



Uso de ontologias e técnicas de visualização no apoio às pesquisas em eficiência alimentar de gado de leite

Heitor Magaldi¹, Regina Braga¹, Wagner Arbex^{1,2,*}, Mariana Magalhães Campos², Carlos Cristiano Hasenclever Borges¹, José Maria N. David¹, Fernanda Campos¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, heitor.magaldi@gmail.com, {regina.braga, wagner.arbex, fernanda.campos, jose.david}@ufjf.edu.br, cchborges@ice.ufjf.br

³ Embrapa Gado de Leite, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, {wagner.arbex, mariana.campos}@embrapa.br

RESUMO

Com mercado atual cada vez mais competitivo, produtores leiteiros precisam reduzir custos e tornar seus rebanhos competitivos. Nesse sentido, o apoio computacional vem fornecendo alternativas a identificação de animais mais eficientes e, por consequência, proporcionando ganhos econômicos e ambientais. Este artigo apresenta uma arquitetura para apoio as pesquisas de eficiência alimentar desenvolvidas pela Embrapa Gado de Leite e, com o objetivo de, a partir do uso de ontologias e análise de dados, descobrir novo conhecimento e novas relações nas diversas bases de experimentos coletados em campo. Considerando os resultados preliminares, obtivemos indícios das vantagens do uso de ontologias e técnicas de visualização na análise e comparação dos índices de eficiência alimentar. Consideramos que o uso de ontologias e técnicas de visualização podem contribuir para o avanço das pesquisas em eficiência alimentar.

PALAVRAS-CHAVE: Ontologia, SWRL, Eficiência Alimentar, Gado de Leite.

ABSTRACT

Today's with increasingly competitive market, dairy farmers need to cut costs and make their herds competitive. In this sense, the computational support has provided alternatives to the identification of more efficient animals and, consequently, providing economic and environmental gains. This paper presents an architecture to support food efficiency research, developed by Embrapa Dairy Cattle, with the aim of discovering new knowledge and new

* Autor correspondente.

apoio das pesquisas em eficiência alimentar, capaz de uma análise computacional dos dados, é de grande importância para os avanços das pesquisas nessa área.

O objetivo desse artigo é apresentar uma arquitetura de apoio as pesquisas em eficiência alimentar desenvolvidas pela Embrapa Gado de Leite que, a partir do uso de ontologias e análise de dados, permite a descoberta de novo conhecimento e relações nas bases de experimentos relacionados.

O artigo está organizado em quatro seções. Na seção 2, apresenta-se os materiais e métodos adotados para o trabalho. A seção 3 traz as discussões sobre os resultados; e, por fim, a seção 4, as conclusões.

MATERIAL E MÉTODOS

A grande competitividade do mercado atual exige que os produtores leiteiros busquem meios para reduzir seus custos e tornar seus rebanhos competitivos. Diante disso, surge o termo “Agricultura de precisão”, definido como práticas e ferramentas de gerenciamento, compostas de sensores, atuadores e suporte à decisão, com objetivo de otimizar o processo produtivo (McBratney; Whelan; Aneev, 2005) (Bewley, J.M. 2013).

Gruber (1993) definiu ontologia como uma “especificação explícita de um conceito”. Guarino, em 1998, por sua vez, descreveu que a ontologia pode ser descrita nas mais variadas formas, dependendo de seu campo de aplicação. Por exemplo, no senso filosófico, como “um sistema particular de categorias representando uma certa visão do mundo”. Por outro lado, ontologias computacionais são meios para modelar formalmente a estrutura de um sistema, isto é, as entidades relevantes e suas relações que emergem a partir da sua observação e que são úteis para os objetivos desejados (Guarino et al., 2009).

Em 1999, Baker et al. destacam o crescimento do uso de ontologias no domínio de engenharia de software e aplicações web, com o intuito de promover a integração, interoperabilidade e visualização dos dados. Posteriormente, Miah, Gammack e Kerr (2007) desenvolveram um modelo ontológico capaz de centralizar o acesso aos dados de diversas bases, com objetivo de facilitar a consulta e descoberta de informações de forma mais simplificada aos usuários. Em 2015, Verhoosel, Bekkum e Evert propuseram uma abordagem com uso de ontologias com o propósito de unir bases distintas, proporcionando a análise de um grande volume de dados. Os autores desenvolveram uma ontologia composta de 28 conceitos relacionados a eficiência alimentar.

Tomic et al. (2015), em sua arquitetura *agriOpenLink*, utilizam ontologia para centralizar as consultas e acesso aos dados produzidos nos diversos serviços relacionados a agropecuária, tais como dados climáticos, cólicos, pragas, raças, entre outros.

Data Layer

Para o armazenamento dos experimentos, um modelo de dados baseado no modelo relacional foi desenvolvido, com a responsabilidade agora de receber os dados dos novos experimentos. O banco de dados adotado foi o PostgreSQL¹.

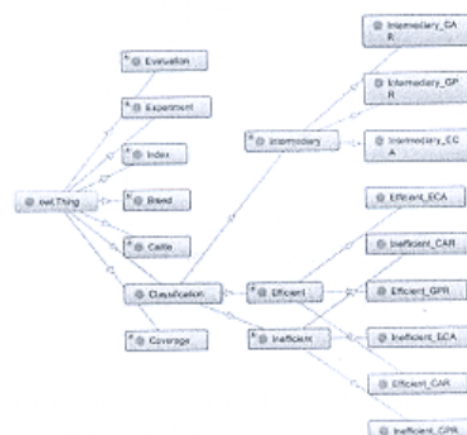
O modelo relacional é composto por informações relativas aos animais, experimentos e informações climáticas. Essas informações possibilitam a observação de características comuns aos grupos eficientes.

Ontology Layer

Para apoio a integração e análises dos dados dos experimentos, foi especificada uma ontologia, denominada Ontologia de eficiência alimentar (OEA) (Figura 2). A ontologia permite a integração semântica entre os experimentos relacionados a eficiência alimentar, permitindo aos pesquisadores a classificação dos animais nos experimentos e a interoperabilidade entre os dados, com vistas a realizar análises cruzadas e descobertas de novas conexões entre experimentos.

A linguagem adotada para implementação da ontologia foi o OWL (*Web Ontology Language*), recomendada pelo W3C (Bechhofer et al., 2004; Hitzler, Krotzsch e Rudolph, 2009). Além disso, a ontologia foi especificada para a classificação dos índices de eficiência alimentar. Assim, devido à necessidade de classificar os animais sobre os índices de CAR, GPR e ECA foram criadas classes específicas e regras específicas para realizar a classificação, considerando os três possíveis níveis: eficiente, intermediário e ineficiente (Figura 2).

Figura 2 – Ontologia de eficiência alimentar (OEA).



Fonte: (Autor, 2017)

¹ <https://www.postgresql.org/>

Figura 3 – Regras SWRL utilizadas para classificação dos animais na arquitetura.

Name	Rule
S1	Cattle(?cattle) ^ isEvaluationOf(?cattle, ?evaluation) ^ Experiment CAR(?evaluation, ?EvaluationCAR) ^ swrlblessThan(?EvaluationCAR, -0.13) -> Efficient CAR(?cattle)
S2	Cattle(?c) ^ isEvaluationOf(?c, ?v) ^ Experiment CAR(?v, ?EvaluationCAR) ^ swrlbgreaterThan(?EvaluationCAR, 0.13) -> Inefficient CAR(?c)
S3	Cattle(?c) ^ isEvaluationOf(?c, ?v) ^ Experiment CAR(?v, ?EvaluationCAR) ^ swrlblessThanOrEqual(?EvaluationCAR, 0.13) ^ swrlbgreaterThanOrEqual(?EvaluationCAR, -0.13) -> Intermediary CAR(?c)
S4	Cattle(?cattle) ^ isEvaluationOf(?cattle, ?evaluation) ^ Experiment GPR(?evaluation, ?EvaluationGPR) ^ swrlbgreaterThan(?EvaluationGPR, 0.0422) -> Efficient GPR(?cattle)
S5	Cattle(?cattle) ^ isEvaluationOf(?cattle, ?evaluation) ^ Experiment GPR(?evaluation, ?EvaluationGPR) ^ swrlblessThanOrEqual(?EvaluationGPR, -0.0422) -> Inefficient GPR(?cattle)
S6	Cattle(?c) ^ isEvaluationOf(?c, ?v) ^ Experiment GPR(?v, ?EvaluationGPR) ^ swrlblessThanOrEqual(?EvaluationGPR, 0.0422) ^ swrlbgreaterThanOrEqual(?EvaluationGPR, -0.0422) -> Intermediary GPR(?c)
S7	Cattle(?cattle) ^ isEvaluationOf(?cattle, ?evaluation) ^ Experiment ECA(?evaluation, ?EvaluationECA) ^ swrlblessThan(?EvaluationECA, -0.3685) -> Efficient ECA(?cattle)
S8	Cattle(?c) ^ isEvaluationOf(?c, ?v) ^ Experiment ECA(?v, ?EvaluationECA) ^ swrlbgreaterThan(?EvaluationECA, 0.3685) -> Inefficient ECA(?c)
S9	Cattle(?c) ^ isEvaluationOf(?c, ?v) ^ Experiment ECA(?v, ?EvaluationECA) ^ swrlblessThanOrEqual(?EvaluationECA, 0.3685) ^ swrlbgreaterThanOrEqual(?EvaluationECA, -0.3685) -> Intermediary ECA(?c)

Fonte: (Autor, 2017)

As regras SWRL (Figura 3) permitem a composição de associações em busca de um novo conhecimento. Por exemplo, a regra S1 tem o papel de classificar os animais eficientes sobre o índice CAR. Para tal, ela utiliza informações previamente conhecidas, tais como: ser uma instância de Cattle, possuir uma avaliação no índice CAR e ter uma avaliação inferior a -0.13. Assim, um animal que possua essas combinações é classificado como CAR eficiente.

Service Layer

Foi implementado um serviço web RESTful em JAVA, responsável por disponibilizar serviços para o armazenamento, gerência e consulta aos dados. E, através desse, permitir a interoperabilidade com outras aplicações e serviços.

As seguintes tecnologias foram utilizadas: servidor de aplicação Tomcat², *reasoner* Pellet³, Jena⁴, Math⁵, JSON(*JavaScript Object Notation*)⁶, Weka⁷ e a JDBC PostgreSQL⁸. As bibliotecas Jena e Pellet facilitam uso de ontologias OWL e máquinas inferência em JAVA. A biblioteca Weka foi utilizada para análise dos dados, utilizando técnicas de agrupamento e classificação, entre outras.

Com objetivo de ilustrar a interação entre as tecnologias, um cenário de uso foi elaborado para um melhor entendimento dessa. Assim, a Figura 4 ilustra os passos de uma requisição do pesquisador até o retorno do serviço web com a visualização desejada.

2 <http://tomcat.apache.org/>
 3 <https://nvd.repositary.com/artifactory/net.sourceforge.owlapi/pellet-owlapi-ignazio1977>
 4 <https://jena.apache.org/download/index.cgi>
 5 http://commons.apache.org/proper/commons-math/download_math.cgi
 6 <http://www.json.org/json-pt.html>
 7 <http://www.java2s.com/Code/Jar/w/Downloadweka.jar.htm>
 8 <https://jdbc.postgresql.org/download.html>

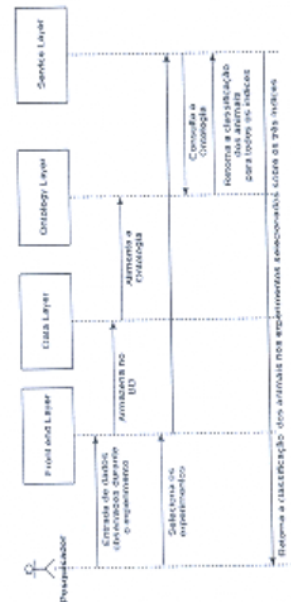
cargo do pesquisador. Assim, quanto maior o volume dos experimentos, animais e índices, mais complexas eram as análises.

Através da utilização da arquitetura, o pesquisador deixa de lado a utilização de inúmeras ferramentas de terceiros e passa a utilizar apenas a arquitetura. Essa terá o papel de centralizar todas as informações dos experimentos e permitir o acesso distribuído e remoto aos dados. Para o acesso às classificações, o pesquisador escolhe apenas o experimento ou os experimentos desejados e repassa à arquitetura, que irá encarregar-se de classificar os animais e realizar as análises dos dados.

Figura 5. Diagrama de seqüência do para classificação dos animais, anterior a arquitetura.



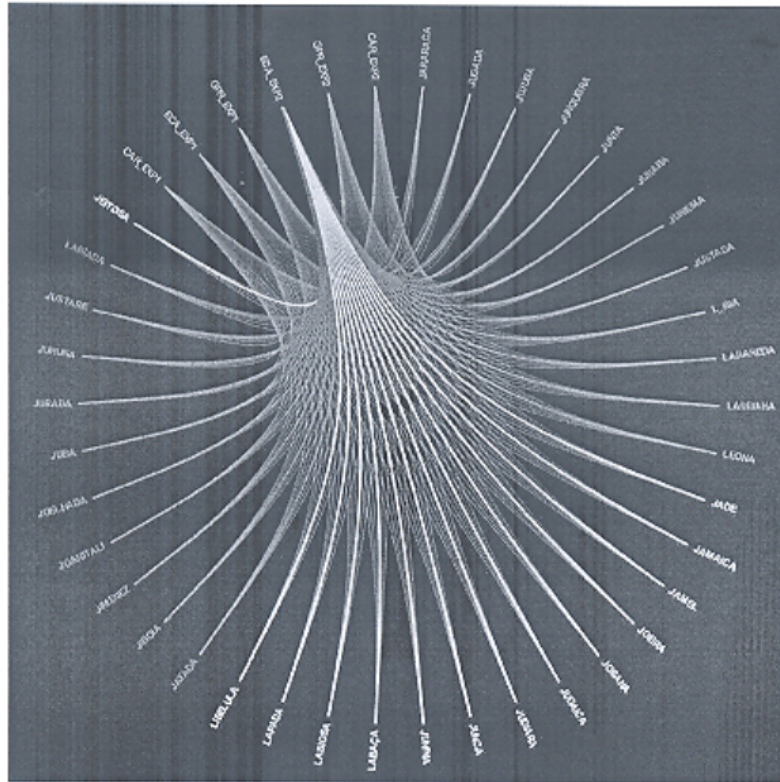
Figura 6. Diagrama de seqüência do para classificação dos animais utilizando a arquitetura. O diagrama mostra a interação entre um pesquisador e quatro camadas de software: Front End Layer, Data Layer, Ontology Layer e Service Layer. O processo envolve a entrada de dados, atribuição de IDs, seleção de experimentos e a execução de algoritmos de classificação e análise de dados.



Como prova de conceito da viabilidade da arquitetura, utilizou-se dados de experimentos relacionados com eficiência alimentar. Mais especificamente, dados do experimento fase 2 - Recria em confinamento, com animais entre 3 e 9 meses, conforme especificado na Tabela 1.

O experimento foi conduzido com 36 novilhas F1 Girolando. Para isso, os serviços do Service Layer foram utilizados a partir do Front End Layer. Os dados do experimento foram carregados, segundo o modelo de dados, e instanciados na ontologia. A partir do uso do reasoner e regras lógicas definidas, estes dados relativos a animais do experimento foram

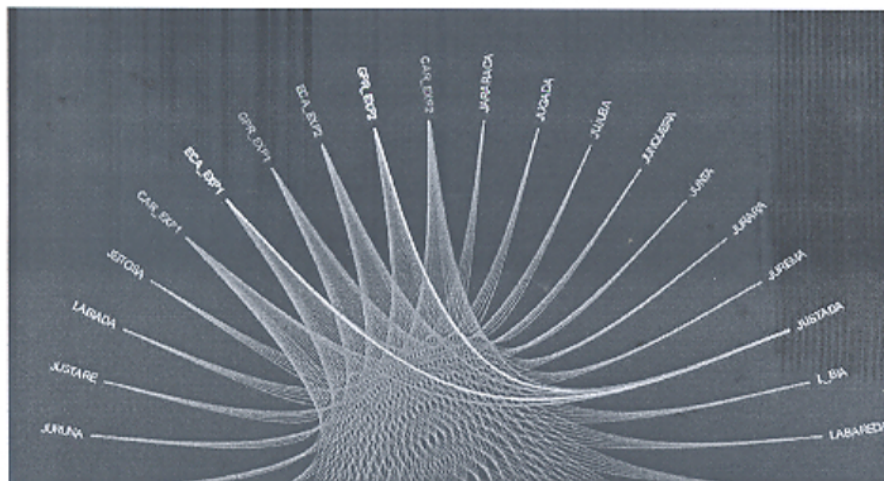
Figura 8 – Visualização do experimento 2, classificando os animais sob o índice ECA eficientes, intermediários e ineficientes.



Fonte: (Autor, 2017)

Por outro lado, sob o ponto de vista do animal, é possível observar que a novilha JUSTADA, por exemplo, é classificada como intermediária no índice ECA, ineficiente no índice GPR e eficiente no índice CAR.

Figura 9 – Visualização do animal Justada e sua classificação em dois experimentos, utilizando os índices de eficiência alimentar ECA, GPR e CAR.



Fonte: (Autor, 2017)

- BORST, Willem Nico. **Construction of engineering ontologies for knowledge sharing and reuse**. Universiteit Twente, 1997.
- LAMBRIX, Patrick; EDBERG, Anna. Evaluation of ontology merging tools in bioinformatics. In: **Pacific Symposium on Biocomputing**. 2003. p. 589-600.
- GUBER, T. A Translational Approach to Portable Ontologies. **Knowledge Acquisition**, v. 5, n. 2, p. 199-229, 1993.
- MCBRATNEY, Alex et al. Future directions of precision agriculture. **Precision agriculture**, v. 6, n. 1, p. 7-23, 2005.
- BEWLEY, J. Exciting dairy breakthroughs: science fiction or precision dairy farming. In: **Proceedings of the precision dairy conference and expo, Rochester, Minneapolis, USA**. 2013. p. 26-27.
- BAKER, Patricia G. et al. An ontology for bioinformatics applications. **Bioinformatics**, v. 15, n. 6, p. 510-520, 1999.
- BERRY, D. P.; CROWLEY, J. J. Cell biology symposium: genetics of feed efficiency in dairy and beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 4, p. 1594-1613, 2013.
- CROWLEY, J. J. et al. Phenotypic and genetic parameters for different measures of feed efficiency in different breeds of Irish performance-tested beef bulls. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 3, p. 885-894, 2010.
- GOMES, R. C. et al. Ingestão de alimentos e eficiência alimentar de bovinos e ovinos de corte. **Funpec-Editora, Ribeirão Preto**, v. 77, 2012.
- GRION, A. L. et al. Selection for feed efficiency traits and correlated genetic responses in feed intake and weight gain of Nellore cattle. **Journal of animal science**, v. 92, n. 3, p. 955-965, 2014.
- MONTANHOLI, Yuri R. et al. Application of infrared thermography as an indicator of heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). **Journal of Thermal Biology**, v. 33, n. 8, p. 468-475, 2008.
- BONILHA, Sarah Figueiredo Martins et al. Feed efficiency, blood parameters, and ingestive behavior of young Nellore males and females. **Tropical animal health and production**, v. 47, n. 7, p. 1381-1389, 2015.
- VERHOOSSEL, Jack PC; VAN BEKKUM, Michael; VAN EVERT, Frits. Ontology matching for big data applications in the smart dairy farming domain. In: **OM**. 2015. p. 55-59.
- GRUBER, Thomas R. et al. A translation approach to portable ontology specifications. **Knowledge acquisition**, v. 5, n. 2, p. 199-220, 1993.
- GUARINO, Nicola et al. Formal ontology and information systems. In: **Proceedings of FOIS**. 1998. p. 81-97.
- GUARINO, Nicola; OBERLE, Daniel; STAAB, Steffen. What is an Ontology?. In: **Handbook on ontologies**. Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 1-17.
- BECHHOFFER, Sean. OWL: Web ontology language. In: **Encyclopedia of Database Systems**. Springer US, 2009. p. 2008-2009.