

ONIAQUIS – UMA ONTOLOGIA PARA A INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO¹

ONIACHES - AN ONTOLOGY FOR THE INTERPRETATION OF A CHEMICAL ANALYSIS OF SOIL

Gleudson Antônio Cardoso da Silva², Cristina Paludo Santos³ e Denilson Rodrigues da Silva⁴

RESUMO

O aumento exponencial dos dados, em diversas áreas de aplicação, motiva pesquisas em técnicas que visam a melhorias no tratamento e na recuperação da informação. Nesse contexto, ontologias são usadas em diferentes domínios, como uma alternativa para a organização da informação e sistematização de conceitos e conhecimentos. Neste trabalho, destaca-se o uso de ontologias no domínio da agricultura de precisão, mais especificamente, na análise química dos solos. Apresenta-se a ontologia ONIAQUIS, a qual fornece suporte ao processo de interpretação de aspectos químicos do solo. Também discute-se como as ontologias podem contribuir para o domínio envolvido, além da metodologia utilizada no processo de seu desenvolvimento.

Palavras-chave: análise, agricultura de precisão

ABSTRACT

The exponential increase of data in several application areas have motivated researches in techniques that aim at improving the treatment and recovery of information. In this context, ontologies are being used in different domains as an alternative of organizing information and systematizing concepts of knowled-

¹ Trabalho de Iniciação Científica - URI.

² Acadêmico do Curso de Ciência da Computação - URI - Santiago.

³ Coautora - URI - Santiago.

⁴ Orientador - URI - Santiago

ge. This paper highlights the use of ontologies in the precision agriculture, more specifically, in chemical analysis of soils. It is presented the ONIACHES Ontology, which supports the process of interpretation of chemical aspects in soil. It is also discussed how ontologies may contribute for the involved domain and the methodology used in its development process.

Keywords: analysis, precision agricultural

INTRODUÇÃO

A recente evolução tecnológica implica em mudanças nas diversas áreas de aplicação. Com a área agronômica não poderia ser diferente, pois o uso de técnicas de geoprocessamento e o sistema de posicionamento global, com técnicas tradicionais para coleta de dados, fornecem uma vista nova no processo de agricultura. A modificação na maneira de fazer a agricultura resulta no aumento dos dados, que devem ser analisados eficientemente e exatamente por especialistas da área. Assim, a tarefa da análise torna-se mais complexa para eles, porque é necessário fazer a correlação entre dados das fontes diferentes.

A manipulação dos dados controlados requer o uso da informação, que é diversa, complexa e vasta, incluindo tarefas estruturadas e fracamente estruturadas de dados simbólicos, numéricos, convencionais e conhecimento. A informação necessita ser processada e combinada para suportar tarefas em um nível cada vez mais elevado, até que seja aplicada por um especialista para a tomada de decisões.

A fim de tornar eficazes os dados, a informação e o conhecimento gerados durante o processo, devem, eficientemente, ser coletados, organizados e armazenados para que possam ser preservados para a aplicação em demais tarefas. Desse modo, a demanda para a informação organizada tem motivado pesquisa em diversas áreas com a finalidade comum de sistematizar a informação para assegurar que o acesso é feito de uma maneira rápida e confiável. Nesses estudos, ontologia é um termo atual (GÓMEZ-PÉREZ et al., 2003; STAAB, 2004).

Uma ontologia representa a sistematização dos conceitos de um domínio do conhecimento e serve como base à produção de ferramentas computacionais, transformando o conhecimento tácito (implícito) em conhecimento explícito (representável), para que possam desenvolverem-se

aplicações que suportem o conhecimento empregado em um determinado domínio. Aplicações que utilizam ontologias geralmente presentificam-se em sistemas, como gestão do conhecimento, geração de linguagem natural, modelagem de empresas, modelagem de sistemas de conhecimento, módulos de interoperabilidade entre sistemas, classificações em comércio eletrônico, *web* semântica, interligação de banco de dados e “*data warehouse*” (GRUBER, 1993). Pode-se obter uma descrição mais detalhada do uso de ontologias, nas diversas áreas do conhecimento, em Almeida e Bax (2003). Na agricultura, destaca-se o uso de ontologias na construção de sistemas de informação geológica (SMITH; MARK, 1998).

Neste artigo, descrevem-se as características principais da ontologia ONIAQUIS, a qual sistematiza a tarefa de interpretação da análise química do solo. Essa tarefa compõe uma das etapas da análise que consiste no estudo das amostras extraídas em áreas diferentes de produção cuja finalidade consiste na determinação das propriedades químicas do solo. Essa informação deve ser interpretada para determinar o potencial produtivo e as técnicas aplicáveis na exploração e na preparação do solo.

Uma visão geral da ontologia ONIAQUIS apresenta-se nas seções seguintes, organizadas conforme segue: a seção dois apresenta os componentes envolvidos no processo da agricultura de precisão, enfatizando a fase de análise química do solo; a seção três expõe, de maneira geral, a ontologia proposta e, por fim, apresentam-se as conclusões, na seção 4.

O PROCESSO DE ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

A AGRICULTURA DE PRECISÃO

A agricultura de precisão, também chamada de AP, é uma filosofia de gerenciamento agrícola que parte de informações exatas, precisas e se completa com decisões exatas. Ela representa uma maneira de gerir um campo produtivo metro a metro, levando em conta o fato de que cada pedaço da fazenda tem propriedades diferentes (ROZA, 2000).

O ciclo da AP compõe-se, basicamente, por 4 partes. Na figura 1 demonstram-se suas principais atividades, enfatizando a etapa de análise do solo, primeira etapa realizada no ciclo de uma safra e a qual pertence a análise química.



Figura 1 - Ciclo da agricultura de precisão.

A interpretação dos dados obtidos, a partir da análise química do solo, permite ao especialista o diagnóstico de suas possíveis deficiências nutricionais e de suas características, pois possibilita a interferência humana para manutenção das propriedades do solo, a fim de aumentar seu potencial produtivo.

Essa interferência realiza-se por meio do uso de fertilizantes na etapa posterior, visando a suprir as carências nutricionais do solo e de corretivos de acidez, adequando o pH do solo ao teor ideal necessário para o pleno desenvolvimento da cultura produzida na área analisada.

O impacto ambiental, causado pela interferência humana, também é levado em consideração pela análise química do solo, as interpretações dos dados relativos a alguns elementos químicos são importantes para diagnosticar e evitar possíveis contaminações tanto do solo quanto dos lençóis freáticos.

A ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Apresenta-se uma visão geral do processo da análise química do solo na figura 2. Nela, cada quadro corresponde a uma das tarefas que compõe o processo de análise:



Figura 2 - Processos compositores da análise química do solo.

A metodologia de preparo e análise das amostras de solo segue um protocolo uniforme dos laboratórios. Estuda-se a adequação dos métodos utilizados em instituições de pesquisa e se monitora por meio do controle de qualidade. A interpretação dos resultados analíticos acontece pela utilização de faixas de valores, as quais correspondem a diferentes graus de intensidade dos atributos ou dos parâmetros analisados. As recomendações de corretivos de acidez podem ser feitas por cultura, por sistemas de cultivo utilizado ou por disponibilidade de recursos (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004).

Como o processo de interpretação depende do conhecimento do especialista e de um volume bastante significativo de dados, ele acaba demandando bastante tempo. Isso se torna um problema, à medida que cresce a demanda por esse tipo de análise, pois, geralmente, em apenas uma propriedade são realizadas diversas análises. Com base nisso, torna-se viável a criação de uma ferramenta computacional que forneça suporte à tarefa, tal ferramenta fará uso dos benefícios do modelo ontológico desenvolvido neste trabalho.

A ONTOLOGIA ONIAQUIS

A construção de uma ontologia que sistematiza o processo de interpretação de análise química do solo define uma infraestrutura capaz de integrar sistemas inteligentes em nível de conhecimento. O nível de conhecimento é independente do nível de implementação e, nesse sentido, ontologias apresentam vantagens como: (a) colaboração: possibilitam o compartilhamento do conhecimento entre os membros interdisciplinares de uma equipe; (b) interoperação: facilitam a integração da informação, especialmente em aplicações distribuídas; (c) informação: podem ser usadas como fonte de consulta e de referência do domínio e (d)

modelagem: as ontologias representam-se por blocos estruturados que podem ser reutilizados na modelagem de sistemas no nível de conhecimento.

METODOLOGIAS UTILIZADAS

Para a construção da ONIAQUIS foram utilizadas as metodologias METHONTOLOGY (GÓMEZ-PÉREZ et al., 2003) e CommonKADS (G. SCHREIBER, 2000). METHONTOLOGY enfatiza o processo de manutenção da ontologia, o qual é semelhante ao processo de engenharia de *software* e de engenharia do conhecimento, possui documentação disponível na *internet*, ferramentas que suportam a metodologia e é recomendada pela FIPA (“*Foundation for Intelligent Physical Agents*”). Aproveitou-se a metodologia CommonKADS para complementar a METHONTOLOGY, possibilitando a modelagem de estruturas de inferência.

PROPÓSITO E ESCOPO

A ontologia desenvolvida tem, como principal objetivo, a formalização de uma das técnicas de interpretação de análise química do solo no domínio da agricultura de precisão, provendo facilidades na elaboração de soluções computacionais para essa área de aplicação.

A ONIAQUIS cobre a etapa de “interpretação dos resultados analíticos”, uma vez que essa tarefa pode ser computacionalmente automatizada e exige muito conhecimento por parte do especialista. Os métodos da construção da ontologia são os mesmos usados na análise do solo nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

AQUISIÇÃO E VALIDAÇÃO DO CONHECIMENTO

Adotou-se o processo de aquisição do conhecimento, utilizado para a interpretação da análise química do solo, a partir do estudo realizado sobre o Manual de Adubação e Calagem, o qual trata das técnicas realizadas nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

A validação do conhecimento empregado na ontologia proposta deu-se a partir de uma reunião com o engenheiro agrônomo e responsável pelo Laboratório de Análises de Solos da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

DOCUMENTAÇÃO

Para que a ontologia seja de fácil manutenção, geraram-se diversos documentos. De acordo com METHONTOLOGY, confeccionaram-se um documento de especificação e um glossário de termos do domínio escolhido, a fim de serem úteis como referências para a construção da ontologia. O Glossário de Termos da ONIAQUIS especifica nomes, sinônimos, acrônimos e tipo dos atributos a serem usados na ontologia, com uma breve descrição de seus conceitos, relacionamentos e atributos.

MODELOS CONFECCIONADOS

Na construção da ontologia, foram elaboradas taxonomias de conceitos que estruturam o conhecimento por relação e ordem hierárquica, a fim de auxiliarem no processo de compreensão e validação da ontologia.

Para a representação das tarefas envolvidas, em um alto nível de abstração, optou-se pela modelagem da estrutura de inferência utilizada pela metodologia CommonKADS. Na figura 3, retrata-se a estrutura de inferência para a tarefa de interpretação de análise química do solo em um alto nível de abstração. Utilizam-se tais modelos para a troca de informações entre ontologista e especialista.

Nesse modelo, retângulos representam as regras dinâmicas do conhecimento, elipses representam as inferências realizadas, setas indicam dependências de entrada e saída e regras estáticas apresentam-se entre duas barras horizontais.

Para enriquecer a ontologia, antes de serem representados em uma linguagem formal, os axiomas e regras modelaram-se através de Grafos de Conhecimento (LEÃO; ROCHA, 1990). Na figura 4, apresenta-se o grafo para a interpretação do teor de potássio “alto”. Para obter essa interpretação usa-se a decodificação da capacidade de troca de cátions (CTC) e pH 7.

A fim de facilitar a compreensão dos grafos, durante a sua construção, foram adotadas as seguintes definições: (a) em grade: é o nó que representa o estado final da inferência; (b) totalmente preenchido: nó representativo para operadores lógicos; (c) listrado: interpretação resultante de uma inferência realizada em um processo anterior e (d) sem preenchimento: atributo (valores).

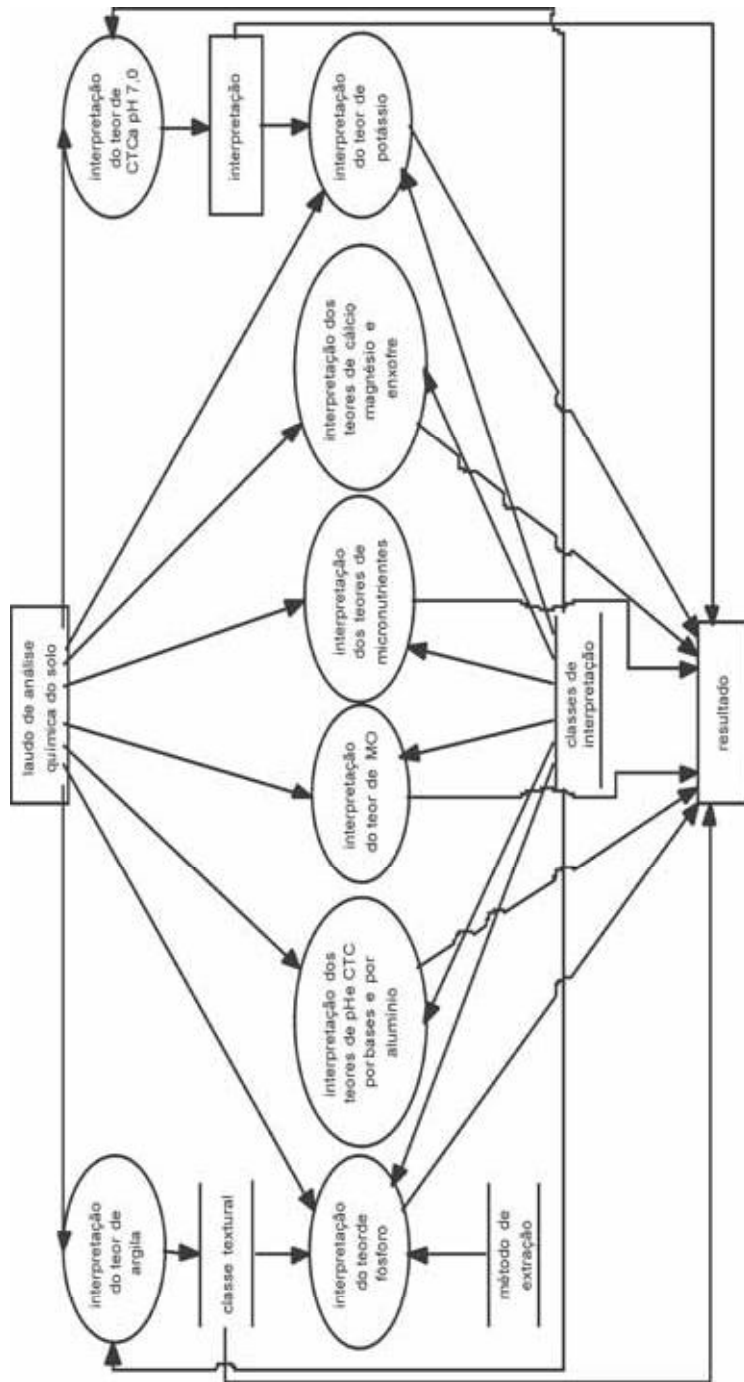


Figura 3 - Estrutura de inferência - Interpretação de análise química do solo.

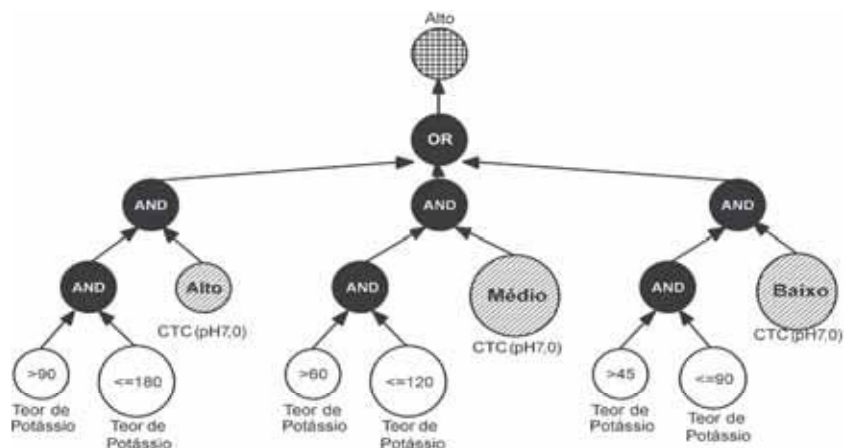


Figura 4 - Grafo de conhecimento para interpretação do teor de potássio Alto.

IMPLEMENTAÇÃO

Para tornar a ONIAQUIS passível de leitura por meios computacionais, permitir o compartilhamento e “reuso” do conhecimento representado, ela foi implementada com uso da ferramenta de edição *protégé* (NOY, 2003) em sua versão 3.3, a qual permite que uma ontologia possa ser exportada em diversos formatos como a OWL (“*Web Ontology Language*”) (BECHHOFFER, 2003), padronizada pela W3C para o desenvolvimento da *web* semântica e RDF Schema (BRICKLEY; GUHA, 1999). Na figura 5, apresenta-se a tela da ferramenta utilizada para edição da ontologia proposta.

Após a edição das taxonomias de conceitos, relacionamentos e atributos da ONIAQUIS, foi possível a instanciação dos conceitos relacionados à interpretação de análise química do solo, de acordo com o conhecimento modelado nas estruturas de inferências e grafos de conhecimento, formando uma base de conhecimento persistente.

A base de conhecimento, formada a partir da ONIAQUIS, auxiliará no processo de modelagem e desenvolvimento de um sistema especialista capaz de realizar o processo de interpretação de análise química do solo de maneira rápida e confiável.

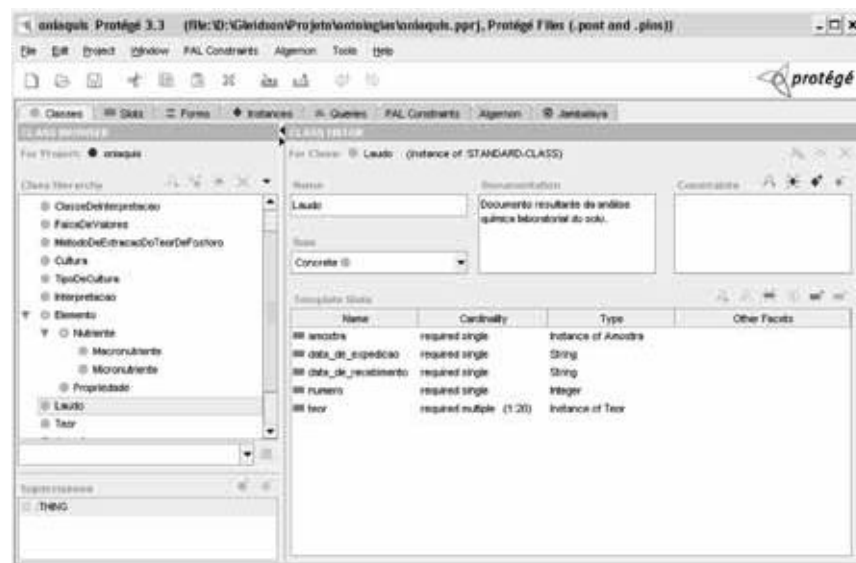


Figura 5 - ONIAQUIS editada com a ferramenta Protégé.

CONCLUSÃO

Neste artigo, apresentou-se a ontologia ONIAQUIS, a qual fornece suporte ao processo de interpretação de análise química do solo no domínio agrícola. Os estudos considerados para a construção dessa ontologia baseiam-se em necessidades reais do domínio da aplicação e usam como subsídio dados oriundos do Manual de Adubação e Calagem, utilizado pela Embrapa nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, e informações fornecidas por um especialista da área.

Vale salientar que a ontologia construída não atende apenas a tarefa de interpretação de análise química do solo, mas também organiza e preserva o conhecimento necessário para outras tarefas associadas à análise de solo. Assim, ela será útil como ponto de partida, para o desenvolvimento de um sistema, baseado em conhecimento que, num primeiro momento, implementará as funcionalidades por ela suportadas.

Por meio do desenvolvimento da ONIAQUIS e, conseqüentemente, do estudo no domínio da agricultura de precisão, percebeu-se a carência de ferramentas computacionais que auxiliem no processo de análise para fins de produtividade, do qual a análise dos aspectos químicos faz parte. Isso motivou o estudo e o planejamento da construção de mais três ontologias que devem sistematizar a interpretação de análises dos aspectos físicos, biológicos e de análise foliar.

Ressalta-se que a construção dessas ontologias permitirá o desenvolvimento de uma ferramenta computacional capaz de auxiliar o especialista em todos os tipos de análise, provendo facilidades para a interpretação das análises de maneira integrada, rápida e confiável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. B; BAX, M. P. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 7-20, set./dez, 2003.

BECHHOFFER, S. et al. **OWL Web Ontology Language Reference**. W3C Proposed Recommendation, 2003. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>

BRICKLEY, D; GUHA, R.V. **Resource Description Framework (RDF) Schema Specification**, 1999. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/PR-rdf-schema>.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed., Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004

G. SCHREIBER, **Knowledge engineering and management: the CommonKADS methodology**, MIT Press, 2000.

GÓMEZ-PÉREZ, A., FERNÁNDEZ-LÓPES, M., CORCHO, O. **Ontological Engineering: with examples from the areas of knowledge management, e-commerce and semantic Web**, Springer-Verlag, 2003.

GRUBER, T. R. A translation approach to portable ontology specifications. **Knowledge Acquisition**: p. 199-220, 1993.

LEÃO, B. F; ROCHA, A. F **Proposed Methodology for knowledge acquisition: a study on congenital heart disease diagnosis**. *Methods of Information in Medicine*, 1990.

NOY, N. F. et al. **Protege-2000: an open-source ontology-development and knowledge-acquisition environment**, *AMIA Annu Symp Proc*, 953, 2003.

ROZA, D. Novidade no campo: Geotecnologias renovam a agricultura. **Revista INFOGEO**, n 11 - jan/fev, 2000. Disponível em: http://www.infogeo.com.br/Revista/materia_11.htm. Acesso em: 21 mai 2000.

STAAB, S. **Why Evaluate Ontology Technologies? Because It Works!** IEEE INTELLIGENT SYSTEMS, Proceedings, IEEE Computer Society, 2004.

SMITH, B; MARK, M. **Ontology and geographic Kinds International Symposium on Spatial data Handling**. Vancouver, BC, Canadá, 1998.