

TEORIA DO SISTEMA DE GESTÃO DO TERRITÓRIO: UMA APLICAÇÃO HIPOTÉTICA DO MÉTODO COMMONKADS

MARCILIO BALTAZAR TEIXEIRA

marcilio_baltazar@hotmail.com

PEDRO LUIZ TEIXEIRA DE CAMARGO

pedro0peixe@yahoo.com.br

PAULO PEREIRA MARTINS JUNIOR

paulomartins@cetec.com

Resumo

Atualmente, dificuldade gerir territórios incomodam diversos setores da sociedade devido às complexidades de gestão territorial e ao atendimento das demandas políticas, socioeconômicas e ambientais. Este estudo apresentou uma abordagem teórica sobre o sistema de conhecimento aplicado à gestão territorial para demonstrar conceitos, princípios e metodologias essenciais para a modelagem teórica desse sistema, que, neste caso, se apoiou na administração hipotética dos recursos naturais e territoriais de São Francisco-MG. O CommonKADS foi a metodologia de mapeamento das oportunidades e problemas para o desenvolvimento do sistema de conhecimento que suporta a gestão territorial. A pesquisa mostrou que existem possibilidades para a constituição de sistemas de apoio ao gerenciamento dos recursos naturais que podem conferir maior atuação sobre a dinâmica das variáveis socioeconômicas e ambientais que condicionam aspectos de uso e ocupação do ambiente, pois raramente se encontra esse tipo de abordagem na gestão de recursos naturais e territoriais.

Palavras-chave: Recursos naturais; Sistema de gerenciamento; Socioeconomia; Ambiente.

THE THEORY OF THE TERRITORY MANAGEMENT SYSTEM: AN APPLICATION OF THE COMMONKADS METHOD

Abstract

Currently, the difficulties in managing a territory, in its most varied aspects, have bothered public and private institutions in the conditions of meeting the demands of socioeconomic and environmental policies. Thus, this study proposes to present a theoretical approach on the knowledge system applied to territorial management demonstrating some essential theoretical concepts, principles and methodologies for the modeling of these systems, which in the case of this research is based on the hypothetical administration of the municipality's natural and territorial resources of São Francisco-MG. CommonKADS was the methodology mentioned for mapping all opportunities and problems for the development of the knowledge system to support territorial management. In any case, this research pointed out that, when using CommonKADS, there are possibilities for constituting support systems for the management of natural resources (or hydrographic basins) that can give public agents greater performance on the condition aspects of use and occupation of the environment, because this type of approach is rarely found for the management of resources natural and territorial.

Keywords: Natural resources; Management system; Socioeconomics; Environment.

I - INTRODUÇÃO

O CommonKADS foi o modelo conceitual considerado neste trabalho e deve ser utilizado para fornecer um diagrama gerencial (operacional) básico capaz de auxiliar no desenvolvimento do projeto de modelagem do sistema de conhecimento para suporte à decisão. Por meio dessa metodologia, define-se uma estrutura (ou esqueleto) de implementação de um sistema de aplicação ou de um subsistema de aplicação de tarefas ou atividades relacionadas à conservação e/ou à preservação dos recursos naturais, sob o ponto de vista físico, para uma área qualquer de estudo. O conceito de diagramas, que deve ser utilizado na modelagem complementar do sistema de conhecimento para suporte à decisão, baseia-se na notação UML (do inglês, *Unified Modeling Language*), uma linguagem própria para modelagem de sistemas que usa conceitos orientados a objetos (Larman, 2002 *apud* Vieira Junior, 2005).

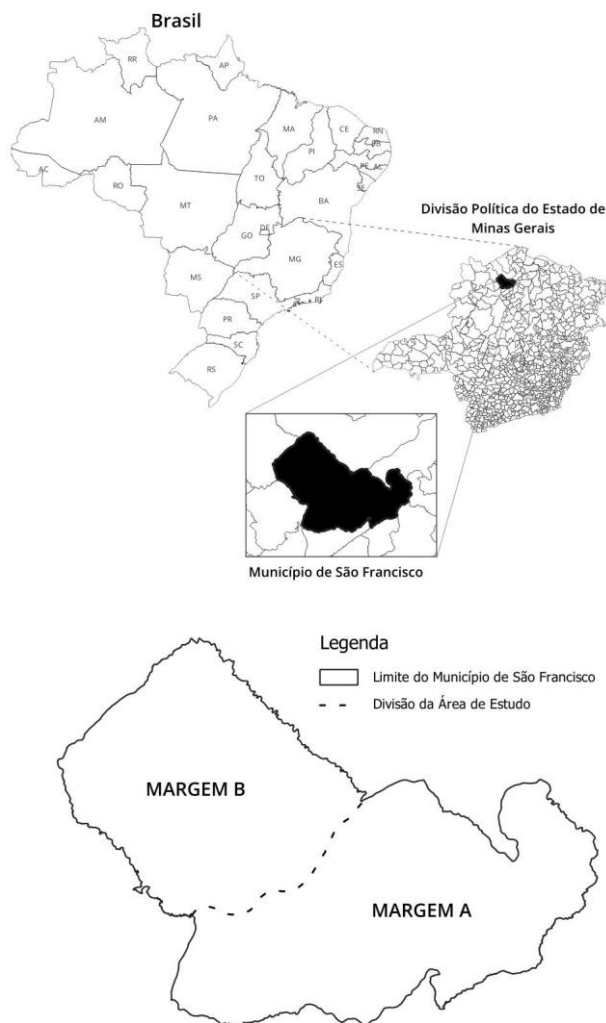
Dessa forma, a UML estabelece uma linguagem de modelagem visual comum, semanticamente e sintaticamente rica, para arquitetura, design e implementação de sistemas de software complexos, tanto estruturalmente quanto para comportamentos. Além do desenvolvimento de software, a UML tem aplicações em fluxos do processo na fabricação. De modo geral, diagramas UML descrevem o limite, a estrutura e o comportamento do sistema e os objetos nele contidos. A UML não é uma linguagem de programação, mas existem ferramentas que podem ser usadas para gerar código em várias linguagens por meio de diagramas UML. A UML tem uma relação direta com a análise e o design orientados a objetos (Lucid Software Inc., 2024).

Assim, na região hipotética de estudo, localizada no município de São Francisco-MG, o cerrado e os campos rupestres dividem espaço com as antigas fazendas de gado de corte e com a silvicultura. No passado e ainda atualmente, com o desmatamento provocado pelo plantio de eucalipto e de pinho para a produção de carvão, diversas nascentes têm secado, o que reduz drasticamente a vazão dos córregos, rios e olhos d'água nas redondezas da localidade estudada. Além disso, o desmatamento indiscriminado e a falta de manejo adequado dos solos têm levado a região a um intenso processo de degradação dos ecossistemas, cujos sedimentos resultantes tendem a assorear os cursos d'água. “O assoreamento é um dos problemas sérios que atinge o sistema de drenagem fluvial da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH)/Bacia do São Francisco (SF) – Subacia do Urucuia (9) (UPGRH/SF9)” (Brasol, 2010 *apud* Ferreira, 2011, p. 14). É por isso que esta pesquisa tem, como principal objetivo, o desenvolvimento de uma abordagem teórica para o desenvolvimento de um sistema de conhecimento que seja capaz de suportar a gerência do território pelos agentes públicos da região hipotética de estudo.

II - ÁREA DE ESTUDO HIPOTÉTICA

A área de estudo, apresentada na Figura 1, encontra-se inserida na bacia hidrográfica do Urucuia – UPGRH/SF9, na região norte-nordeste de Minas Gerais, escolhida pela sua potencialidade mineral, agrícola e da silvicultura do eucalipto, de acordo com dados da Companhia de Desenvolvimento Econômico do Estado de Minas Gerais (CODEMIG, 2013).

Figura 1 - Localização do Município de São Francisco. (fonte: autores)



A cidade de São Francisco, em Minas Gerais, foi fundada em 5 de novembro de 1877 e está situada na região norte do estado, às margens do rio São Francisco. Ocupa uma área de 3.308,100 Km² e está distante 568 Km da capital, Belo Horizonte. A cidade integra a microrregião de Januária, e faz divisa com os municípios de Januária, Chapada Gaúcha, Pintópolis, Icaraí de Minas, Luislândia, Brasília de Minas, Japonvar e Pedras de Maria da Cruz. Sua população é a 4^a maior do norte do estado (MinasGeraisMG.Net, 2024). Possui, de acordo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ([IBGE], 2010), 53.828 habitantes e população estimada, para 2018, de 56.163 habitantes, com densidade demográfica de 16,27 hab/Km². Seu Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,638, considerado médio. Seus principais setores econômicos são o de serviços e a agropecuária. A piscicultura também faz parte de sua atividade econômica, e está em andamento a extração de gás natural na margem do rio São Francisco. Em plena expansão econômica, São Francisco é a maior cidade produtora de

cabeça animal de Minas Gerais. Seu Produto Interno Bruto (PIB) referente a 2014 foi de R\$ 394.219.000,00 e o PIB per capita, de R\$ 7.012,45 (MinasGeraisMG.Net, 2024).

III - HISTÓRICO: A ENGENHARIA E O SISTEMA DE CONHECIMENTO

A Engenharia de Conhecimento é uma disciplina que passou a existir com o surgimento da Era da Informação, assim como aconteceu com a Engenharia Mecânica e Elétrica nos tempos da Revolução Industrial. Para Drucker (1993 *apud* Schreiber *et al.*, 2000), o conhecimento, atualmente, é provado em forma de ação. A informação relevante é aquela focada em resultados que estão inseridos na sociedade, na economia ou no próprio contexto do avanço do conhecimento. Para atingir um determinado objetivo, esse conhecimento deve ser extremamente especializado e algo que ainda não foi aprendido, nem ensinado e que não implicou em qualquer princípio geral. Ele necessita partir da experiência, e não do aprendizado, do treino e do nível de escolaridade.

Não se faz referência a conhecimentos especialistas, como as técnicas – o artesanato, por exemplo –, mas a “disciplinas”. Isso é uma das maiores transformações intelectuais de todos os tempos, pois uma disciplina pode ser convertida em técnicas, que, por sua vez, podem ser transformadas em uma metodologia, assim como é a Engenharia, o método científico, o método quantitativo ou o diagnóstico diferencial do médico (Schreiber *et al.*, 2000). Dessa forma, cada metodologia converte a experiência em uma sistemática especialista. Os métodos, então, transformam o que era abstrato (ideias) em informações, que podem ser convertidas em algo passível de ser ensinado e aprendido.

Drucker (1993 *apud* Schreiber *et al.*, 2000) cita disciplinas, como a Engenharia Mecânica, a Física e a Química, que se desenvolveram a partir da engenharia de construção de máquinas a vapor. Atualmente, o mesmo progresso está acontecendo em relação à informação e ao conhecimento. A partir das técnicas de construção de computadores, programas de softwares, bancos de dados e outros sistemas, é possível observar novas disciplinas científicas em desenvolvimento, assim como a telemática, os algoritmos, o gerenciamento de sistemas de informação, e a engenharia e o gerenciamento de conhecimento.

A Engenharia de Conhecimento, segundo Schreiber *et al.* (2000), deslanchou no início dos anos 1970, a partir do desenvolvimento de sistemas especialistas. Tais sistemas de conhecimento, assim como são conhecidos, constituem o principal ramo da disciplina conhecida como Inteligência Artificial e servem para designar algumas aplicações do CommonKADS, que possuem limitações quanto à disponibilidade do conhecimento, como as descritas por Braz e Araújo (2011): limitações no tempo, no espaço, de acesso, de qualidade e de forma.

Ao trazer o conteúdo histórico da Engenharia de Conhecimento para a realidade brasileira, o governo do Brasil dispõe de uma legislação ambiental, a Política Nacional do Meio Ambiente, reforçada pela Carta Magna de 1988, Título VIII – Da Ordem Social, Capítulo VI – Do Meio Ambiente, *caput* do art. 225, em que expõe: “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (Brasil, 1988).

Além disso, consta, no parágrafo 1º do Art. 225, a instituição das obrigações fundamentais do Poder Público para garantir a concretização desse direito, enquanto, no

escopo do parágrafo 3º, são fixadas as punições ao comportamento destruidor do meio natural, nas seguintes situações: “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados” (Brasil, 1988).

O governo brasileiro também dispõe de atividades de produção de informações cartográficas do ambiente natural, previstas na Constituição (Brasil, 1988), como uma atividade fundamental ao Estado para o planejamento de suas ações, a defesa ou a promoção do desenvolvimento: “art. 21. Compete à União: [...] XV – Organizar e manter os serviços oficiais de estatística, geografia, geologia e cartografia de âmbito nacional. [...] Art. 22. Compete privativamente à União legislar sobre: [...] XVIII – sistema estatístico, sistema cartográfico e de geologia nacionais”.

Apesar disso, de acordo com Pimentel (2020), “pode-se dizer que no momento atual a situação da Geoinformação no Brasil é semelhante a um ‘condomínio’ sem ‘síndico’ e sem ‘regimento interno’. As dificuldades historicamente enfrentadas para coordenar a produção, aquisição e distribuição de dados e informações geoespaciais estão ainda latentes”. Além disso, Pimentel (2020) argumenta que

“cada órgão federal produz as informações das suas atividades finalísticas sobre uso e ocupação do solo, agricultura, infraestrutura, meio ambiente, terras indígenas, unidades de conservação, quilombolas, processos de mineração, saúde, por exemplo, e disponibilizam em diferentes plataformas que permitem que o usuário visualize e/ou faça o download de um arquivo .shp que pode ser utilizado para cruzamentos em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Assim, os órgãos desenvolveram plataformas que possuem a mesma lógica: apresentar mapas temáticos a partir de um banco de dados geoespacial com conexão na web.”

É sobre esse cenário, de acordo com Braz e Araújo (2011), que o conhecimento assume relevância nas práticas gerenciais e passa a ser visto como fator preponderante para a permanência, o crescimento e sucesso organizacional. Para Davenport e Prusak (1998, p. 14), “o conhecimento não é novo. Novo é reconhecer o conhecimento como um ativo corporativo”. Fialho *et al.* (2006) argumentam que “gerenciar o conhecimento é estimular a propagação do aprendizado como um dos principais ativos, tendo como sustentáculo a tecnologia da informação”. Nesse sentido, o estudo empírico realizado por Martins *et al.* (1996) descreve, como demonstrado no Quadro 1, os benefícios esperados pelo uso de sistemas de conhecimento, tais como o sistema CommonKADS, aplicado nesta pesquisa.

IV -METODOLOGIA: ESTRUTURANDO O SISTEMA DE CONHECIMENTO

Em uma primeira instância, seguindo a metodologia do CommonKADS, as categorias dos dados devem ser organizadas em forma de pacotes do UML. Assim, a principal inovação deste trabalho engloba a introdução de novas (ou aprimoradas) ideias, processos, produtos ou serviços no que tange à gestão do conhecimento com o uso da metodologia do CommonKADS, para possibilitar seu acesso e divulgação para aqueles interessados em aplicar esse conhecimento no segmento das Engenharias e das Geociências. Dessa forma, as etapas de modelagem da gestão, da construção do método

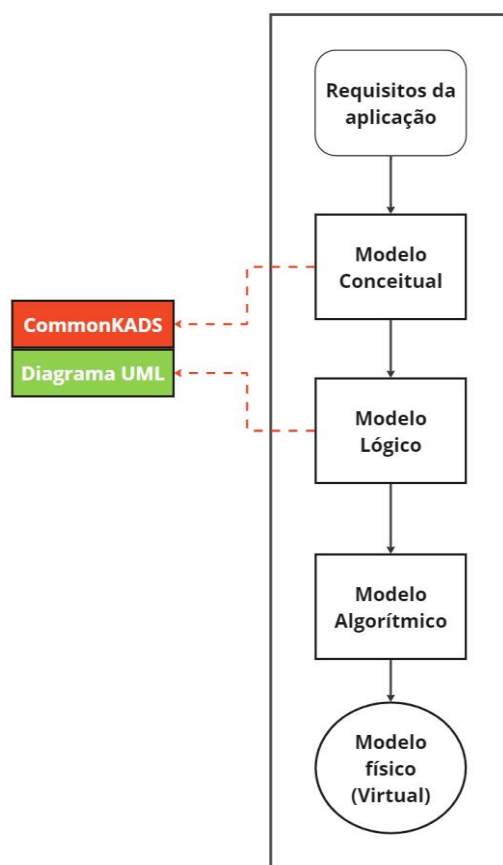
e da teoria do sistema de conhecimento, em CommonKADS e UML, devem ser divididas em três fases (Figura 2).

Quadro 1 - Benefícios antecipados e realizados pelos sistemas de conhecimento, transladados ao contexto geoinformativo e à gestão do conhecimento praticada pelo Estado brasileiro

Categoria	Benefício
Produtividade	- Tomada de decisão mais rápida
	- Aumento da produtividade
	- Maior resolução de problemas
	- Confiabilidade
Preservação do conhecimento	- Captura de experiência/Retenção do conhecimento
	- Uso em locais remotos
Melhoria da qualidade	- Maior qualidade de decisões
	- Lidar com incerteza
Treinamento	- Benefícios educacionais
Enriquecimento do trabalho	- Flexibilidade
	- Integração do conhecimento de vários especialistas

Fonte: Modificado de Schreiber *et al.* (2000)

Figura 2 - Etapas gerais de um projeto de desenvolvimento da lógica do sistema de conhecimento. (Fonte: Modificada de Castro *et al.* (2003)



- Modelo conceitual (desenvolvido nesta pesquisa): inicia-se pelo levantamento de todas as informações geoambientais disponíveis da área de estudo, com o objetivo de registrar problemas e oportunidades. Assim, torna-se possível, preliminarmente, conhecer quais são as tarefas ou atividades (ex.: aconselhamentos diversos, armazenamento de dados, disponibilização de conhecimentos etc.) e suas sequências de desenvolvimento, que devem ser aplicadas na localidade de interesse. O sistema de decisão deve operar e funcionar para fornecer respostas e soluções aos usuários, ao considerar os problemas encontrados na área de estudo. Além disso, nesta etapa, é desenvolvida toda a organização do conhecimento proveniente da experiência acadêmica, profissional, pessoal do projetista do sistema de conhecimento para o suporte à decisão;

- Modelo lógico (desenvolvido nesta pesquisa): de posse do modelo conceitual, segue-se para a observação dos entraves gerenciais, que possibilitaram a deflagração dos problemas geoambientais mapeados durante a fase do modelo conceitual. Os problemas gerenciais aqui descritos constituem dificuldades para o tomador de decisão – problemas técnicos e operacionais que ocorrem dentro da instituição ou da autarquia pública responsável pela fiscalização do meio ambiente e pelo uso e ocupação do solo. A partir desse ponto, é possível se constituir um modelo lógico (organograma ou diagrama) de atividades e tarefas essenciais para a gestão de territórios. O modelo lógico é o modelo conceitual completo, ou seja, é melhor elaborado e enriquecido com detalhes operacionais;

- Modelo algorítmico (não desenvolvido nesta pesquisa e que pode resultar em trabalhos futuros): é a materialização computacional do modelo lógico de gestão para a linguagem UML. Essa etapa é a implementação do modelo algorítmico na web, ou numa rede de computadores, para que o modelo do sistema de conhecimento (ou de tomada de decisão) a ser desenvolvido possa ser alimentado por informações do meio físico adquiridas a partir da execução das tarefas e/ou das atividades propostas para a área de estudo.

V - TEORIA PARA O SISTEMA DE CONHECIMENTO DE SUPORTE À GESTÃO TERRITORIAL

A teoria do sistema de conhecimento para suporte à decisão analisada neste estudo deve auxiliar na promoção da conservação dos recursos naturais. Para que isso ocorra, uma série de atividades que visam fomentar a sustentabilidade e a gestão do território devem ser desenvolvidas. Resumidamente, são elas:

- a) Caracterização geoambiental e socioeconômica (Teixeira, 2018);
- b) Avaliação do estado da Degradação (eD), desenvolvimento do Desenho do Uso Optimal do Território e apontamento das soluções ambientais (Martins Júnior, 2014c; Teixeira, 2018);
- c) Integração de dados e informações;
- d) Planejamento;
- e) Política direcionada à gestão do território e da erosão dos solos.

Contudo, é sobre um exemplo prático do diagrama básico de gerência do território, desenvolvido para uma localidade hipotética de interesse (município de São Francisco-MG), a partir de Teixeira (2018), e que também pode ser atrelado às bases de dados das

geoinformações do ambiente natural desenvolvidas pelas autarquias de estado, como a Companhia de Desenvolvimento do Estado de Minas Gerais (CODEMIG), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), o Instituto Estadual de Florestas (IEF) e o Instituto de Geociências e Tecnologias (IGETec), que se aplica a metodologia CommonKADS. A partir de então, inicia-se o processo de constituição e de idealização conceitual do modelo do sistema de conhecimento para suporte à decisão para gestão do território, com o preenchimento de todas as planilhas dos modelos de organização (MO), tarefas (MT) e agentes (MA) que compõem o método (Schreiber *et al.*, 2000), assim como já foi caracterizado em Teixeira (2018), e também levando em consideração a experiência dos idealizadores desse sistema de conhecimento.

Nesta pesquisa, apresentam-se alguns resultados obtidos a partir da aplicação da categoria do MO, formado pelas categorias e etapas: missão de organização; objetivo; estratégias; cadeia de valores e de importâncias; e fatores externos ao sistema em consideração. A Figura 3 apresenta uma visão geral do MO do CommonKADS aplicado neste estudo de estruturação do modelo do sistema de conhecimento para suporte à decisão.

Figura 3 - Diagrama das componentes do MO do CommonKADS (Fonte: Desenvolvida a partir de Schreiber *et al.* (2000))



O Quadro 2 apresenta, como exemplo, o Modelo Organizacional-2 (MO-2), da metodologia CommonKADS, aplicado neste estudo.

Quadro 2 - Descrição dos aspectos organizacionais que têm impacto sobre e/ou são afetados pelas escolhas das soluções conhecidas

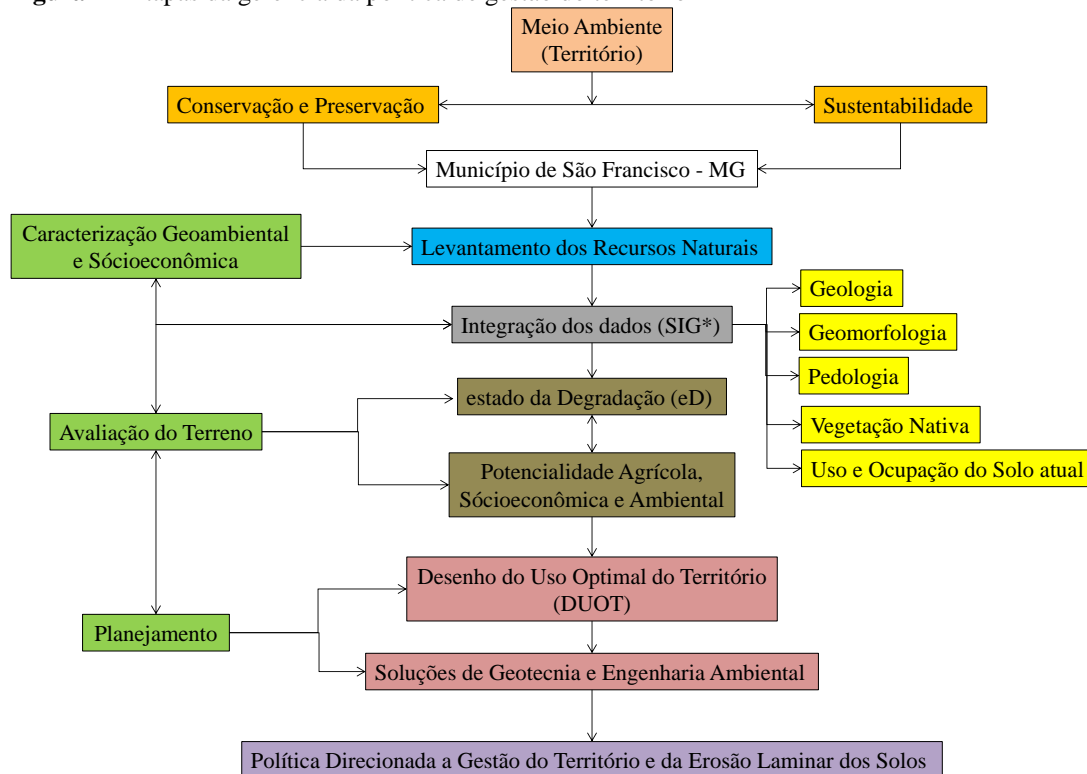
MO	Planilha dos aspectos variantes
Estrutura	Desenvolver um organograma da (parte da) organização* (significado de organização: instituições, Estado, gestão etc.) considerada em termos de departamento, grupos, unidades e seções.
Processos (atividades)	Esboçar o layout (por exemplo: com a ajuda do diagrama de atividades do UML) do processo funcional da organização*. O processo é a parte relevante da cadeia operacional da organização* decomposta dentro de tarefas que são detalhadas na planilha MO-3.
Pessoas	Indicar quais membros da equipe estão envolvidos, assim como os investidores (pessoas interessadas), o que inclui tomadores de decisão, fornecedores, usuários ou beneficiários (“consumidores”) do conhecimento. Essas pessoas não necessitam ser reais, mas podem representar a função exercida na organização (por exemplo: diretor, consultor).
Recursos	Descrever os recursos utilizados pelos processos funcionais da organização*: sistemas de informação e outros recursos computacionais; equipamentos e materiais; tecnologia, patentes e direitos.
Conhecimento	Representa um recurso especial explorado nos processos (atividades) funcionais da organização*. Devido à sua fundamental importância, ele está separado. A descrição desses componentes do MO é dada separadamente, na planilha MO-4, sobre conhecimentos ativos (ou ativos de conhecimento).
Cultura e poder	Preste atenção às regras “não escritas” das instituições, autarquias, órgãos e repartições públicas, o que inclui estilos de trabalho e de comunicação (“a forma como fazemos por aqui”), relacionadas à habilidade social e interpessoal (sem conhecimento), assim como as relações formais, informais e os contatos de rede pessoal.

* O significado de organização, citado anteriormente, é sistema computacional de suporte à decisão para a gestão do território.

Fonte: Fundamentado em Schreiber *et al.* (2000)

V - RESULTADOS

A Figura 4 apresenta uma proposta de diagrama básico de gestão do território, que, no caso desta pesquisa, como exemplo prático, foi realizado para o município de São Francisco-MG, localidade hipotética de estudo (Figura 1), que serviu como ponto de partida para o desenvolvimento dos conceitos teóricos do sistema de decisão. Esse organograma apresenta todas as etapas do processo de gerenciamento do território (especificamente sob o ponto de vista técnico da Engenharia) e também os parâmetros e as variáveis de interesse básicas que foram levados em consideração para a criação da teoria desse sistema, que deve ajudar a condicionar a política direcionada à gestão do território da região de interesse, escolhida por sua potencialidade mineral, agrícola e da silvicultura do eucalipto, de acordo com dados da Companhia de Desenvolvimento Econômico do Estado de Minas Gerais (CODEMIG, 2013).

Figura 4 - Etapas da gerência da política de gestão do território

* SIG: Sistema de Informação Geográfica

Fonte: Modificada de Alves *et al.* (2003)

Dessa forma, a proposta do sistema computacional de suporte à decisão ORDTer SOLOS é uma sugestão de utilização do conceito do sistema de auxílio à decisão baseado na teoria do sistema computacional de suporte à decisão do AGRO Hydros (Martins Junior, 2014a; 2014b), que consiste em um conjunto de sistemas de inteligência computacional aplicados em situações particulares. A ideia do sistema computacional se apresenta para responder às questões colocadas como problemas legais (infringentes ao conteúdo jurídico ambiental do Brasil por seus impactos ambientais) que possam ser importantes e fundamentais para o planejamento territorial, e visam ao desenvolvimento econômico sustentável. Ou seja, a proposta do ORDTer SOLOS se estrutura a partir dos fundamentos da legislação brasileira vigente e utiliza técnicas e soluções de Engenharia, como a cartografia.

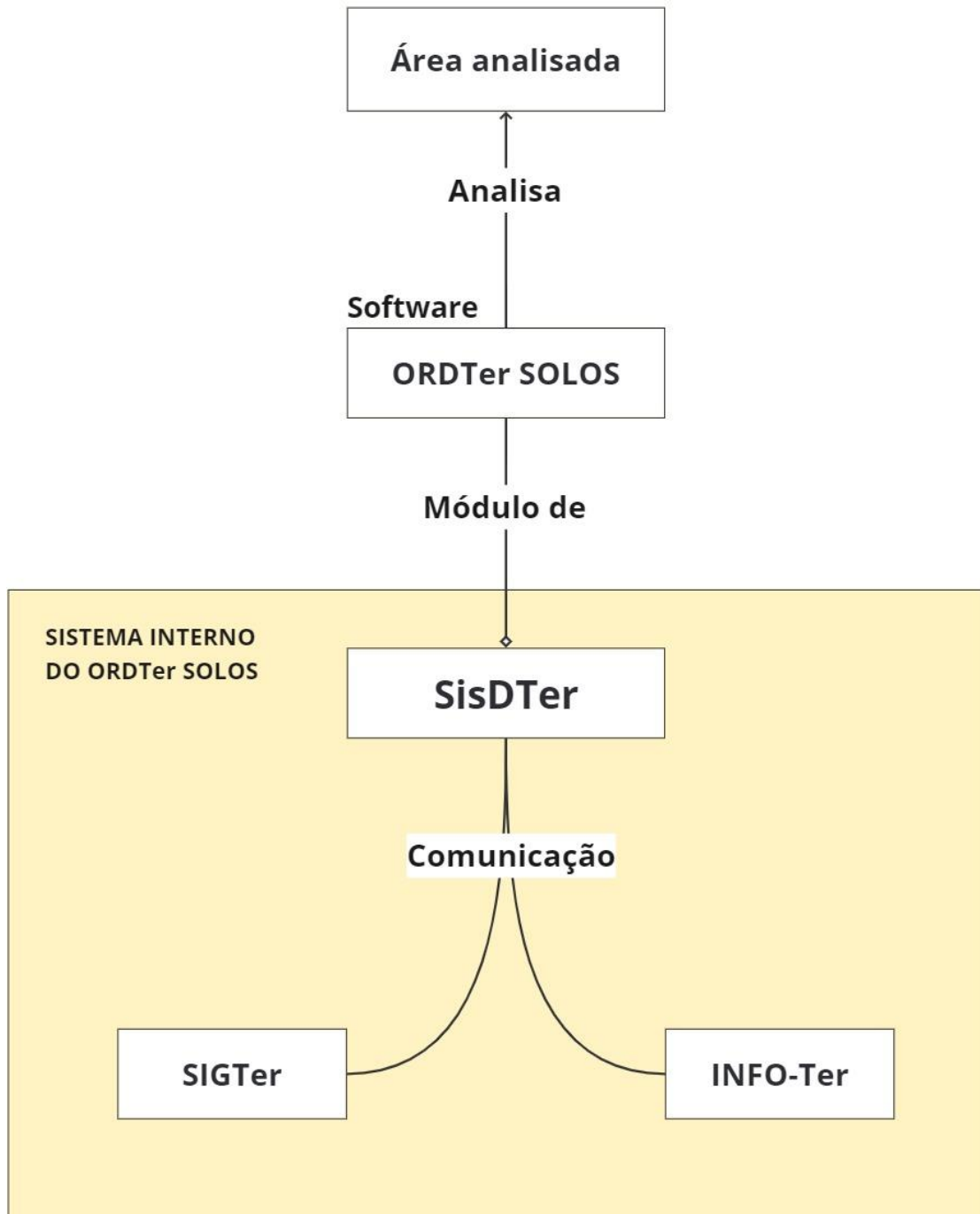
Neste artigo apresentamos alguns resultados referentes à parte do MO, conforme exposto no Quadro 3 e nas Figuras 5, 6, 7 e 8. Ressalta-se que os demais estudos podem ser encontrados na tese de Teixeira (2018). Assuntos complementares à pesquisa referente à teoria do sistema computacional de suporte à decisão baseada no AGRO Hydros podem ser examinados em Martins Junior (2014a; 2014b).

Quadro 3 - MO-2

MO-2	Aspectos variantes	
Estrutura	Figura 4	
Processo	Figuras 5, 6 e 7	
Pessoas	1. Desenvolvedores: Marcilio Baltazar Teixeira e Paulo Pereira Martins Junior 2. Membros do Comitê de Bacia e de instituições públicas 3. Especialista em Meio Ambiente	
Recursos	Sistemas de informação e recursos computacionais	<p>SisDTER: Sistema de Apoio à Decisão em Gestão do Território, que deve possuir uma organização de inferências lógicas. Esse sistema pode ser um módulo do sistema de decisão, que enfoca a aplicabilidade/aplicação das soluções de Engenharia Ambiental e Geotecnia (Obras de Terra).</p> <p>INFOR-Ter: Sistema de pesquisa e armazenamento inteligente de informações na área de Engenharia Ambiental e Geotecnia (Obras de Terra). Estruturado em tópicos, deve conter textos explicativos, modelos matemáticos e programas utilitários.</p> <p>SIGTer: Sistema de Informação Geográfica, deve ser um servidor de mapas e informações georreferenciadas. Possibilita acesso, via web, o que inclui visualização, adição e manipulação de imagem e dados.</p>
	Equipamentos e materiais	<p>Todo o sistema demanda um servidor, via web, que deve operar em uma instituição hospedeira.</p>
Conhecimento	Conhecimento usado no ORDTER SOLOS	<p>Considerando a ampla listagem de conhecimento a ser usada para o programa ORDTER SOLOS, devem ser utilizados conhecimentos de Engenharia Ambiental e Geotecnia (Obras de Terra). Para responder a primeira pergunta – quais são as metodologias de Engenharia Ambiental e Geotecnia (Obras de Terra) de conservação dos solos? –, será necessário recorrer, exclusivamente, ao rol de opções teóricas e práticas da Engenharia Ambiental e Geotecnia (Obras de Terra) existente no conteúdo do sistema computacional. Para responder a segunda pergunta – onde posso aplicá-las? –, recorre-se aos conhecimentos das Geociências Ambientais, Engenharia, Agrárias e Cartográficas. Os critérios das Ciências e Engenharia têm a função particular de estabelecer as condições de aplicação dos métodos.</p> <p>Para responder à terceira pergunta – como aplicá-las? –, é necessário recorrer aos conhecimentos de Engenharia Ambiental e Geotecnia (Obras de Terra) e às condicionantes ambientais degradantes.</p>

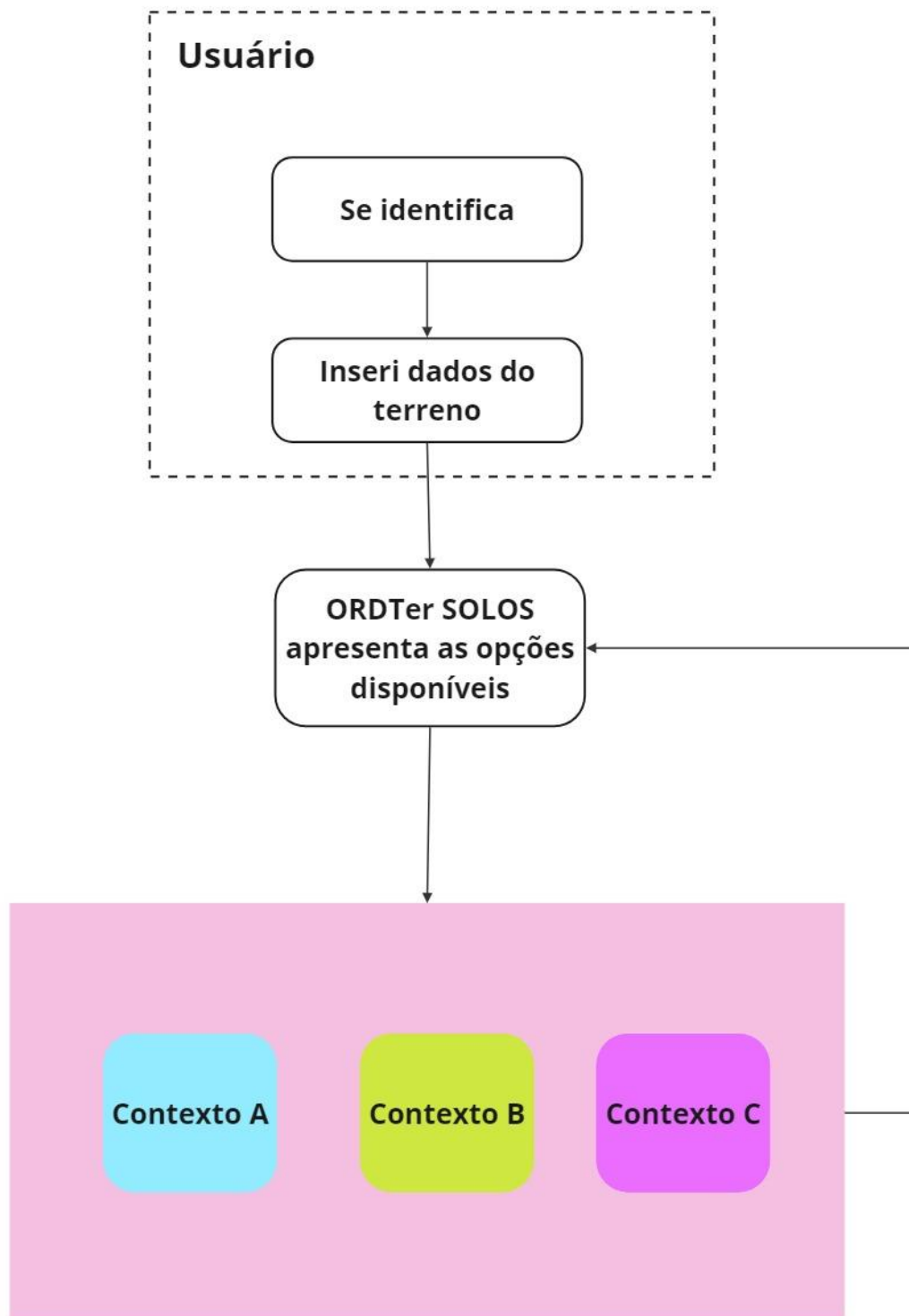
Fonte: Adaptado de Martins Junior (2014a; 2014b)

Figura 5 - Diagrama de fluxo da informação para a tomada de decisão sobre o território



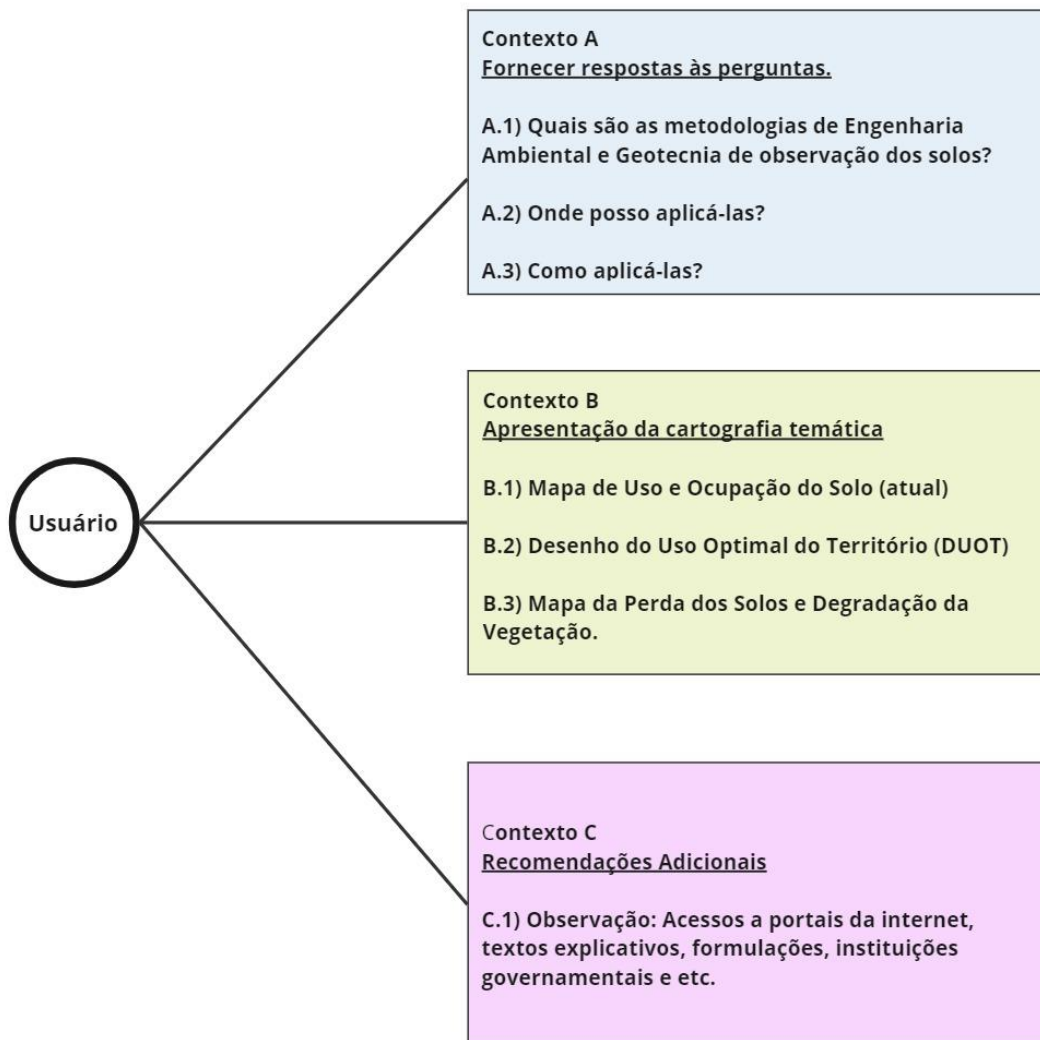
Fonte: Modificada de Martins Junior (2014a; 2014b)

Figura 6 - Diagrama de acesso ao sistema computacional de suporte à decisão



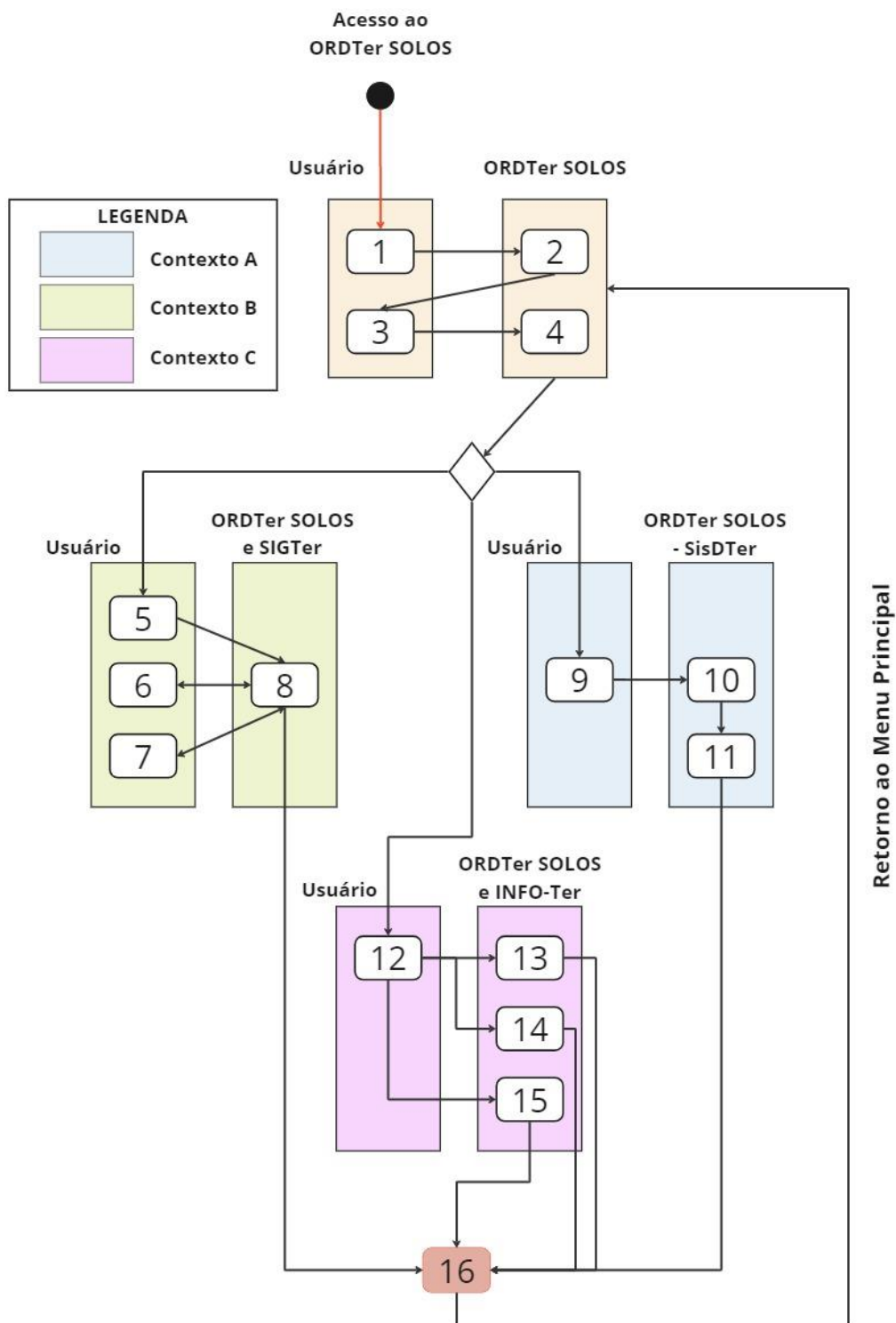
Opções disponíveis (Contexto A, B e C): observar a Figura 6.
Fonte: Modificada de Martins Junior (2014a; 2014b)

Figura 7 - Diagrama de opções disponíveis ao usuário do sistema computacional de suporte à decisão



Fonte: Modificada de Martins Junior (2014a; 2014b)

Figura 8 - Diagrama operacional do sistema computacional de suporte à decisão



- * Contexto A - SisDTer
- * Contexto B - SIGTer
- * Contexto C - INFO-Ter

} Observar a Figura 7.

Fonte: Modificada de Martins Junior (2014a; 2014b)

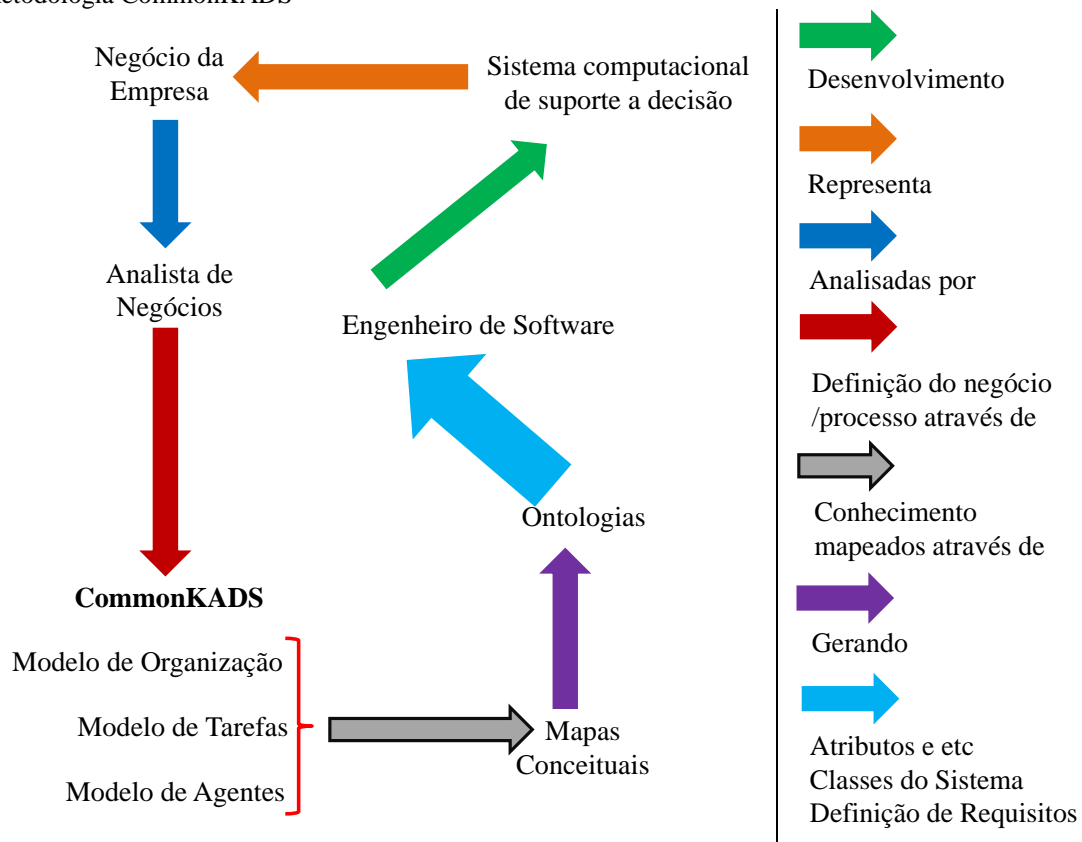
VI - DISCUSSÃO

O exemplo prático do organograma fundamental de gestão do território, um compilado da teoria do sistema computacional de suporte à decisão do AGRO Hydros (Martins Junior, 2014a; 2014b) e de elementos geoinformativos desenvolvidos e contidos na tese de Teixeira (2018), aponta para os elementos necessários para chegar em determinado resultado para a implantação e/ou para fazer cumprir a política de uso sustentável e conservação do meio ambiente. Dessa forma, é obrigatório levantar, para o desenvolvimento do modelo desta pesquisa, informações do meio físico da região, como: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, e uso e ocupação atual do terreno. Essas informações podem ser obtidas de maneira direta, no campo, e também de maneira indireta, por meio de referências bibliográficas, imagens orbitais etc. Todas devem ser integradas em um SIG, com o objetivo de realizar a avaliação do terreno sob o ponto de vista do eD (ver esta metodologia em Martins Junior, 2014c, e a sua aplicação em Teixeira, 2018) e das potencialidades agrícolas, socioeconômicas e ambientais.

O sistema de conhecimento para suporte à decisão deve fazer uso dos diversos resultados parciais e finais de cada etapa da gestão do território para apresentar as soluções diante dos problemas socioeconômicos e ambientais levantados para a região de interesse. Vale ressaltar que as variáveis estudadas nesta proposta do sistema ORDTER SOLOS são algumas relacionadas ao campo da Engenharia: geologia, pedologia etc. As variáveis políticas, humanas, econômicas, jurídicas, entre outras, foram deixadas de fora. Dessa forma, o que se pretende aqui é a abertura de um ponto de partida para uma discussão de um sistema muito mais amplo e abrangente e que realmente atenda às necessidades da localidade de estudo, ou que sirva de exemplo para outras localidades Brasil afora.

Assim, a aplicação da metodologia CommonKADS, que tem como referência as etapas da gerência da política de gestão do território apresentadas na Figura 3, deve ter, como objetivo, além do auxílio da constituição teórica do sistema de conhecimento citado, o apontamento conceitual de um procedimento digital capaz de auxiliar na condução da política ambiental de determinada região, que, no caso desta pesquisa, é o município de São Francisco-MG. Desse modo, para melhor entendimento da aplicabilidade do CommonKADS na constituição de modelos teóricos para o desenvolvimento do sistema de conhecimento de auxílio à gestão do território, observa-se que os elementos que compõem a Figura 9 podem ser conceituados da seguinte forma:

Figura 9 - Proposta equivalente para desenvolvimento de sistemas de conhecimento com uso da metodologia CommonKADS



Fonte: Modificada de Suzuki *et al.* (2007)

- Negócios da empresa: gestão territorial desenvolvida pela repartição pública. O objeto físico (negócio da empresa) é a bacia hidrográfica;
- Analistas de negócio: técnicos e engenheiros que avaliam o território e seu gerenciamento sob o ponto de vista socioeconômico e ambiental (usuários especialistas e gestores). Esses profissionais indicam o problema e a oportunidade, seja do gerenciamento administrativo do objeto físico ou das condicionantes do/dos ambiente/ecossistemas;
- Mapas conceituais: descrevem conceitualmente as partes de funcionamento do sistema de conhecimento para suporte à decisão, ao considerar as atividades e as informações que devem estar envolvidas no processo real da gestão de alguma unidade territorial;
- Ontologia: representação organizada de conhecimentos que descrevem as formas como os elementos constituintes do sistema de conhecimento para suporte à decisão podem se relacionar uns com os outros. Apontam para as propriedades, as características ou os parâmetros que esses elementos podem ter ou compartilhar;
- Engenheiro de software: profissional do ramo das Ciências da Computação que especifica, desenvolve, implanta, realiza manutenção e cria softwares diversos para avaliar e garantir o seu bom funcionamento;
- Sistema: um sistema computacional (ou de conhecimento) consiste em um conjunto de dispositivos eletrônicos (hardware) capaz de processar informações de acordo com um

programa (software). Esse é o conceito geral do sistema de conhecimento para suporte à decisão para gestão territorial em análise nesta pesquisa.

Sendo assim, ao ser implementado, o modelo do sistema de conhecimento para suporte à decisão deve apresentar, ao usuário, em tela, todos os resultados parciais referentes às etapas do processo real de gerenciamento do território, de maneira digital e interativa. O gestor ou o agricultor são subsidiados com informações sobre o ambiente que podem facilitar a tomada de decisão e oferecer soluções para resolver os problemas que desequilibram o ecossistema.

Dessa forma, o CommonKADS deve ser usado para mapear conceitualmente todas as etapas das funções operacionais básicas de funcionamento dessa proposta do sistema de suporte à decisão, por meio do oferecimento, ao engenheiro de software, de ontologias suficientes para a concretização desse sistema que pode ajudar o poder público a garantir a aplicação (ou a constituição) de sua política pública de gestão territorial. Assim, para o levantamento das informações que constituem a base teórica desse sistema, é preciso ter conhecimento das condicionantes necessárias para sustentar a gestão do território, assim como do organograma básico organizacional que estabelece as direções prioritárias do fluxo de informação dentro do gerenciamento do território de determinada repartição pública responsável (por exemplo) por essa atividade de gestão ambiental.

VII - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para finalizar, a concepção de sistemas de conhecimento, a partir do uso da metodologia CommonKADS, deve começar pela compreensão sobre o negócio a ser desenvolvido e pelo mapeamento do conhecimento envolvido. A modelagem conceitual do sistema de conhecimento para suporte à decisão, de acordo com Suzuki *et al.* (2007, p. 1), “é uma forma de tornar compreensível e replicável (abstraindo e representando) a complexidade da realidade, de forma a facilitar o entendimento dos processos do negócio de uma empresa”. Com isso, a pesquisa destacou um marco representativo para o ramo de sistemas, por indicar possibilidades de representar o conhecimento, de organizar as ideias e de facilitar uma visualização sobre o domínio do problema.

A teoria de sistema de conhecimento exposta neste trabalho considerou apenas a sistemática de gerência de uma suposta região de interesse (uma bacia hidrográfica sob responsabilidade de um órgão ambiental no município de São Francisco-MG. Novamente, ressalta-se que as variáveis estudadas nesta pesquisa para o desenvolvimento da teoria do sistema ORDTer SOLOS foram aquelas ligadas ao arcabouço da Engenharia e que várias outras não foram levadas em consideração em decorrência de limitações quanto à disponibilidade de conhecimento, recursos humanos, financeiros, técnicos etc., ainda que sejam extremamente relevantes para a composição de um sistema de tomada de decisão. Portanto, como descrito no escopo deste estudo, pretendeu-se instigar a discussão a respeito de um sistema muito mais amplo e abrangente, que atenda às necessidades da localidade enfocada e que sirva de exemplo para outros casos.

Para dar continuidade à questão da modelagem do conhecimento em CommonKADS, o órgão ambiental deve dispor de uma estrutura administrativa, organizacional e operacional definida para atuar em uma determinada localidade de interesse e que visa atender a determinadas demandas. Hipoteticamente, é como se fosse uma empresa que possui uma sistemática de gestão e organização que precisa ser mapeada

e estudada para melhor funcionamento organizacional, operacional e gerenciamento de suas atividades. Assim, podem ser indicadas possíveis falhas e soluções inseridas na gestão dessa “empresa” para atender melhor às suas demandas.

Ressalta-se que não foi considerado, nesta pesquisa, o mapeamento que deve ser feito com o CommonKADS para indicar o caminho lógico dos procedimentos envolvidos nas subatividades e subtarefas, como levantamentos e geoprocessamento das geoinformações preliminares, que são de extrema importância para o sucesso desse tipo de sistema de conhecimento para a gestão do território. Para exemplificar o que foi exposto, geoprocessar uma imagem digital para obter um determinado resultado no estudo de uma localidade de interesse define um caminho lógico para atingir um objetivo final qualquer. O caminho dessa atividade de geoprocessamento precisa ser mapeado para que o gestor ou o agricultor possam repeti-lo sem a necessidade de o especialista em geoprocessamento desenvolver diversas “simulações” para uma avaliação específica. Logo, se essa proposta do sistema de conhecimento for implementada, deve executar a atividade de compilação digital das geoinformações de maneira automática para atingir os diferentes resultados simulados efetuados pelo especialista em geoprocessamento. As subatividades de cunho técnico que precedem, fortalecem e alimentam de informações a gestão territorial são muito importantes na atividade de gestão do território.

Para finalizar, no que tange à abrangência e ao alcance desse método, a aplicação da metodologia do CommonKADS para a constituição do ORDTer SOLOS proporcionou, em partes, a organização do conhecimento existente e possibilitou, nesse caso, a proposição da oferta de um sistema teórico de auxílio à decisão ambiental para agricultores e gestores de bacia hidrográfica. Dessa maneira, conforme Martins Junior (2014a; 2014b), com sua implementação possível a partir da viabilidade do projeto teórico em CommonKADS, espera-se que os usuários passem a assumir uma postura mais coerente em relação às suas atividades de uso territorial e incorporem, em seu escopo de decisão, as corretas variáveis ambientais, com suas implicações na produtividade econômica. Essas informações podem ser úteis tanto sobre uma região onde será iniciada uma atividade produtiva, quanto em uma região que já possui ocupação efetiva. Mesmo os produtores que não possuem um problema relacionado à atividade de agricultura podem usufruir de melhorias no planejamento de suas propriedades. A amplitude de barganha de um projeto de um sistema teórico de tomada de decisão, constituído a partir da metodologia CommonKADS, é infinitamente grande, dada a praticidade de organizar o conhecimento de maneira objetiva, clara, versátil e lógica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), pela aprovação do projeto de pesquisa no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais (Doutorado); à Fundação Rural Mineira (RURALMINAS), por ceder, gentilmente, as informações fundamentais para as análises progressivas e regressivas da degradação do cerrado; ao geógrafo Vitor Alves Souza, pelo apoio nas atividades cartográficas que envolveram a utilização do software ArcGIS e QGIS; às revisoras Elodia Honse Lebourg e Isabela Piva, pela correção da língua portuguesa; e também à Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

ALVES, H. M. R.; ALVARENGA, M. I. N.; LACERDA, M. P. C.; VIEIRA, T. G. C. Avaliação das terras e sua importância para o planejamento racional do uso. **Informe Agropecuário**, v. 24, n. 220, p. 82-93, 2003.

BRASOL. **Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Jequiá, Pacuí e trechos do São Francisco - UGRH SF6**. Belo Horizonte: Brasil Ação Solidária, 2010. 710p.

BRAZ, N. M.; ARAUJO, J. O. A metodologia CommonKADS como ferramenta de gestão do conhecimento no Instituto Federal da Bahia. **Revista E.T.C.**, v. 2, n. 8, p. 13-27, 2011.

CASTRO, A. F.; SOUTO, M. V. S.; AMARO, V. E.; VITAL, H. Desenvolvimento e aplicação de um banco de dados geográficos na elaboração de mapas da morfodinâmica costeira e sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo em áreas costeiras localizadas no Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, p. 53-64, 2003.

DAVENPORT, T.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital**. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 1998. 256p.

DRUCKER, P. **Post-capitalist society**. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 1993. 204p.

FIALHO, F. A. P.; MACEDO, M.; SANTOS, N.; MITIDIARI, T. **Gestão do conhecimento e aprendizagem: as estratégias competitivas da sociedade pós-industrial**. Florianópolis: Visual Books, 2006. 196p.

LARMAN, C. **Applying UML and patterns: an introduction to object-oriented analysis and design and the unified process**. Vancouver: Prentice Hall PTR, 2002. 616p.

Lucid Software Inc. **O que é um diagrama UML?** 2024. Disponível em: <https://www.lucidchart.com/pages/pt/o-que-e-uml>. (Acesso em: 14/07/2024.)

MARTINS, B.; SUBRAMANIAN, G.; YAVERBAUM, G. Benefits from expert systems: an exploratory investigation. **Expert Systems With Applications Review**, v. 11, n. 1, p. 53-58, 1996.

MARTINS JUNIOR, P. P. **Gestão de bacias hidrográficas: instrumentos. O quê e para quê?** Ouro Preto; Belo Horizonte: CETEC; Apostila Pré-livro, 2014c. 288p.

MARTINS JUNIOR, P. P. **Organização Sistema Agro-Hydros**. Ouro Preto: Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2014a. 55p. (Apostila, documento não publicado)

MARTINS JUNIOR, P. P. **Conceitos: rodas de correlações e impactos**. Ouro Preto: Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2014b. 34p. (Apostila, documento não publicado).

MinasGeraisMG.Net (2024). **Cidades de Minas Gerais: São Francisco-MG**. Disponível em: <https://minasgeraismg.net/cidades/sao-francisco#economia-de-s%C3%A3o-francisco-mg>. (Acesso em: 14/07/2024.)

PIMENTEL, P. A governança da geoinformação no âmbito do Governo Federal do Brasil. **Portal Ambiente Legal**, 14 de maio de 2020. Disponível em: <https://www.ambientelegal.com.br/a-governanca-da-geoinformacao-no-ambito-do-governo-federal-do-brasil/>. (Acesso em: 14/07/2024.)

SCHREIBER, G.; AKKERMANS, H.; ANJEWIERDEN, A.; DE HOOG, R.; SHADBOLT, N.; VAN DE VELDE, W.; WIELINGA, B. **Knowledge engineering and management**. The CommonKADS Methodology. London: The MIT Press, 2000. 447p.

SUZUKI, E.; SUZUKI, V.; DE ABREU, A. F.; SOUZA, W. Sistemas de conhecimento com uso de CommonKADS e ontologias: um alinhamento entre negócios e desenvolvimento. **Revista Gestão Industrial**, v. 3, n. 4, p. 57-67, 2007.

TEIXEIRA, M. B. **Implicações geoambientais para o desenvolvimento da teoria do sistema computacional de suporte a decisão para gestão do território e da erosão dos solos**. 2018. 360f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental e Recursos Naturais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

VIEIRA, C. G. **Sistema de apoio à aplicação da metodologia CommonKADS em projeto de engenharia do conhecimento**. 2004. 192f. Monografia (Bacharelado em Sistema de Informação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina 2008.