ajuda a descobrir deficiências e ambigüidades nas concepções informais.

### 3.1. Seleção da Linguagem de Modelagem

Nesta subseção, descremos o uso de Redes de Petri Coloridas Hierárquicas (*hierarchical coloured Petri nets* - HCPN) para implementação do framework proposto. HCPN é uma linguagem formal que apresenta uma série de características que a torna favorável à modelagem e avaliação de EGCs. Esta

linguagem foi escolhida, principalmente, por atender aos critérios de avaliação listados anteriormente.

### 3.2. Uso de Redes de Petri Coloridas Hierárquicas para Modelagem de EGCs

Para viabilizar o uso de HCPN como uma linguagem para modelagem de EGCs, a semântica dos elementos constituintes de HCPN deve estar bem definida. Uma linguagem para representação de EGC deve possuir primitivas básicas capazes de representar a estrutura e o comportamento destes episódios. As primitivas, definidas em HCPN, para representar fatores de GC, AMCs e instâncias de um EGC são, respectivamente, lugares, transições e marcações iniciais. Uma marcação inicial será utilizada para representar uma instância do EGC modelado. Ao definir a marcação inicial da rede, o projetista estará definindo os RCs e processadores de conhecimento existentes no contexto atual de um SGC.

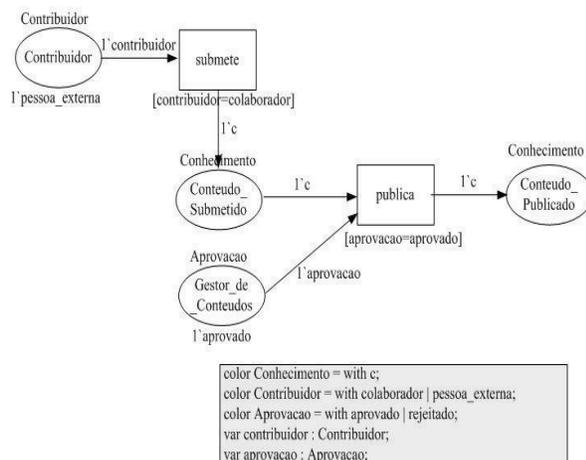


Figura 2: Exemplo de EGC

Para tornar mais clara a semântica da notação proposta para modelagem de EGCs, um exemplo de aplicação desta notação é ilustrado na Figura 2. A figura apresenta um EGC representando o processo de publicar conteúdos em um repositório de conhecimentos de uma organização.

O EGC apresentado na Figura 2 indica que conteúdos precisam ser submetidos por um colaborador da organização e aprovados por um gestor de conteúdos para que possam ser publicados em um repositório de conhecimentos. Os lugares *Contribuidor* e *Gestor\_de\_Conteudos* representam processadores, enquanto que os lugares *Conteudo\_Submetido* e *Conteudo\_Publicado* representam RCs. O primeiro é

um RC de entrada enquanto que o último é um RC de saída para a AMC *publica*. Em outras palavras, *conteúdo publicado* é um objetivo do EGC considerado representando *aprendizagem*, desde que ele representa uma mudança de estado do conhecimento da organização.

As guardas *contribuidor=colaborador* e *aprovacao=aprovado*, nas transições *submete* e *publica*, respectivamente, representam condições para estas duas AMCs, declarando que o contribuidor precisa ser um colaborador da organização e o conteúdo submetido precisa ser aprovado pelo gestor de conteúdos. Estas guardas especificam os pré-requisitos ou IGCs para alcançar o objetivo do EGC.

Finalmente, o conjunto formado pelas marcações *1`pessoa\_externa* e *1`aprovado*, relacionadas aos lugares *Contribuidor* e *Gestor\_de\_Conteudos*, respectivamente, constituem a marcação inicial desta rede e representam uma instância do EGC. Na instância representada, as transições que representam as AMCs *submete* e *publica* não serão habilitadas, uma vez que o contribuidor não é um colaborador da organização; não satisfazendo, portanto, os pré-requisitos deste EGC.

### 3.3. Uso de Redes de Petri Coloridas Hierárquicas para Instanciação e Avaliação: Avaliação de Pré-Requisitos

Ao se definir uma marcação inicial para um modelo de EGC em HCPN, o que está sendo definido, na realidade, é uma instância de um modelo mais geral do EGC em um modelo específico de um subepisódio. Isto se dá porque o projetista irá definir quais fatores de GC e quantas instâncias destes pertencem ao subepisódio.

Algumas ferramentas que dão suporte à modelagem usando HCPN possuem a funcionalidade de simulação automática de modelos. Assim, no contexto de avaliação de modelos de EGCs, esta funcionalidade facilita a visualização dos fluxos de conhecimento percorridos para se atingir determinado objetivo. Na linguagem de HCPN, quais marcações são necessárias para que as transições que levam à marcação desejada sejam habilitadas. Na prática, isto consiste em dada uma marcação inicial, descobrir quais outras marcações podem ser alcançadas e por meio de quais transições.

### 3.4. Uso de Redes de Petri Coloridas Hierárquicas para Avaliação: Verificação Formal de Propriedades

Simulação também pode ser utilizada para, automaticamente, verificar quais propriedades são verdadeiras para um EGC modelado em HCPN. No

entanto, se a rede não for trivial, é impossível obter uma prova completa de propriedades dinâmicas de um modelo em HCPN por meio de simulação. Para este propósito são necessários métodos de análise mais eficazes, baseados em técnicas de prova matemática, como é o caso dos grafos de ocorrência. Grafos de ocorrência são grafos direcionados que possuem um nó para cada marcação alcançável e um arco para cada elemento de ligação. Um arco liga o nó da marcação na qual o elemento de ligação associado ocorre ao nó da marcação resultante da ocorrência. Um grafo de ocorrência é uma representação dos espaços dos estados possíveis para um modelo em HCPN. Um grafo de ocorrência possibilita verificar propriedades que são particulares do modelo.

Uma grande vantagem desta abordagem de verificação formal é poder contar com um método maduro para auxiliar nesta tarefa.

#### 4. Considerações Finais

Neste artigo, foi proposto um framework para avaliar formalmente EGCs de organizações que implementam ou pretendem implementar SGCs. Devido à complexidade dos ambientes organizacionais, à variedade de modelos de negócio e à necessidade de representar as principais características de SGCs e das ferramentas projetadas para dar suporte às AMCs durante a modelagem de EGCs, a adoção de um modelo padrão para representar EGCs, mesmo aqueles com objetivos semelhantes, frequentemente não é eficaz. O framework proposto neste artigo pode ser utilizado para realizar uma análise de custo-benefício, considerando os processadores de conhecimento disponíveis, como, por exemplo, ferramentas para dar suporte às AMCs, e os recursos de uma organização particular. Esta análise ajudará a melhor selecionar as ferramentas para compor o SGC da organização considerada, tendo como base as relações entre os principais fatores pertencentes aos EGCs relacionados a este sistema.

Embora o formalismo escolhido para modelar EGCs tenha sido HCPN, por atender aos critérios de avaliação listados na Subseção 2.3, o framework proposto também pode ser utilizado com outros formalismos que atendam aos critérios de avaliação e que sejam adequados à modelagem de processos organizacionais.

#### 10. Referências

[1] J. Barjis, B. Shishkov, and J. L. G. Dietz. Validation of business components via simulation. In *2002 Summer*

*Computer Simulation Conference, SCSC'02*, San Diego, California, July 2002. Society for Modeling and Simulation International (SCS).

[2] C. Choppy and G. Reggio. Using casl to specify the requirements and the design. a problem specific approach. In *2000 Monterey Workshop on Modelling Software System Structures in a Fastly Moving Scenario*, pages 119–138, Santa Margherita Ligure, Italy, June 2000. DISI - University of Genoa, Italy, DISI.

[3] C.W. Holsapple and K. D. Joshi. A formal knowledge management ontology: Conduct, activities, resources, and influences. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 55(7):593–612, May 2004.

[4] A. Korowajczuk, B. S. C. Castilho, E. J. Cossich, F. J. C. S. Fróes, and G. S. Ferrão. Avaliação de Organizações em Relação à Gestão do Conhecimento com Base nos Critérios de Excelência da Fundação do Prêmio Nacional da Qualidade. In *XIX Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e Documentação, CBBDD 2000*, Porto Alegre, RS, 2000. PUCRS.

[5] Y. Malhotra. Why knowledge management systems fail? Enablers and constraints of knowledge management in human enterprises. In M. E. D. Koenig and T. K. Srikantaiah, editors, *Knowledge Management Lessons Learned: What Works and What Doesn't*, American Society for Information Science and Technology Monograph, pages 87–112. Information Today Inc., Medford, NJ, February 2004.

[6] F. Ramalho, J. Robin, and U. Schiel. Concurrent Transaction Frame Logic Formal Semantics for UML Activity and Class Diagrams. In *VIWorkshop de Métodos Formais (WMF'2003)*, Campina Grande, Brasil, Outubro 2003. Universidade Federal de Campina Grande, University of kent, Inglaterra.

[7] A. V. Steil and R. M. Barcia. Um Modelo Analítico de Aprendizagem Organizacional Baseado na Ampliação e Institucionalização de Competências. In *Congresso Annual da Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento, 1, Workshop Brasileiro de Inteligência Competitiva e Gestão do Conhecimento, 3, KM Brasil 2002*, São Paulo, SP, Setembro 2002. SBGC.

[8] M. Uschold and M. King. Towards a methodology for building ontologies. In *International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-95), Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*, Montreal, Canada, 1995. IJCAI.

[9] K. van Hee, A. Serebrenik, N. Sidorova, M. Voorhoeve, and J. van der Wal. Scheduling-free resource management. *Data and Knowledge Engineering*, 61:59–75, 2007.