

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Heitor Magaldi Linhares

FeedEfficiencyService: Integração de Bases Heterogêneas e Uso de Ontologias aplicados a Análise de Índices de Eficiência Alimentar de Bovinos Leiteiros

Juiz de Fora
2018

Heitor Magaldi Linhares

FeedEfficiencyService: Integração de Bases Heterogêneas e Uso de Ontologias aplicados a Análise de Índices de Eficiência Alimentar de Bovinos Leiteiros

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Orientadora: Regina Maria Maciel Braga Villela

Coorientador: Wagner Antonio Arbex

Juiz de Fora

2018

Magaldi Linhares, Heitor .

FeedEfficiencyService : Integração de Bases Heterogêneas e
Uso de Ontologias aplicados a Análise de Índices de Eficiência
Alimentar de Bovinos Leiteiros / Heitor Magaldi Linhares. -- 2018.
134 p.

Orientadora: Regina Maria Maciel Braga Villela

Coorientador: Wagner Antonio Arbex

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós
Graduação em Ciência da Computação, 2018.

1. Ontologia. 2. SWRL. 3. Visualização. 4. Índices de Eficiência.
5. Gado de Leite. I. Maria Maciel Braga Villela, Regina, orient. II.
Antonio Arbex, Wagner , coorient. III. Título.

Heitor Magaldi Linhares

FeedEfficiencyService: Integração de Bases Heterogêneas e Uso de Ontologias aplicados Análise de Índices de Eficiência Alimentar de Bovinos Leiteiros

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Aprovada em 20 de março de 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Regina Maria Maciel Braga Villela - Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Wagner Antonio Arbex - Coorientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Pesq.^a Mariana Magalhães Campos
Embrapa Gado de Leite Juiz de Fora

Prof. Carlos Cristiano Hasenclever Borges
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof.^a Fernanda Cláudia Alves Campos
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dedico este trabalho a minha esposa e aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar a lucidez nas escolhas, a luz sobre o certo, a força na fraqueza e a fé sobre o incerto.

A minha esposa Edilma, pela paciência, companheirismo, dedicação e incentivo durante toda essa trajetória.

Aos meus pais, pelo amor e carinho durante toda a vida.

Aos meus orientadores, Prof.^a Regina Braga e Prof. Wagner Arbex, pela paciência, dedicação, auxílio e incentivo durante o curso.

Ao Prof. Carlos Cristiano pela paciência e dedicação na análise inicial dos dados brutos.

Ao Prof. José Maria pela dedicação e orientação na condução e na avaliação do estudo de caso.

À Embrapa Gado de Leite pela oportunidade e confiança no trabalho realizado.

À Mariana Campos pela paciência, dedicação e auxílio na condução e desenvolvimento desse trabalho.

Aos membros da Banca Examinadora pelo trabalho de avaliação.

Aos amigos que fiz durante essa jornada, em especial, André Abdalla e João Yamin.

Aos alunos do NEnC, pela contribuição e auxílio durante essa etapa.

Aos professores e colegas por todos os ensinamentos.

À Universidade Federal de Juiz de Fora por proporcionar a oportunidade de realização desse projeto.

A todos que participaram, direta ou indiretamente, na realização desse trabalho.

“Na vida, não vale tanto o que temos, nem tanto importa o que somos. Vale o que realizamos com aquilo que possuímos e, acima de tudo, importa o que fazemos de nós!”

Chico Xavier

RESUMO

Com mercado atual cada vez mais exigente, produtores leiteiros precisam reduzir custos e tornar seus rebanhos competitivos. O aumento da demanda por alimentos de origem animal, a redução de terras disponíveis para a produção e os aumentos crescentes nos custos de alimentação dos animais são fatores desencadeadores para a busca de sistemas de produção mais eficientes. Além destes, outros desafios são observados, como a preocupação com bem-estar do animal e os impactos ambientais da agropecuária ocasionando margens de lucro menores aos produtores. Assim, a identificação dos animais mais eficientes no aproveitamento do alimento é uma alternativa econômica a ser adotada. Além disso, com a eficiência alimentar, além de impactos econômicos, impactos ambientais são observados, pois animais eficientes produzem menor desperdício de nutrientes e excreções. Nesse sentido, o apoio computacional vem fornecendo alternativas à identificação de animais mais eficientes e, por consequência, proporcionando ganhos econômicos e ambientais. Este trabalho apresenta uma arquitetura integradora capaz de organizar os dados de animais e experimentos. E, através do uso de ontologias e de máquinas de inferência, classificar os animais sob os índices de eficiência alimentar e apresentá-los por meio de visualizações, proporcionando apoio às pesquisas de melhoramento de gado de leite desenvolvidas pela Embrapa Gado de Leite. O objetivo desse trabalho é, a partir do uso de ontologias e análise de dados, descobrir novos conhecimentos e novas relações nas diversas bases de experimentos coletados em campo. Considerando os resultados obtidos por meio do estudo de caso, pode-se dizer que a arquitetura proporcionou suporte à rotina diária do pesquisador da Embrapa Gado de Leite.

Palavras-chave: Ontologia, SWRL, Visualização, CAR, GPR, ECA, Gado de Leite.

ABSTRACT

With today's increasingly demanding market, dairy farmers need to cut costs and make their herds competitive. Increased demand for food, reduction of land available for production and increases in animal feed costs are causes for the search for more efficient production systems. In addition, other challenges are observed, such as need for animal well-being and the environmental impacts of agriculture, causing lower profit margins for producers. Thus, the identification of the most efficient system for animals feed is an economical alternative to be adopted. In addition, with food efficiency, in addition to economic impacts, environmental impacts are observed, since efficient animals produce less nutrient wastage and excretions. In this sense, the computational support has provided alternatives to the identification of more efficient animals and, consequently, providing economic and environmental gains. This work presents an integrative architecture capable of organizing animal data and experiments. And, using ontologies and inference machines, the architecture is also able to classify the animals under the food efficiency indexes and present them through visualizations, providing support to the researches of improvement of dairy cattle developed by Embrapa Gado de Leite. The purpose of this work is, based on the use of ontologies and data analysis, to discover new knowledge and new relationships in the several experiments bases. Considering the results obtained through the case study, it can be said that the architecture provided support to the daily routine of the Embrapa Gado de Leite researchers.

Keywords: Ontology, SWRL, Visualization, RFI, RWP, FCR, Dairy Cattle.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Requisitos versus Arquitetura	22
Figura 2: Instâncias ou indivíduos da OWL (HORRIDGE, 2011).....	29
Figura 3: Propriedades ou atributos da OWL (HORRIDGE, 2011).....	29
Figura 4: Classes da OWL (HORRIDGE, 2011)	30
Figura 5: Modelo Definido (ou Declarado).....	34
Figura 6: Dados inferidos	35
Figura 7: Diagrama de sequência para classificação dos animais (antes do uso da proposta deste trabalho).....	46
Figura 8: Planilhas como resultados obtidos em três experimentos diferentes.	47
Figura 9: Visão geral da arquitetura FeedEfficiencyService.....	48
Figura 10: Modelo de dados da arquitetura <i>FeedEfficiencyService (Data Layer)</i> considerando o contexto de Eficiência Alimentar	50
Figura 11: Modelo Definido (ou Declarado) da Feed Efficiency Ontology (FEO).	51
Figura 12: <i>Object Properties</i> e <i>Data Properties</i> da FEO.	52
Figura 13: <i>Data Properties</i> das instâncias Gado_LABACA e LABACA.	53
Figura 14: Faixa para a classificação dos animais intermediários CAR, GPR, ECA e CGPR.....	54
Figura 15: SPARQL de consulta a ontologia dos animais associados a classe <i>Efficient_CAR</i>	58
Figura 16: JSON de retorno com as classificações dos animais no experimento.....	58
Figura 17: Exemplo de interação entre as tecnologias, a fim de retornar a classificação dos animais no experimento 1.	60
Figura 18: Tela de login da aplicação web.	60
Figura 19: Tela principal da aplicação web.....	61
Figura 20: Grade de animais cadastrados na <i>FeedEfficiencyService</i>	61
Figura 21: Formulário de cadastro de animais na aplicação.	62
Figura 22: Formulário de importação na aplicação.	63
Figura 23: Grade de experimentos na aplicação.....	63
Figura 24: Visualização de classificação sob o ponto de vista do experimento 1 e do índice de CAR.	64
Figura 25: Visualização de classificação sob o ponto de vista do experimento 1 e dos índices de CAR, ECA, GPR e CGPR.....	65
Figura 26: Visualização de classificação sob o ponto de vista do animal 4557_JUGADA.	66
Figura 27: Visualização interativa de agrupamento.	68
Figura 28: Exemplo 1- Estudo de caso da arquitetura <i>FeedEfficiencyService</i> , visualização de classificação.	73
Figura 29: Exemplo 1- Estudo de caso da arquitetura <i>FeedEfficiencyService</i> , visualização de agrupamento.....	74

Figura 30: Exemplo 2- Estudo de caso da arquitetura <i>FeedEfficiencyService</i> , visualização de classificação como apoio a análise de evolução dos animais nos experimentos.....	75
Figura 31: Comparativo das questões 1 e 2 dos questionários I e II.	81
Figura 32: Comparativo das questões 4, 5, 6 e 7 do questionário II (Grupo A).....	82
Figura 33: Comparativo das questões 4,5 e 6 do questionário II (Grupo B).....	86
Figura 34: Teste de <i>Grubbs</i> para identificação de <i>outliers</i>	93

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Avaliação dos participantes do grupo A no questionário I.	79
Gráfico 2: Avaliação dos participantes do grupo A no questionário II.	81
Gráfico 3: Avaliação dos participantes do grupo B no questionário II.	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Alguns experimentos do grupo de Nutrição Animal/Eficiência Alimentar. ...	20
Tabela 2: Built-Ins das regras SWRL.....	32
Tabela 3: Identificadores de serviços RESTful.	38
Tabela 4: Regras SWRL criadas para a classificação na ontologia FEO.	54
Tabela 5: Serviços disponíveis para a tabela animal.	56
Tabela 6: Categoria de serviços estatísticos.	57
Tabela 7: Categoria de serviços relacionados à ontologia.....	59
Tabela 8: Tipos de entrevistas WOHLIN et al., (2012).....	76
Tabela 9: Escala para avaliação das perguntas fechadas.	77
Tabela 10: Teste Shapiro-Wilk sobre os grupos A e B.	94
Tabela 11: Teste Levene sobre as questões.	94
Tabela 12: Resultado da comparação entre os Grupos A e B.	96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAR	Consumo alimentar residual
CGPR	Consumo e ganho de peso residual
CSV	Valores separados por vírgula
EA	Eficiência alimentar bruta
ECA	Eficiência de conversão alimentar
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GPD	Ganho de peso diário
GPR	Ganho de peso residual
GQM	Objetivos, questões e métricas
IMS	Ingestão de matéria seca
JSON	Notação de Objeto Java Script
FEO	<i>Feed Efficiency Ontology</i>
OWL	Linguagem de ontologia web
PMMedio	Peso metabólico médio
RDF	Estrutura de descrição de recursos
RDFS	Estrutura de descrição de recursos / esquema
SaaS	Software como serviço
SOAP	Protocolo de acesso a objetos
SWRL	Regras da Web semântica
RESTful	Transferência de Estado Representacional
RK	Razão Keiber
RSL	Revisão sistemática da literatura
PICOC	População, intervenção, comparação, saída e contexto
URI	Identificadores de recursos universas
W3C	Consórcio <i>World Wide Web</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	19
1.1 JUSTIFICATIVA.....	20
1.2 DESAFIOS.....	21
1.3 HIPÓTESE.....	21
1.4 ENFOQUE.....	21
1.5 OBJETIVOS.....	22
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	23
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	24
2.1 EFICIÊNCIA ALIMENTAR NO CONTEXTO DE GADO DE LEITE.....	24
2.1.1 Consumo Alimentar Residual (CAR).....	26
2.1.2 Eficiência em Conversão Alimentar (ECA).....	26
2.1.3 Ganho de Peso Residual (GPR).....	27
2.1.4 Consumo e Ganho de Peso Residual (CGPR).....	27
2.2 ONTOLOGIA.....	28
2.2.1 Regras Lógicas (SWRL).....	31
2.2.2 Inferência.....	33
2.3 <i>SOFTWARE AS A SERVICE</i> (SaaS).....	35
2.3.1 Webservices.....	37
3 TRABALHOS RELACIONADOS.....	39
3.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	43
4 FEED EFFICIENCY SERVICE.....	45
4.1 INTRODUÇÃO.....	45
4.2 ARQUITETURA.....	48
4.2.1 Data Layer.....	48
4.2.2 Ontology Layer.....	50
4.2.3 Service Layer.....	55
4.2.4 Front End Layer.....	60
4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	68
5 AVALIAÇÃO.....	70
5.1 DEFINIÇÃO DO ESTUDO.....	70
5.2 PLANEJAMENTO.....	72

5.2.1 Definição do Contexto.....	72
5.2.2 Cenário de Uso	73
5.2.3 Seleção dos Participantes.....	75
5.2.4 Instrumento de Coleta de Dados.....	76
5.3 EXECUÇÃO	77
5.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	78
5.4.1 Resultados do Grupo A	79
5.4.2 Resultados do Grupo B.....	84
5.4.3 Análise dos Resultados.....	87
5.4.4 Análise Comparativa	92
5.5 AMEAÇAS A VALIDADE	96
5.5.1 Validade de Construção.....	97
5.5.2 Validade Interna	97
5.5.3 Validade de Conclusão	98
5.5.4 Validade Externa	98
5.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	99
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
6.1 VISÃO GERAL.....	101
6.2 CONTRIBUIÇÕES	102
6.3 LIMITAÇÕES	103
6.4 TRABALHOS FUTUROS	104
REFERÊNCIAS	105
APÊNDICE I – REVISÃO SISTEMÁTICA	109
APÊNDICE II – SERVIÇOS RESTFUL DA ARQUITETURA <i>FEEDBACKSERVICE</i>	125
APÊNDICE IV – QUESTIONÁRIO E CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES....	131
APÊNDICE V – AVALIAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS.....	134
APÊNDICE VI – AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA	135

1 INTRODUÇÃO

Em 2011, Zachary Paddock (PADDOCK, 2011) destacou, em sua tese de doutorado, que com o crescimento da população mundial, a forma que se conduz a pecuária leiteira terá de ser eficiente para garantir a produção sustentável e o abastecimento de leite e produtos lácteos. Assim, com o aumento da demanda por alimentos de origem animal, a redução de terras disponíveis para a produção e os aumentos crescentes nos custos de alimentação dos animais são fatores desencadeadores para a busca de sistemas de produção mais eficientes. Esses sistemas usam áreas menores e utilizam menos recursos naturais. E, dessa forma, esperam obter uma produção semelhante ou superior aos sistemas atuais.

Por outro lado, a demanda dos consumidores é principalmente direcionada à segurança do alimento e à qualidade nutricional de produtos de origem animal. Quanto aos produtores, a demanda segue a direção do aumento da lucratividade, através do aumento da eficiência nos sistemas produtivos (BOICHARD, D., BROCHARD, M., 2012), tendo em vista que os gastos com a alimentação representam o principal custo da atividade pecuária (CAMPOS *et al.*, 2015).

A pecuária leiteira nacional, atualmente, também vem lidando com os mesmos desafios descritos por Paddock (2011). Entretanto, outros desafios são observados, como a preocupação com bem-estar do animal e os impactos ambientais da agropecuária ocasionando margens de lucro menores aos produtores. Assim, a identificação dos animais mais eficientes no aproveitamento do alimento é uma alternativa econômica a ser adotada. Além disso, com a eficiência alimentar, além de impactos econômicos, impactos ambientais são observados, pois animais eficientes produzem menor desperdício de nutrientes e excreções (CAMPOS *et al.*, 2015).

Arthur *et al.* (2008), quanto à utilização dos nutrientes, dizem que existe uma variação entre animais, com ou sem características semelhantes. Isso se deve a alguns fatores, tais como: a ingestão de alimentos, o estado fisiológico, o peso vivo do animal, a composição de ganho de peso e a fatores referentes à eficiência. Já Montanholi *et al.* (2008) dizem que, através do entendimento dos fatores que regulam a eficiência alimentar, será possível prever os animais mais eficientes.

A busca por sistemas de produção mais eficientes e o entendimento desses fatores vem motivando as pesquisas do Grupo de Nutrição Animal/Eficiência Alimentar da

Embrapa Gado de Leite¹, onde experimentos buscam caracterizar os animais eficientes através de dados sanguíneos, morfológicos, reprodutivos, metabólicos, entre outros, a fim de simplificar e reduzir os custos para a classificação e a seleção desses animais. A tabela 1 demonstra alguns dos experimentos conduzidos pelo grupo.

Tabela 1: Alguns experimentos do grupo de Nutrição Animal/Eficiência Alimentar.

Idade dos Animais	Descrição do Experimento
0 a 3 meses	Cria - Aleitamento
3 a 9 meses	Recria – em confinamento
9 a 15 meses	Ensaio de Metabolismo – em câmaras respirométricas
15 a 18 meses	Prova de eficiência – a pasto
18 a 24 meses	Prova de eficiência – em confinamento
-	Reprodução
-	Lactação

Assim, os experimentos necessitam de armazenamento, de processamento e de acessibilidade e os pesquisadores necessitam de comparar os resultados de suporte estatístico e de auxílio nas análises dos animais. Diante disso, a proposta dessa dissertação é apresentar uma arquitetura de apoio às pesquisas em eficiência alimentar desenvolvidas pela Embrapa Gado de Leite que, a partir do uso de ontologias e análise de dados, proporciona um outro olhar sobre os dados, a descoberta de novos conhecimentos e relações nas bases de experimentos relacionados.

1.1 JUSTIFICATIVA

Montanholi *et al.* (2008) dizem que, através do entendimento dos fatores que regulam a eficiência alimentar, será possível prever os animais mais eficientes. Entretanto, dificuldades na seleção e entendimento desses fatores se tornam desafiadores. Diante disso, essa dissertação tem como uma de suas motivações proporcionar aos pesquisadores o suporte computacional necessário por meio de uma arquitetura, para a classificação dos experimentos, comparação entre experimentos e a análise da evolução dos animais nos experimentos.

Outra motivação para essa dissertação parte da afirmativa de Crowley *et al.* (2010). Os autores relatam que os índices de eficiência alimentar foram propostos para o gado de corte e que ainda não se sabe qual índice é o mais adequado, quando se trata de produção de leite. Assim, a arquitetura irá proporcionar aos pesquisadores a classificação dos experimentos sobre os quatro principais índices de eficiência

¹ <https://www.embrapa.br/gado-de-leite/pesquisa-e-desenvolvimento/producao-e-bem-estar-animais>

alimentar, são eles: CAR (Consumo Alimentar Residual), ECA (Eficiência em Conversão Alimentar), GPR (Ganho de Peso Residual) e CGPR (Consumo e Ganho de Peso Residual), e prover recursos para que o pesquisador os compare e analise sua distribuição entre as classes de eficiência (eficiente, intermediário e ineficiente).

1.2 DESAFIOS

Além destes desafios, os pesquisadores ainda enfrentam problemas no armazenamento dos experimentos, nas classificações e nas análises dos experimentos em sua rotina de pesquisa. Os experimentos são armazenados em bases heterogêneas e cada pesquisador é responsável por produzir e manter sua base de dados. Diante disso, problemas como a disponibilidade dos dados produzidos e a ausência de padronização nos experimentos são recorrentes. A classificação dos animais nos experimentos é algo que consome muito tempo do pesquisador, por ser manual e muito trabalhosa. Essa atividade exige que os dados sejam transcritos entre tabelas e ferramentas, podendo incorrer em erros. Além disso, exige do pesquisador o conhecimento em ferramentas estatísticas, para a classificação dos índices CAR, GPR e CGPR. As análises entre os experimentos, assim como as classificações, são feitas manualmente e apresentam os mesmos problemas.

1.3 HIPÓTESE

Tendo em vista os problemas anteriormente mencionados, tem-se como hipótese desse trabalho: *A padronização dos experimentos de eficiência alimentar através de uma arquitetura, que utiliza ontologias e técnicas de visualização, é capaz de proporcionar ao pesquisador apoio às análises e avaliações dos animais nos experimentos, e de promover o reuso de dados por pesquisadores de outros contextos.*

1.4 ENFOQUE

Assim, para o desenvolvimento da arquitetura foram levantados junto aos pesquisadores os requisitos funcionais, com foco nas pesquisas em desenvolvimento (Figura 1). Dessa forma, fizeram parte desse levantamento atividades como a classificação e comparação dos animais, o armazenamento dos experimentos, o acesso simplificado e o compartilhamento dos dados entre os pesquisadores do núcleo de Nutrição Animal/Eficiência Alimentar (Figura 1).

Com o conhecimento das necessidades dos pesquisadores, foi identificado outro aspecto relevante a esse desenvolvimento, que foi a adequação da arquitetura à

infraestrutura existente na Embrapa Gado de Leite. E, posteriormente, foram selecionados recursos computacionais capazes de se adaptarem às necessidades dos pesquisadores, conforme apresentado na Figura 1. Assim, foi definido o enfoque web da solução, com base nos paradigmas de SaaS (*Software as a Service*).

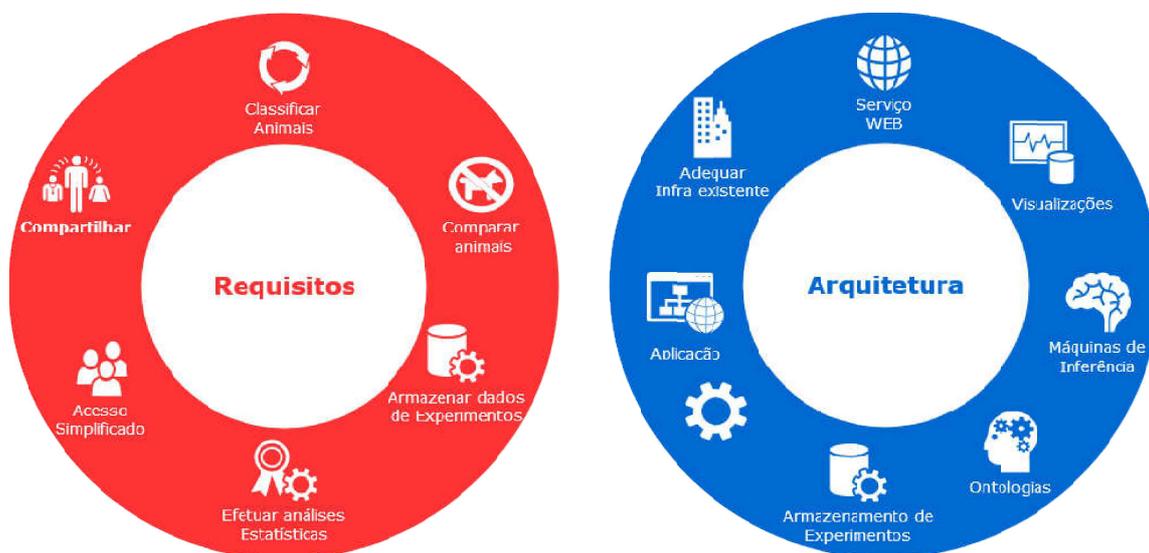


Figura 1: Requisitos versus Arquitetura

1.5 OBJETIVOS

Essa dissertação tem como objetivo definir, desenvolver e avaliar uma abordagem que é composta por uma arquitetura web capaz de organizar os dados de animais e experimentos. E, através do uso de ontologias e de máquinas de inferência, classificar os animais sob os índices de eficiência alimentar e apresentá-los por meio de visualizações.

A fim de alcançar o objetivo, foi necessária a execução das seguintes etapas:

1. Busca na literatura por propostas relevantes, que fizeram o uso de ontologias e máquinas de inferência sobre dados no contexto agropecuário;
2. Desenvolvimento da camada *Wrapper* para o uso de experimentos conduzidos anteriormente à adoção da arquitetura;
3. Definição dos serviços para a composição da arquitetura;
4. Desenvolvimento dos serviços da arquitetura;
5. Definição das visualizações;
6. Construção dos serviços de suporte às visualizações;
7. Desenvolvimento da aplicação web;

9. Avaliação da proposta e verificação da hipótese.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está organizado em seis capítulos. O capítulo 1 contextualiza essa dissertação e apresenta a motivação, o problema a ser tratado, as hipóteses, o enfoque e o objetivo. No capítulo 2, são apresentados os conceitos e as tecnologias envolvidos na proposta. O capítulo 3 discute alguns trabalhos da literatura, descobertos a partir de uma revisão sistemática conduzida. O capítulo 4 traz detalhes da arquitetura *FeedEfficiencyService*, bem como seus recursos e funcionalidade no apoio às pesquisas. Já o capítulo 5 apresenta a avaliação da proposta. E, por fim, o capítulo 6 apresenta as considerações finais do trabalho, os objetivos alcançados e as limitações da proposta.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são descritos os principais conceitos e tecnologias relacionados a esta dissertação. A seção 2.1 trata de eficiência alimentar no contexto de gado leiteiro. A seção 2.2 trata de conceitos relacionados à ontologia. A seção 2.3 apresenta o paradigma SaaS e, por fim, na seção 2.4, tem-se as considerações finais do capítulo.

2.1 EFICIÊNCIA ALIMENTAR NO CONTEXTO DE GADO DE LEITE

Atualmente, a pecuária leiteira nacional vem lidando com novos desafios. O aumento dos custos de produção, da preocupação dos consumidores com a qualidade e segurança alimentar, do bem-estar animal e impactos ambientais da agropecuária ocasionam margens de lucro menores aos produtores (Campos *et al.*, 2015). Diante disso, a busca por um sistema de produção de leite eficiente se torna necessário para vencer os desafios impostos.

Segundo Boichard & Brochard (2012), a demanda dos consumidores é principalmente direcionada à segurança do alimento e à qualidade nutricional de produtos de origem animal. Quanto aos produtores, a demanda segue a direção do aumento da lucratividade, através do aumento da eficiência nos sistemas produtivos.

Campos *et al.* (2015) destacam que os gastos com a alimentação representam o principal custo da atividade pecuária. Assim, a identificação dos animais mais eficientes no aproveitamento do alimento é alternativa econômica a ser adotada. Além disso, com a eficiência alimentar, além de impactos econômicos, impactos ambientais são observados, pois animais eficientes produzem menor desperdício de nutrientes e excreções. Um animal é classificado como eficiente quando atinge o mesmo nível de produção consumindo menos alimento que os demais.

Nesse sentido, com o objetivo de identificar animais com menor exigência energética (ou seja, precisam de menos alimentos para a produção da mesma quantidade), foram propostos diversos índices, tais como: Eficiência Alimentar Bruta (EA), Eficiência de Conversão Alimentar (ECA), Consumo Alimentar Residual (CAR), Ganho de Peso Residual (GPR), Taxa Relativa de Crescimento (TRC), Razão Keiber (RK), dentre outros (CROWLEY *et al.*, 2010; GOMES *et al.*, 2012; BERRY e CROWLEY, 2013; GRION *et al.*, 2014; BONILHA *et al.*, 2015). Entretanto, os índices citados anteriormente, foram propostos para o gado de corte e, quando se trata de gado de leite, o índice mais indicado ainda é desconhecido (CROWLEY *et al.*, 2010).

Montanholi *et al.* (2008) dizem que, através do entendimento dos fatores que regulam a eficiência alimentar, será possível prever os animais mais eficientes. Assim, dificuldades na seleção e entendimento desses fatores se tornam desafiadores. Para tanto, os pesquisadores da Embrapa Gado de Leite, através de experimentos de campo, buscam essa compreensão.

Os experimentos foram conduzidos nas diversas fases da vida do animal, do aleitamento até a lactação. E, através desses, foram construídas hipóteses a fim de relacionar eficiência alimentar com: o comportamento no consumo de alimento e de água, as medidas morfológicas, os marcadores sanguíneos, os marcadores hormonais, a temperatura, etc. Por meio da classificação, os animais eficientes foram isolados e seus dados analisados a fim de buscar o entendimento dos fatores que regulam a eficiência alimentar.

Assim, a classificação dos animais eficientes se dá através dos índices de eficiência. Como dito anteriormente, devido ao desconhecimento do índice mais indicado, alguns experimentos consideram mais de um índice para classificar os animais. No contexto da Embrapa Gado de Leite são utilizados quatro dos índices de eficiência, sendo eles: CAR, CGPR, GPR e ECA.

Em todos os índices, para execução de suas respectivas fórmulas, são consideradas três variáveis:

- Ganho de Peso Diário (GPD): quantidade de peso que o animal ganhou em kg/dia. Com base nas coletas realizadas, é obtido um valor médio e esse é considerado para os cálculos;
- Ingestão de Matéria Seca (IMS): quantidade de matéria seca que o animal ingeriu em kg/dia e, assim como o GPD, também trabalha com média. Entretanto, os valores apurados em campo são referentes ao consumo de matéria natural. Posteriormente, os alimentos utilizados no experimento passam por uma análise, onde é feita a proporção de matéria seca presente na matéria natural utilizada. Por exemplo, em um experimento que o animal tenha um consumo médio de 2 kg de matéria natural, se, após a análise é constatado que apenas 20% dessa referem-se à matéria seca; então, o valor considerado de IMS é de 0,400kg.
- Peso Metabólico Médio (PMmedio): obtido através da aplicação da potência 0,75 no valor de Peso Vivo Médio, conforme a fórmula: $\text{Peso Vivo Médio}^{0,75}$. O Peso Vivo Médio, por sua vez, é

definido como o peso médio do animal ao longo do experimento. Por exemplo, um animal com peso vivo médio de 182,25 kg possui um PM_{medio} de 49,60 kg.

A seguir, serão apresentados os índices de eficiência alimentar adotados nas pesquisas da Embrapa Gado de Leite.

2.1.1 Consumo Alimentar Residual (CAR)

Em 1963, Koch *et al.* propuseram o índice de eficiência alimentar CAR (*Residual Feed Intake - RFI*), com o propósito de obter a diferença entre os valores esperados de consumo em relação aos valores observados, conforme a fórmula: $CAR = IMS_{Observado} - IMS_{Esperado}$.

Assim, o $IMS_{Esperado}$ é obtido através de uma regressão linear, considerando o IMS como y da equação. Os dados utilizados pela fórmula de regressão são referentes aos animais participantes da avaliação, a fórmula adotada:

$$IMS_{Esperado} = \beta_0 + \beta_1 * GPDkg + \beta_2 * PM_{Medio}$$

Através do resultado da regressão, tem-se o $IMS_{Esperado}$. Em seguida, é subtraído do $IMS_{Esperado}$ os valores de IMS para cada animal e o resultado da subtração é o índice CAR.

A análise de eficiência alimentar sobre o índice CAR considera os animais com resultados negativos os mais eficientes, indicando que o consumo desses animais foi inferior aos valores esperados e que eles mantiveram os padrões de produção e ganho de peso.

2.1.2 Eficiência em Conversão Alimentar (ECA)

O índice de eficiência alimentar ECA (*Feed Conversion Ratio - FCR*) (CONNOR *et al.*, 2013) é obtido através da razão entre o GPD e o IMS, conforme a fórmula:

$$ECA = \frac{GPD}{IMS}$$

Para o índice de eficiência alimentar ECA, os animais considerados eficientes são aqueles que possuem os maiores valores. Através desse índice, são selecionados os animais que possuem o melhor aproveitamento na conversão de alimento em ganho de peso.

2.1.3 Ganho de Peso Residual (GPR)

O índice de eficiência alimentar GPR (*Residual Weight Gain - RWP*) foi proposto por Koch *et al.* (1963) e consiste em obter a diferença entre os valores esperados de ganho de peso diário em relação aos valores observados, conforme a fórmula:

$$GPR = GPD \text{ Observado} - GPD \text{ Esperado}.$$

Assim, o *GPD Esperado* é obtido através de uma regressão linear, considerando o *GPD* como *y* da equação. Os dados utilizados pela fórmula de regressão são referentes aos animais participantes da avaliação, conforme a fórmula:

$$GPD \text{ Esperado} = \beta_0 + \beta_1 * IMS + \beta_2 * PMMedio$$

Através do resultado da regressão, tem-se o *GPD Esperado*. Posteriormente, é subtraído do *GPD Esperado* os valores de *GPD* para cada animal e o resultado obtido é o índice GPR.

Para o índice GPR, a análise de eficiência alimentar considera os animais com resultados positivos os mais eficientes, indicando que o ganho de peso desses animais foi superior aos valores esperados.

2.1.4 Consumo e Ganho de Peso Residual (CGPR)

O CGPR ou CGR foi proposto por Berry e Crowley (2012) e consiste na fusão dos índices CAR e GPR. Para tal, foi necessário adotar um padrão para a análise dos resultados, pois o índice CAR associa valores negativos a animais eficientes e com índice GPR ocorre o contrário, ou seja, os animais mais eficientes estão associados a valores positivos. Assim, para o índice CGPR, assim como o índice GPR, os valores positivos são associados aos animais eficientes, conforme a fórmula:

$$CGPR = GPR + (CAR * (-1)).$$

Através do resultado da equação, tem-se o *CGPR* e, para a análise de eficiência alimentar, os animais com resultados positivos são considerados os mais eficientes. Isso indica que, com a análise do índice CGPR, esses animais foram superiores aos valores esperados.

Os índices de eficiência alimentar proporcionam ao pesquisador a classificação dos animais no experimento e, através dessa, permite a redução do número de animais a

ser analisado, tendo em vista o foco nos animais eficientes e o objetivo de identificar fatores que regulam a eficiência alimentar.

A busca na identificação do índice mais indicado ao gado de leite se dá através do comparativo entre os índices de gado de corte. Assim, uma vez definido o índice mais indicado, os pesquisadores passariam a adotá-lo em suas pesquisas e a aplicação de diversos índices no mesmo experimento não seria mais necessária.

2.2 ONTOLOGIA

O termo ontologia, segundo a filosofia, significa um relato sistemático da existência. No caso de sistemas baseados em conhecimento, o conceito de existência está relacionado ao que pode ser representado (Gruber, 1993). Gruber define *conceito* como visão abstrata e simplificada do mundo que desejamos representar para algum propósito. Em seu trabalho, ele aborda que todo sistema inteligente é comprometido com algum *conceito*, seja ele explícito ou implícito e define o termo ontologia como uma especificação explícita de um conceito.

Guarino (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 certa visão do mundo.

Nesse sentido, o termo ontologia no senso filosófico é sempre o mesmo, independente do idioma usado para descrevê-lo. Por outro lado, ontologias na computação são artefatos de engenharia construídos através de um vocabulário específico composto por premissas explícitas quanto ao significado pretendido (Guarino, 1998).

Assim, Guarino *et al.* (2009) definem ontologias computacionais como 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. Por sua vez, Berners-Lee, Hendler e Lassila (2001) definem ontologia como um arquivo ou documento que formalmente explicita as relações entre os termos e, através do uso de regras de inferência, proporcionam um poder adicional à ontologia, uma vez que termos não relacionados diretamente, passam a se relacionar.

Baker *et al.* (1999) 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.

A linguagem padrão para definição de ontologias é o OWL (*Web Ontology Language*) que foi proposto pelo W3C (*World Wide Web Consortium*). Essa linguagem baseia-se em lógica computacional, de forma que o conhecimento expresso em OWL pode ser compartilhado entre sistemas (Mcguinness *et al.*, 2004).

A OWL consiste em indivíduos, propriedades e classes. Os indivíduos, também chamados de instâncias, representam os objetos no domínio de nosso interesse. A Figura 2 apresenta a representação de alguns indivíduos em um domínio específico (Horridge *et al.*, 2011).



Figura 2: Instâncias ou indivíduos da OWL (HORRIDGE, 2011)

As propriedades ou atributos descrevem os indivíduos e também são responsáveis por relacionar estes indivíduos. Quando descrevem características simples, como nome, idade, entre outros, sem relacionar indivíduos de classes diferentes, são chamadas de *data properties*. Por outro lado, quando relacionam indivíduos, são denominadas *object properties*, e tem grande importância no contexto ontológico. Por exemplo, a propriedade funcional *hasSibling* relaciona o indivíduo *Matthew* ao indivíduo *Gemma*, da mesma forma que a propriedade funcional *livesIn* relaciona o indivíduo *Matthew* ao indivíduo *England* (Figura 3) (Horridge *et al.*, 2011).

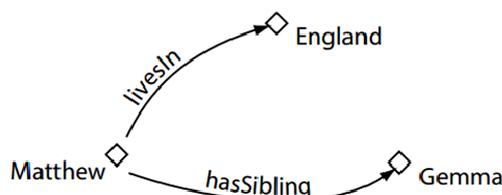


Figura 3: Propriedades ou atributos da OWL (HORRIDGE, 2011)

As chamadas *object properties* podem ser funcionais, funcionais inversas, transitivas, simétricas, assimétricas, reflexivas e irreflexivas (Horridge *et al.*, 2011).

As classes são interpretadas como conjunto de indivíduos. Através de descrições formais são definidos os requisitos necessários para a associação de um indivíduo a classe. Assim, a classe *Cattle* contém todos os indivíduos “novilhas” em nosso domínio de interesse, podendo haver hierarquias na estrutura de classes. Dessa forma, a classe *Cattle* pode ser uma subclasse da classe *Animal*, fornecendo-nos a informação que todos os indivíduos da classe *Cattle* são animais. A Figura 4 apresenta a representação de classes, trazendo três classes e o relacionamento entre elas. Assim, *Pet*, *Person* e *Country* se relacionam através das propriedades *hasPet* e *livesInCountry*.

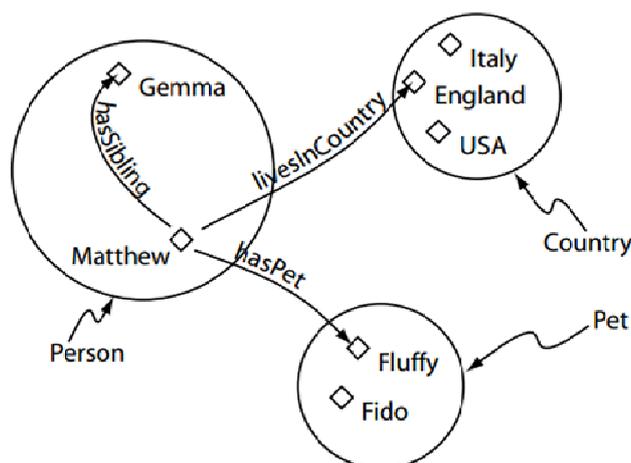


Figura 4: Classes da OWL (HORRIDGE, 2011)

Os documentos OWL, contendo o detalhamento de ontologias, podem ser publicados na web e referenciar ou serem referenciados por outros documentos OWL. A especificação OWL faz parte das tecnologias da web semântica definidas pelo consórcio W3C², assim como RDF, RDFS e SPARQL, dentre outros (McGuinness *et al.*, 2004). A versão atual da OWL é a 2.0, publicada em 2012 e desenvolvida por *W3C OWL WorkGroup*³.

O uso de ontologias é particularmente importante quando associado a máquinas de inferência, o que permite que seja validada a consistência da própria ontologia, além

²<https://www.w3.org>

³<https://www.w3.org/OWL/>

de permitir que novos relacionamentos entre os indivíduos sejam descobertos, gerando dessa forma, conhecimento implícito sobre o domínio.

Este poder de processamento a partir de mecanismos de inferência foi particularmente potencializado a partir da OWL 2.0, com o uso de um novo mecanismo, denominado *property chains* (cadeias de propriedades). O uso de *property chains* permite que propriedades que relacionam indivíduos, ou seja, *object properties*, sejam encadeadas de forma a gerar regras lógicas simples e que trazem novo poder de processamento lógico para as ontologias.

Como dito, o uso de *property chains* permite a definição de regras lógicas simples. Um outro mecanismo que também pode ser utilizado para aumentar o poder de processamento lógico de ontologias é a linguagem SWRL (*Semantic Web Rule Language*), que permite a construção de regras lógicas mais específicas e detalhadas, quando comparadas ao uso de *property chains*. Neste trabalho, regras especificadas em SWRL foram implementadas e dada sua importância no contexto dessa dissertação, detalharemos a seguir seu uso.

2.2.1 Regras Lógicas (SWRL)

As regras lógicas SWRL foram construídas através da combinação entre *OWL Web Ontology Language* e *Rule Markup Language*. Com essa combinação, cláusulas *Horn* foram adicionadas ao conjunto de axiomas da OWL e, com isso, aumentou também a capacidade de inferência sobre os dados presentes na ontologia OWL (Horrocks *et al.* 2004).

As regras SWRL são formadas por duas partes: antecedente (*body*) e conseqüente (*head*). Assim, cada regra pode ser lida da seguinte forma: se as condições *antecedentes* forem válidas (é verdadeiro), então as condições do *conseqüente* também são verdadeiras. Entretanto, as condições *antecedentes* e *conseqüentes* podem ser vazias ou com mais átomos, mas as implicações do vazio variam entre as condições *antecedentes* e *conseqüentes*, refletindo em condições seguras (é verdadeiro) e condições não seguras (falso), respectivamente. Vale dizer, que condições na negativa e disjunções não são aceitas.

Assim, conforme as especificações do W3C, os átomos possuem uma composição de predicado e argumentos, podendo ser de seis tipos: *Class*, *Object property*, *Data valued property*, *Same or Different*, *Built-in* e *Data range*. Nesse sentido, os dados também são limitados por especificação, permitindo-os se referir a indivíduos, dados

literais, variáveis de indivíduo ou variáveis de dados. As variáveis são tratadas como quantificadores universais e têm seu escopo limitado a uma determinada regra a qual pertença. Assim, por segurança, apenas as variáveis presentes na condição *antecedente* de uma regra poderão estar presentes na condição *consequente*.

Os *Built-in* para SWRL, segundo o W3C, permite uma abordagem modular, além de proporcionar flexibilidade nas construções, ao permitir que as implementações selecionem os módulos para as quais suas regras SWRL forem construídas. A tabela 2 apresenta algumas *Built-in* e suas aplicações.

Tabela 2: *Built-Ins* das regras SWRL.

<i>Built-Ins</i> Comparações (<i>Built-Ins for Comparisons</i>)	swrlb:equal()	$X = Y$
	swrlb:notEqual()	$X \neq Y$
	swrlb:lessThan()	$X < Y$
	swrlb:lessThanOrEqual()	$X \leq Y$
	swrlb:greaterThan()	$X > Y$
	swrlb:greaterThanOrEqual()	$X \geq Y$
<i>Built-Ins</i> Matemáticos (<i>Math Built-Ins</i>)	swrlb:add()	$X + Y$
	swrlb:subtract()	$X - Y$
	swrlb:multiply()	$X * Y$
	swrlb:divide()	X / Y
	swrlb:integerDivide()	X / Y
	swrlb:mod()	$X \text{ mod } Y$
	swrlb:pow()	$X ^ Y$
	swrlb:sin()	
	swrlb:cos()	
	swrlb:tan()	
<i>Built-Ins</i> Booleanos (<i>Built-Ins for Boolean</i>)	swrlb:booleanNot()	$\neg X$ e $\neg Y$ ou $X \text{ e } \neg Y$
<i>Built-Ins</i> Texto (<i>Built-Ins for Strings</i>)	swrlb:substring()	
	swrlb:stringLength()	
	swrlb:upperCase()	
	swrlb:lowerCase()	
	swrlb:contains()	
<i>Built-Ins</i> Data, Tempo e Duração (<i>Built-Ins for Date, Time and Duration</i>)	swrlb:yearMonthDuration()	
	swrlb:dayTimeDuration()	
	swrlb:dateTime()	
	swrlb:date()	
	swrlb:time()	

<i>Built-Ins</i> URI (<i>Built-Ins for URIs</i>)	swrlb:resolveURI()	
	swrlb:anyURI()	
<i>Built-Ins</i> Listas (<i>Built-Ins for Lists</i>)	swrlb:listConcat()	
	swrlb:listIntersection()	
	swrlb:member()	
	swrlb:length()	
	swrlb:sublist()	

2.2.2 Inferência

Conforme já dito, ontologias possuem como uma de suas características principais a inferência de conhecimento através de relacionamentos explícitos e regras. Mas, isso só é possível através do uso de máquinas de inferência (*reasoner*).

Assim, as máquinas de inferência possuem papel de estruturar automaticamente a hierarquia da ontologia, de conferir a consistência lógica e de inferir relacionamento entre indivíduos da ontologia. A máquina de inferência permite a validação da hierarquia de classes da ontologia, verificando instâncias associadas e inconsistências, com base nas condições e restrições declaradas na ontologia (Horridge *et al.*, 2011).

A fim de exemplificar o uso das máquinas de inferência tem-se as Figuras 5 e 6, as quais apresentam uma parte da *Feed Efficiency Ontology* proposta neste trabalho. A Figura 5 apresenta a hierarquia de classes em conformidade com as declarações (ou modelo definido). Nota-se que a classe *Inefficient_CAR* é subclasse de *Inefficient* que, por sua vez, é subclasse de *Classification*. A classe *Inefficient_CAR* não possui nenhuma definição de instância ou indivíduo associado a ela. Essa mesma condição se repete nas subclasses de *Classification*.

Após a utilização da máquina de inferência⁴ sobre a mesma ontologia anteriormente citada, consegue-se observar, na Figura 6 que a classe *Efficient_CAR* agora passa a ter indivíduos associados a ela, assim como as demais subclasses de *Classification*. Isso se deve a ação da máquina de inferência, que através das regras de associação definidas na ontologia, conseguiu inferir que os indivíduos devem ser associados às classes *Efficient*, *Inefficient* e *Intermediary*.

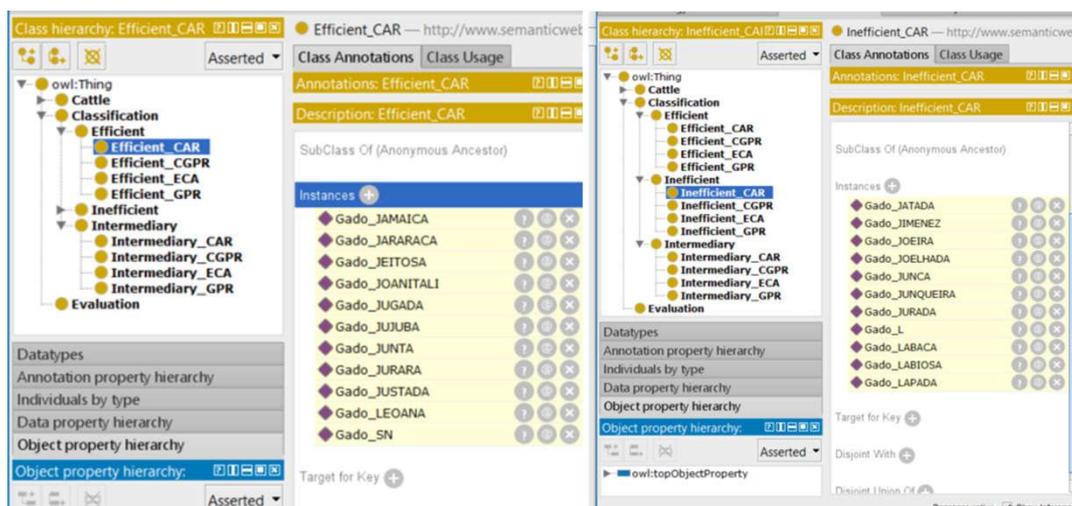


Figura 6: Dados inferidos

A respeito das vantagens obtidas com o uso de máquinas de inferência, observa-se ainda na Figura 6, a existência de indivíduos associados às classes *Efficient_CAR* e *Inefficient_CAR*. Esses foram classificados com base nas informações declaradas na ontologia, isto é, caso um ou mais indivíduos da classe *Evaluation* deixe de existir ou seja adicionado, os parâmetros de classificação mudam, fazendo com que os indivíduos possam ser alocados em outras classes. Isso traz dinamismo à ontologia quando comparado ao modelo declarado. No capítulo 4 serão apresentados outros usos específicos do processamento usando máquinas de inferência que detalham melhor seu uso.

2.3 SOFTWARE AS A SERVICE (SAAS)

A partir da onipresença da internet e com o interesse de fornecedores em acessar os clientes de menor porte, cujo valor dos softwares empresariais, até então, eram

⁴ Foi utilizado o *reasoner PELLET*, disponível em: <https://mvnrepository.com/artifact/net.sourceforge.owlapi/pellet-owlapi-ignazio1977>

inacessíveis, o conceito de *software as a service* (SaaS) começou a ganhar destaque (MCSI. M, 2009).

O termo *software as a service* foi apresentado e definido por Hock *et al.* (2001) como paradigma de entrega de software, onde a hospedagem do software é externa e sua utilização se dá através da web. Apesar disso, Mcsi (2009) citou que houveram plataformas adequadas ao SaaS com lançamentos anteriores a essa apresentação, com foco em sistemas de pequeno porte, com configurações limitadas que objetivavam a implantação e a redução de custo para seus clientes. O SaaS é caracterizado por ajudar as organizações a direcionar sua atenção ao núcleo de seu negócio, deixando de gastar tempo e recursos em atividades periféricas, tais como: serviços de suporte, gerenciamento de infraestrutura, manutenção de software, etc (GODSE, M. e MULIK, S., 2009; DUBEY, A. e WAGLE, D., 2007).

Mell *et al.* (2011) definiram SaaS como a capacidade promovida ao consumidor de executar suas aplicações em uma infraestrutura de nuvem⁵, sendo essas aplicações acessadas através de vários dispositivos, por meio de uma interface, como, por exemplo, um navegador web (*web browser*). Com isso, o cliente não mais gerencia ou controla a infraestrutura de rede, servidores, sistemas operacionais e armazenamento ou mesmo as capacidades individuais do aplicativo, exceto nos casos onde haja configurações específicas para o cliente.

Em 2005 e 2006, o SaaS foi impulsionado devido à alta velocidade da internet e sua maior acessibilidade. Entretanto, o principal fator para isso foi o aumento na confiabilidade do cliente em executar transações na web. Assim, utilizando um provedor SaaS, os clientes perceberam que seus dados poderiam estar mais seguros e confiáveis do que em sua própria empresa, devido às boas práticas de backup e melhor tolerância a falhas. Com o aumento do número de provedores e conseqüentemente uma maior oferta aos clientes, estes passaram a ter vantagens e flexibilidade em suas decisões de TI, podendo mudar de servidor quando necessário. Os servidores trouxeram um ciclo mais rápido de atualização dos softwares, bem como menos tempo e dinheiro gasto com atualizações e implantação do software.

⁵ A definição de nuvem é a coleção de hardware e software que permite as cinco características essenciais da nuvem computacional. A infraestrutura da nuvem pode ser vista como contendo tanto uma camada física como uma camada de abstração. A camada física consiste nos recursos de hardware necessários para suportar os serviços da nuvem, e normalmente inclui servidor, armazenamento e componentes de rede. A camada de abstração consiste no software implantado em toda a camada física, que revela as características essenciais da nuvem. Conceitualmente, a camada de abstração fica acima da camada física. (MELL *et al.*, 2011)

Nesse sentido, um provedor SaaS fornece aplicações, que são especificamente projetadas para serem hospedadas e providas a muitos clientes através da internet. Os provedores SaaS proporcionaram aos consumidores o acesso a uma série de recursos diferentes ou softwares, que poderiam ser ajustados para melhor atender às necessidades do seu modelo de negócio (MCSI. M, 2009).

O modelo SaaS foi definido por Armbrust *et al.* (2010) como tendência da engenharia de software do século XXI, desafiando o modelo tradicional. Já, em 2017, Santhoshkumar e Ramya citam que estudos demonstram que a maioria das empresas de TI consideram a adoção do paradigma SaaS como alta e média relevância. E, desde suas primeiras menções em 2000, o tema vem ganhando cada vez mais atenção do ponto de vista industrial e científico.

Assim, como outras tecnologias, os *web services* fornecem o suporte necessário às aspirações do paradigma SaaS, provendo a composição, descrição, parâmetros, e possíveis saídas dos serviços. Os *web services* são considerados como os blocos construtores da nova geração de aplicações da web, uma vez que são modulares, autossuficientes, autodescritivos e podem ser publicados, localizados e invocados na web. A seguir serão apresentadas as duas categorias principais de *web services*.

2.3.1 Webservices

Srivastava e Koehler (2003) apresentam a tendência de mercado e o crescimento da busca por componentes de software independentes para a composição das arquiteturas, denominados *web services*. Assim, através dos *web services*, as aplicações não seriam mais construídas, e sim compostas. Isso se deve ao fato de estarem distribuídos no ambiente da internet, permitindo que as arquiteturas fossem construídas através da composição de serviços. Os autores definiram *web services* como: “[...] autônomos, unidades lógicas modulares que fornecem funcionalidades de negócios a outras aplicações através de uma conexão com a internet.”

Alshahwan e Moessner (2010) classificam os *web services* em duas principais categorias: os baseados em SOAP (*Simple Object Access Protocol*) e os baseados em RESTful (*REpresentational State Transfer*). O SOAP utiliza um protocolo padrão para trocas de mensagens, utilizando arquivos em formato XML (*Extensible Markup Language*) para a comunicação. O protocolo adotado pelo padrão SOAP consiste em três partes: a primeira é o envelope que contém as informações da estrutura e

orientações de como processá-lo; a segunda apresenta um conjunto de regras de codificação e os tipos de dados definidos; e, por fim, a terceira parte é a representação das chamadas e respostas remotas (MITRA, 2003).

O padrão REST foi proposto por Fielding (2000) como um estilo arquitetônico, com um conjunto de princípios, tais quais: (i) as entidades e funcionalidades conceituais são modelados como URIs (*Universal Resource Identifiers*); (ii) os recursos são acessados e manipulados através de operações HTTP (*GET*, *SET PUT* e *DELETE*); e (iii) o sistema se comunica através destas operações. Zhao e Doshi (2009) definiram que, embora o REST não seja originalmente definido para o contexto web, havia se tornado comum a adoção do padrão para a implementação de *web services*. Assim, implementado no padrão web, tem-se início o RESTful. O modelo mantém os mesmos princípios do padrão REST (ALSHAHWANE e MOESSNER, 2010).

A fim de exemplificar o acesso aos serviços RESTful, a Tabela 3 contém dois serviços disponíveis a partir de *web service*. O primeiro, responsável por listar os animais, acessado através da URI: <http://www.embrapaservicetemp.br/services/animal/list> com a operação GET. O segundo serviço é responsável por incluir cadastro de animal e, diferente do primeiro, apresenta parâmetros para transferência de informações através da URI e permite que seja acessado através das operações GET e POST.

Tabela 3: Identificadores de serviços RESTful.

URI	http://www.embrapaservicetemp.br/services/animal/list
Operação	GET
Descrição	Listagem dos animais cadastrados
URI	http://www.embrapaservicetemp.br/services/animal/insert/{codigo},{registro},{manejo},{raca},{cobertura},{nascimento},{nome},{sexo}
Operação	GET, POST
Descrição	Inclusão de animal

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou os principais conceitos que estão relacionados à proposta dessa dissertação, destacando-se a importância do estudo da eficiência alimentar no contexto de gado leiteiro, bem como o uso de ontologias e a apresentação do paradigma SaaS. No próximo capítulo serão apresentados os principais trabalhos disponíveis na literatura relacionados a contexto dessa dissertação.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Para fundamentar o trabalho desenvolvido nesta dissertação, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura, a fim de avaliar as evidências presentes na literatura sobre o tema de ontologias aplicado ao contexto agropecuário e seguir uma sequência de passos metodológicos baseados em um protocolo bem definido. Para tal, o protocolo apresenta o tema a ser investigado de forma específica, pré-definida e com indagações estruturadas, bem como as instruções para a seleção, análise e resumo de trabalhos relevantes (STEINMACHER, CHAVES E GEROSA, 2013).

A revisão sistemática da literatura (RSL) seguiu o protocolo proposto por Kitchenham e Charters (2007), tendo como objetivo descrever os passos necessários à condução da RSL, garantindo, assim, uma posterior reprodutibilidade dos resultados aqui obtidos.

Pode-se definir como objetivo do estudo realizado: *através do **objeto de estudo de ontologias**, a **intenção/propósito** é identificar técnicas, modelos, protótipos, arquiteturas, frameworks e ferramentas que tenham como **efeito** o apoio à pesquisa agropecuária através do uso de ontologias, **do ponto de vista dos pesquisadores**, no **contexto agropecuário**.*

A partir do objetivo, foram definidas as questões de pesquisa, gerando uma orientação inicial à revisão sistemática da literatura. Para tanto, foram elaboradas as questões a seguir:

Questão 1: Como a ontologia apoiou a pesquisa?

Questão 2: Quais são as ontologias existentes para o contexto agropecuário?

Afim de especificar o método de busca, foi adotado a abordagem PICOC. O PICOC é o acrônimo adotado para “*Population, Intervention, Comparison, Outcome e Context*”. De acordo com Silva *et al.* (2010), o PICOC é um método utilizado para descrição e formulação de uma pergunta pesquisável, definindo assim:

- **População (*Population*):** agropecuário;
- **Intervenção (*Intervention*):** ontologia;
- **Comparação (*Comparison*):** não se aplica;
- **Resultados (*Outcome*):** modelo, arquitetura, framework, técnica e protótipo;
- **Contexto (*Context*):** não se aplica.

Com os parâmetros de busca definidos, foram elaborados os critérios para seleção das publicações relevantes ao estudo. Nesse sentido, o procedimento contou com cinco etapas, sendo elas:

1. **Busca e Catalogação:** A primeira etapa contou com buscas em bases indexadas da computação, cujo acesso foi permitido através das instalações da UFJF. Os resultados foram armazenados para posterior análise.
2. **Eliminação de artigos duplicados (1º filtro):** Para a análise e avaliação dos artigos, a segunda etapa contou com o apoio da ferramenta Parsif.al (PARSIFAL, 2017), que foi escolhida por ser uma ferramenta web, permitir a importação dos resultados no formato 'bibtex' e ser ferramenta livre de licença. Assim, foi realizada a importação dos resultados produzidos, em formato 'bibtex'. Além disso, cada base indexada retornou um conjunto de publicações e a ferramenta efetuou a remoção dos artigos duplicados.
3. **Definição de critérios para inclusão e exclusão (2º filtro):** Alguns critérios de exclusão (CE) foram elaborados nesta etapa, tais como:
 - CE1 – Não utiliza a ontologia como forma de apoio a pesquisa;
 - CE2 – Não ter acesso ao texto completo e não ter permissão para o *download*;
 - CE3 – Ser escrito em idioma diferente do inglês;
 - CE4 – Não ser artigo;
 - CE5 – Não ter relação ao contexto agropecuário.
4. **Seleção de artigos com base na leitura de resumo (3º filtro):** Ressalta-se que os resultados retornados na *string* de busca são restritos ao aspecto sintático e, portanto, isto não garante que as publicações selecionadas na etapa anterior sejam relevantes para o propósito deste estudo. Assim, nesta etapa, a leitura dos resumos proporciona uma análise mais aprofundada da proposta dos autores, objetivos dos trabalhos e sua relevância para o estudo.
5. **Seleção de artigos com base na leitura completa (4º filtro):** Nesta última etapa, a segunda etapa é revisitada, pois o CE2 ainda não havia sido considerado nas etapas anteriores. Vale dizer, que a análise restrita ao resumo não garante que o trabalho seja útil ao estudo. Dessa forma, os trabalhos selecionados foram lidos por completo e ranqueados através de pontuação, descrito com mais detalhes no Apêndice I dessa dissertação.

Para a construção da *string* de busca, foram utilizados dois artigos de controle, que deveriam ser retornados quando a *string* fosse executada nas bases, com o propósito de avaliar os retornos e a eficácia da *string*. Os artigos de controle estão relacionados a seguir:

- TOMIC, Dana *et al.* Enabling Semantic Web for Precision Agriculture: a Showcase of the Project agriOpenLink, CEUR Workshop Proceedings, 2015. p. 26-29.
- MIAH, Shah J.; GAMMACK, John; KERR, Don. Ontology development for context-sensitive decision support. In: Semantics, Knowledge and Grid, Third International Conference on. IEEE, 2007. p. 475-478.

Esses artigos foram cuidadosamente escolhidos. O primeiro artigo “*Enabling semantic web for precision agriculture: A Show case of the Project agriOpenLink*” (TOMIC *et al.*, 2015) foi selecionado pela arquitetura agriOpenLink, que considera o uso de ontologia para centralizar as consultas e acesso aos dados produzidos nos diversos serviços relacionados a agropecuária, tais como dados climáticos, eólicos, pragas, raças, entre outros. O segundo artigo “*Ontology Development for Context-Sensitive Decision Support*” (MIAH, GAMMACK e KERR, 2007) foi selecionado por detalhar um modelo ontológico capaz de centralizar o acesso aos dados de diversas bases, com o objetivo de facilitar a consulta e descoberta de informações de forma mais simplificada aos usuários. O Apêndice I detalha por completo a revisão sistemática realizada. Nele, encontram-se a definição do protocolo de pesquisa, os resultados obtidos em cada uma das etapas e todos os trabalhos retornados com a *string* de busca.

Vale dizer, que para a construção da *string* de busca, como citado anteriormente, foi utilizado a abordagem PICOC para a elaboração da pergunta pesquisável, juntamente com os artigos de controle. Apesar da proposta desse trabalho ser aplicado ao contexto pecuário, a *string* considerou a agropecuária como todo, a fim de ampliar os resultados da busca e proporcionar uma visão ampla das abordagens propostas. A seguir, a *string* de busca resultante:

("rural industries" or "dairy farming" or "rural industry" or "livestock" or "cattle raising" or "dairy industry") and ("ontology") and ("model" or "architecture" or "framework" or "techniques" or "prototype")

Assim, a viabilidade de desenvolvimento da proposta desse trabalho é constatada através da revisão sistemática da literatura. Dentre os trabalhos retornados, não houve nenhuma proposta que fazia uso da ontologia, aliando a adoção de máquinas inferência ao compartilhamento de informações entre áreas distintas e proporcionando apoio à pesquisa agropecuária. No entanto, alguns trabalhos merecem destaque, os quais apresentamos a seguir.

Parrot L., Lacroix R., Wade, K.M. (2003) desenvolveram uma arquitetura multi-agente colaborativa com a finalidade de proporcionar apoio às decisões da indústria leiteira. Na abordagem, os autores utilizaram a ontologia para mapear os significados de diferentes domínios de forma a estabelecer a comunicação entre esses agentes, não havendo o uso de recursos da ontologia na busca de novo conhecimento com base nas relações explícitas e usos de máquinas de inferência. Assim, essa arquitetura multi-agente colaborativa não produz conhecimento novo por meio da ontologia, diferente da arquitetura *FeedEfficiencyService*, que através dos relacionamentos explícitos de seu modelo declarado, utiliza de recursos de inferência para a descoberta de novo conhecimento.

Uma ontologia para o gerenciamento nutricional dos rebanhos foi proposta por Sivamani *et al.* (2016). Nesta ontologia, os autores consideravam aspectos relacionados a variação dos requisitos nutricionais. Assim, as fases de vida do animal e o ciclo de produção de leite foram considerados para a criação da ontologia. Os autores abordaram que nas propriedades rurais é comum observar novilhas, bezerros e vacas maduras confinadas juntas. Diante disso, a ontologia através de regras lógicas e da identificação única dos animais é capaz de classificá-los de acordo com a fase de vida e selecionar a dieta ideal. Assim os autores definem uma ontologia como foco na alimentação dos animais considerando as variações nutricionais exigidas nas fases de sua vida, diferente da ontologia proposta pela arquitetura *FeedEfficiencyService*, que considera os aspectos de eficiência alimentar e seus quatro principais índices de classificação. Vale dizer, através da ontologia proposta por Sivamani *et al.* (2016) é possível inferir qual alimentação deve ser administrada a uma novilha saudável, mas não é capaz de inferir a classificação desse animal sob os índices de eficiência alimentar. Ao contrário, a arquitetura *FeedEfficiencyService* é capaz de inferir a classificação do animal como eficiente, intermediário ou ineficiente, não sendo possível inferir a alimentação a ser administrada.

Por sua vez, Janssen *et al.* (2009) descreveram a arquitetura SEAMLESS (*System for Environmental and Agricultural Modelling; Linking European Science and Society*), proporcionando a integração entre bases de dados voltadas a diferentes domínios, tais como condições climáticas, solo, padrões de cultivo, etc. Os autores desenvolveram uma ontologia em acordo com o processo colaborativo, visando facilitar a interdisciplinaridade da pesquisa e com foco exclusivo no mapeamento entre essas bases, diferente do objetivo da arquitetura *FeedEfficiencyService* que busca a descoberta de novo conhecimento, bem como o compartilhamento desse conhecimento entre os diferentes núcleos de pesquisa da Embrapa Gado de Leite.

Em 2012, Hulsegge *et al.* identificaram que, apesar de ter iniciado um programa global, em 2008, para o desenvolvimento da *Animal Trait Ontology* (ATO), que é uma ontologia para o domínio da pecuária, ainda existem poucas ou nenhuma ontologia destinada a fatores de produção, qualidade e aspectos de saúde. Assim, os autores desenvolveram duas ontologias relevantes à produção pecuária: REPO (*Reproductive Trait and Phenotype Ontology*) e HPIO (*Host Pathogen Interactions Ontology*). Como anteriormente ressaltado pelos autores, existem poucas ontologias destinadas ao domínio da pecuária e as ontologias REPO, HPIO e FEO (*Feed Efficiency Ontology*) possuem aplicações diferentes no mesmo contexto. A REPO foi desenvolvida com foco na fertilidade de bovinos fêmeas, a HPIO com foco nas interações entre porcos e salmonela e a ontologia proposta pela arquitetura *FeedEfficiencyService* FEO com foco nos índices de eficiência alimentar.

O próximo capítulo apresenta a arquitetura *FeedEfficiency Service*, desenvolvida para apoiar as pesquisas da Embrapa Gado de Leite. Nessa arquitetura, será possível observar a proposta para organização, compartilhamentos e consumo dos dados produzidos nos experimentos da Embrapa Gado de Leite. Além disso, apresenta a ontologia FEO, a utilização de máquinas de inferência para a classificação dos animais sob os índices de eficiência alimentar e o uso de visualizações como suporte às análises dos pesquisadores.

3.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Esse capítulo apresentou uma revisão sistemática da literatura, a partir da qual foi possível identificar trabalhos relacionados ao tema proposto e também verificar a viabilidade da condução dessa proposta. Através das questões de pesquisa, foi possível

identificar as publicações que utilizavam ontologias para apoiar as pesquisas e os benefícios obtidos com a sua utilização, bem como uma comparação com a proposta desta dissertação.

4 FEED EFFICIENCY SERVICE

Nesse capítulo, é apresentada a arquitetura *FeedEfficiencyService*, que tem como objetivo organizar os experimentos de eficiência alimentar da Embrapa Gado de Leite, prover o acesso simplificado aos experimentos, proporcionar visualizações que facilitem as análises dos pesquisadores e fomentar o compartilhamento e reuso das informações produzidas entre os pesquisadores não pertencentes ao contexto de eficiência alimentar. Ao final, são apresentadas as considerações finais do capítulo.

4.1 INTRODUÇÃO

Os pesquisadores da Embrapa Gado de Leite, relacionados ao contexto de nutrição animal, mais especificamente de eficiência alimentar, necessitam de fazer uso de ferramentas computacionais para o armazenamento, classificação e análises dos animais em seus experimentos. Dentre estas ferramentas, podemos citar planilhas, ferramentas estatísticas, bancos de dados, entre outros.

O uso conjunto e integrado dessas ferramentas fica a cargo do pesquisador, que as escolhe com base em experiências anteriores. No entanto, uma das dificuldades encontradas é que por serem soluções independentes, ferramentas de diferentes fabricantes não comunicam entre si, dificultando o uso em conjunto das mesmas.

Nesse sentido, tomando como exemplo a classificação dos animais sob um índice de eficiência alimentar, torna-se necessário que os dados sejam transcritos por diversas vezes entre planilhas de dados e ferramentas estatísticas. A Figura 7 detalha essa realidade, onde os dados coletados em campo (Retângulo Azul) são armazenados em uma planilha de dados, assim como as bases de cálculos para os índices (Retângulo Roxo), resultados (Retângulo Amarelo) e a classificação (Retângulo Vermelho). Já a ferramenta estatística não possui nenhuma interação com as planilhas de dados, exigindo a transcrição dessas informações em cada uma das interações presentes na Figura 7.

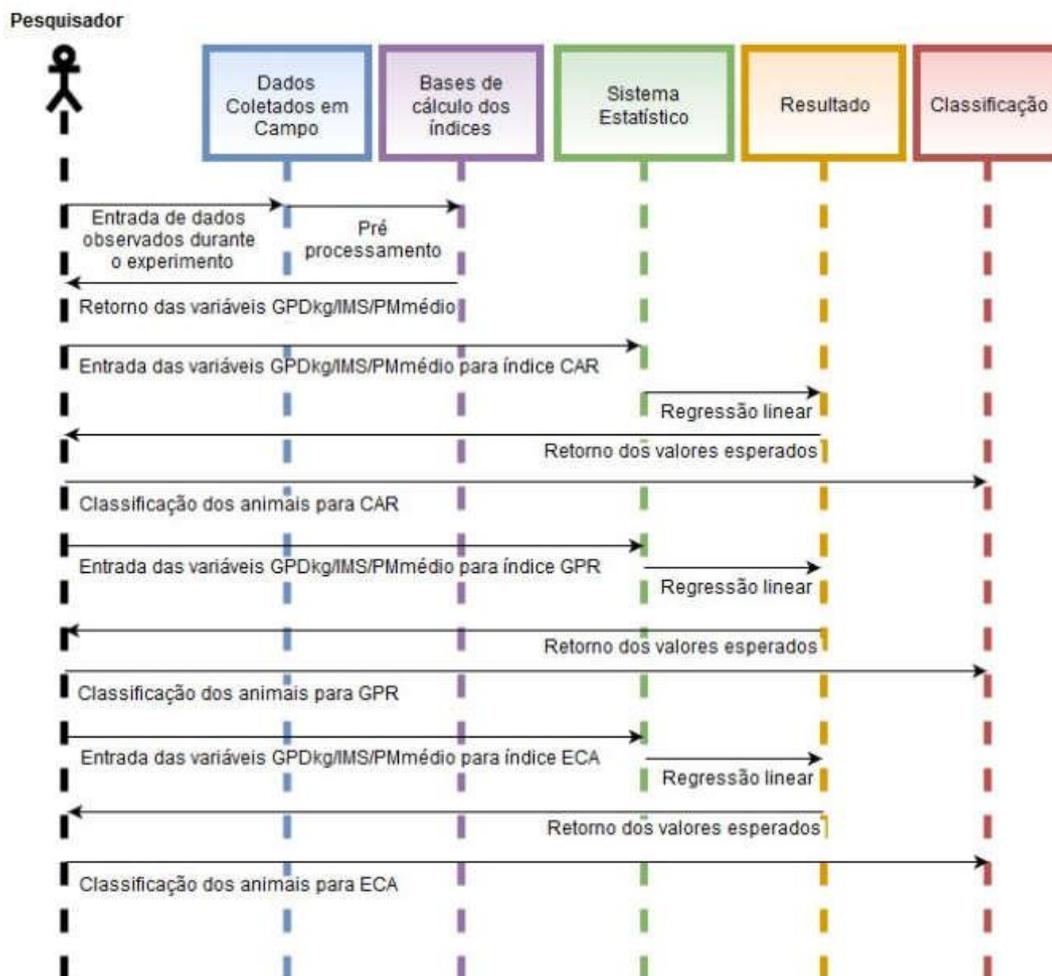


Figura 7: Diagrama de sequência para classificação dos animais (antes do uso da proposta deste trabalho)

Considerando ainda o uso não integrado de ferramentas, os pesquisadores têm também liberdade na escolha de quais ferramentas irão utilizar e na definição dos rótulos de colunas, no caso de uso de planilhas eletrônicas e banco de dados. Com isso, é observado o uso de metadados diferentes para descrever o mesmo conteúdo, dificultando o entendimento entre pesquisadores e o reuso dos dados de experimentos.

Outro ponto a ser considerado é que, no dia a dia, os pesquisadores necessitam de analisar os dados produzidos ao longo dos experimentos e compará-los entre animais ou entre experimentos. Assim, ferramentas como planilhas de dados não fornecem uma interface que facilite essa análise. Para ilustrar este cenário, a Figura 8 apresenta planilhas utilizadas para analisar três experimentos distintos, na Embrapa - Gado de Leite. Pode ser observada a dificuldade em se comparar o desempenho de um animal nos três experimentos, ou mesmo, avaliar o grupo com melhor classificação.

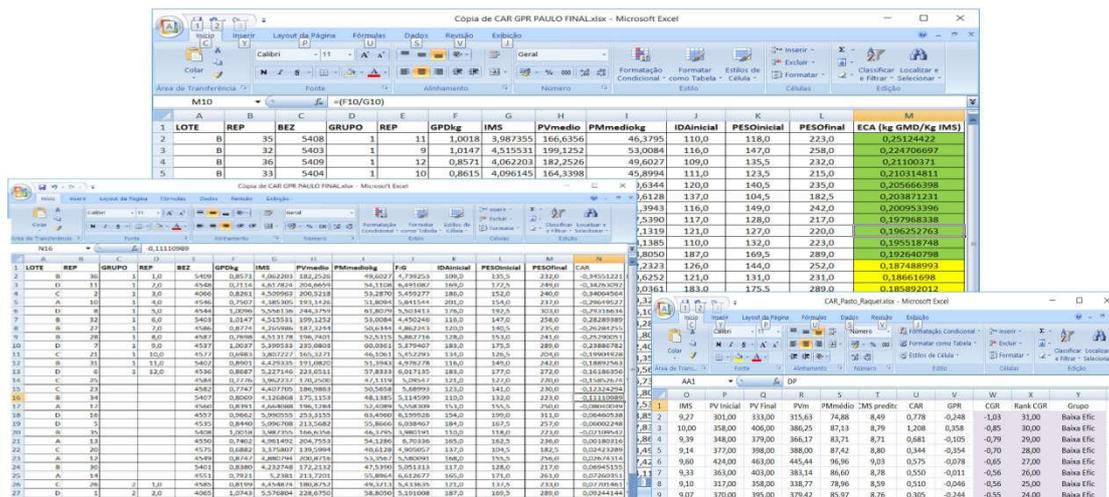


Figura 8: Planilhas como resultados obtidos em três experimentos diferentes.

Assim, com o objetivo de tentar resolver as questões discutidas acima, além de questões relacionadas ao uso de ontologias e integração de bases heterogêneas, detalhamos a arquitetura *FeedEfficiencyService*, que tem como objetivo auxiliar os pesquisadores na experimentação científica relacionada a eficiência alimentar, a partir da possibilidade de integração de informações de múltiplos experimentos e do uso de ferramentas de análises integradas.

Como contribuições específicas da arquitetura *FeedEfficiencyService*, pode-se destacar:

- Criação de uma *Feed Efficiency Ontology*, denominada FEO;
- Especificação de regras lógicas SWRL (*Semantic Web Rule Language*) para a classificação dos animais e uso de máquinas de inferência para classificá-los.
- Padronização no armazenamento dos experimentos e remoção da heterogeneidade das bases de dados;
- Definição de um modelo arquitetural genérico, que pode também ser utilizado por núcleos de pesquisa fora do contexto de eficiência alimentar;
- Criação de visualizações para auxiliar as análises de eficiência alimentar;
- Definição de uma camada de acesso aos serviços oferecidos pela arquitetura, a partir dos princípios de SaaS.
- Desenvolvimento de uma aplicação web para utilização dos serviços providos pela arquitetura, com o objetivo de simplificar o acesso dos pesquisadores;

Apesar de a arquitetura *FeedEfficiencyService* ser específica para o domínio de Eficiência Alimentar, a mesma pode ser adaptada para outros domínios, sendo

necessária a mudança do modelo integrador e da ontologia de domínio utilizada. O modelo em camadas e a ligação entre as camadas e o uso de ferramentas de análises permanece o mesmo.

4.2 ARQUITETURA

Assim, considerando a necessidade de interoperabilidade de dados dos diversos experimentos relacionados à eficiência alimentar e a dificuldade na realização de análises considerando estes dados, incluindo a descoberta de informações implícitas, a arquitetura *FeedEfficiencyService* foi proposta.

Para tal, a arquitetura foi construída seguindo o modelo arquitetural em camadas (BUSCHMANN, 1996). A Figura 9 apresenta a arquitetura, composta pelas camadas: *Service Layer*, *Front End Layer*, *Data Layer* e *Ontology Layer*.

Inicialmente, devido aos diversos experimentos relacionados à Eficiência Alimentar na Embrapa Gado de Leite estarem armazenados em bases de dados heterogêneas foi desenvolvida uma camada tradutora (*wrapper*) que permite a tradução de dados heterogêneos para um modelo de dados integrador, relacionado ao domínio de eficiência alimentar, conforme apresentado na Figura 9. Essa camada tradutora foi especificada para considerar dados específicos dos experimentos analisados. No entanto, havendo a necessidade de análise de novos experimentos já conduzidos, relacionados ao domínio de eficiência alimentar, estes poderão ser facilmente integrados na arquitetura. Frise-se que a camada tradutora não será necessária nos experimentos conduzidos após a adoção da arquitetura.

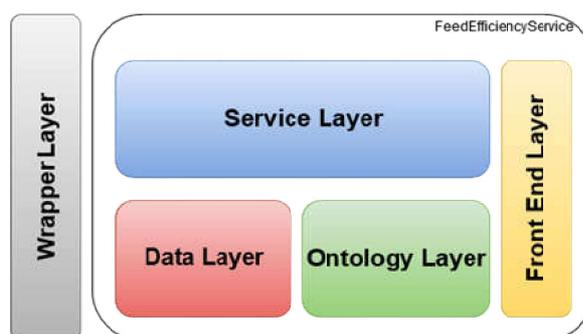


Figura 9: Visão geral da arquitetura *FeedEfficiencyService*.

4.2.1 Data Layer

Para a utilização de dados de múltiplos experimentos, com diferentes modelos de dados, um modelo de dados integrador foi especificado, a partir das informações presentes nas

bases heterogêneas e das informações fornecidas pelos pesquisadores. A Figura 10 apresenta uma visão geral do modelo desenvolvido.

Para isso, o modelo apresenta metadados que impactam direta ou indiretamente os experimentos de eficiência alimentar. Por exemplo, os metadados relacionados a refeição impactam diretamente os diversos experimentos relacionados, tendo em vista que a refeição é medida em quilograma de matéria natural e, através de seu processamento, é obtida a variável IMS (ingestão de matéria seca), utilizada na apuração dos índices de eficiência alimentar. Outro exemplo são os metadados de temperatura e de cobertura, que foram adicionados para futuras correlações desses metadados e os animais eficientes, possibilitando a identificação de alguma característica que possa ser investigada.

Com isso, o modelo conta com informações relativas aos animais, experimentos, consumo de água, consumo de alimento, cobertura, raça e informações climáticas, ou seja, dados relacionados ao domínio de eficiência alimentar. Para a proposta dessa dissertação, os metadados de maior relevância são: Animal, Experimento e Experimento_Animal. São armazenadas as seguintes informações relacionadas ao Animal: Número de registro nacional; Código de manejo, que é adotado como identificação na fazenda e nos experimentos de campo; Raça do animal; Tipo de cobertura utilizada na geração, podendo ser inseminação artificial ou transferência embrionária; Data de nascimento; Nome; Sexo, pois os touros também estão presentes na base. Considerando cada um dos Experimentos, as seguintes informações são relevantes: Data de início; Data de término; Descrição do experimento; Sigla do experimento. Além disso, devem também ser armazenadas informações que relacionem os experimentos com os animais aos índices de eficiência alimentar⁶.

⁶ Considerando o contexto de desenvolvimento deste trabalho, ou seja, os experimentos relacionados a eficiência alimentar na Embrapa Gado de Leite, todas as especificações aqui propostas estão de acordo com a infraestrutura existente na Embrapa Gado de Leite. Diante disso, o banco de dados escolhido para o armazenamento foi o *postgres* (POSTGRES, 2018).

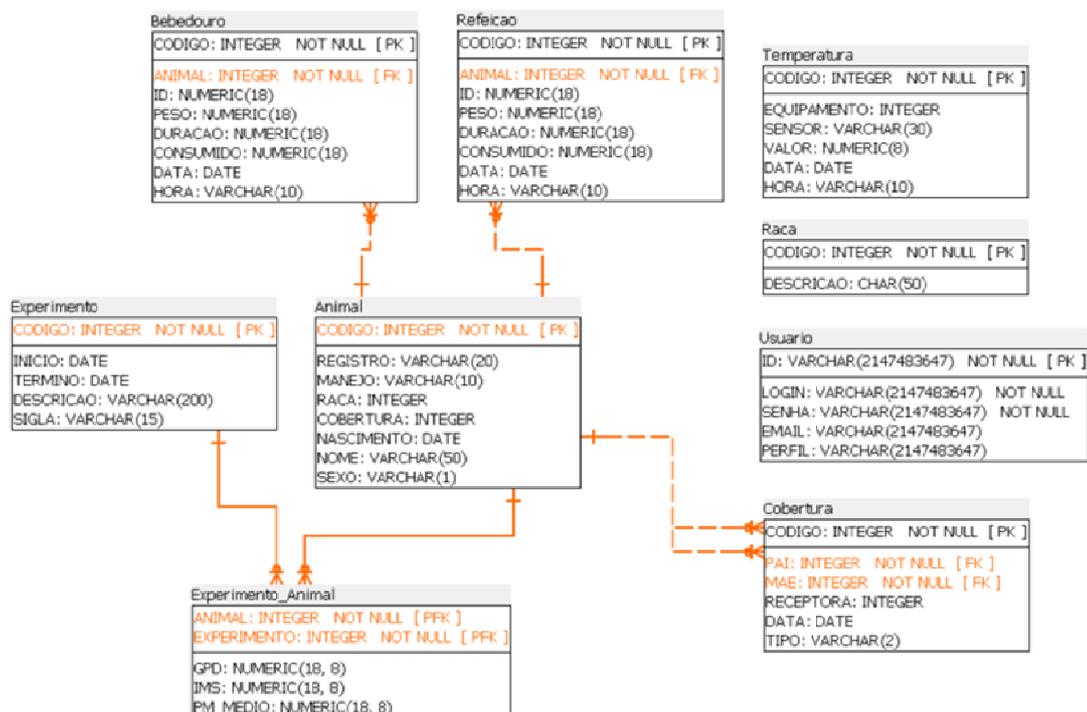


Figura 10: Modelo de dados da arquitetura *FeedEfficiencyService* (*Data Layer*) considerando o contexto de Eficiência Alimentar

4.2.2 Ontology Layer

A camada ontológica tem como objetivo apoiar a integração e análises dos dados dos experimentos. Para isso, foi especificada uma ontologia, denominada *Feed Efficiency Ontology* (FEO) (Figura 11). A ontologia permite a integração semântica entre os experimentos relacionados, 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. 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, CGPR e ECA foram criadas classes e regras específicas para realizar a classificação, considerando três possíveis níveis: eficiente, intermediário e ineficiente (Figura 11).

A linguagem adotada para implementação da ontologia foi o OWL (*Web Ontology Language*), recomendada pelo W3C (BECHHOFFER *et al.*, 2004; HITZLER, KROTZSCH e RUDOLPH, 2009).

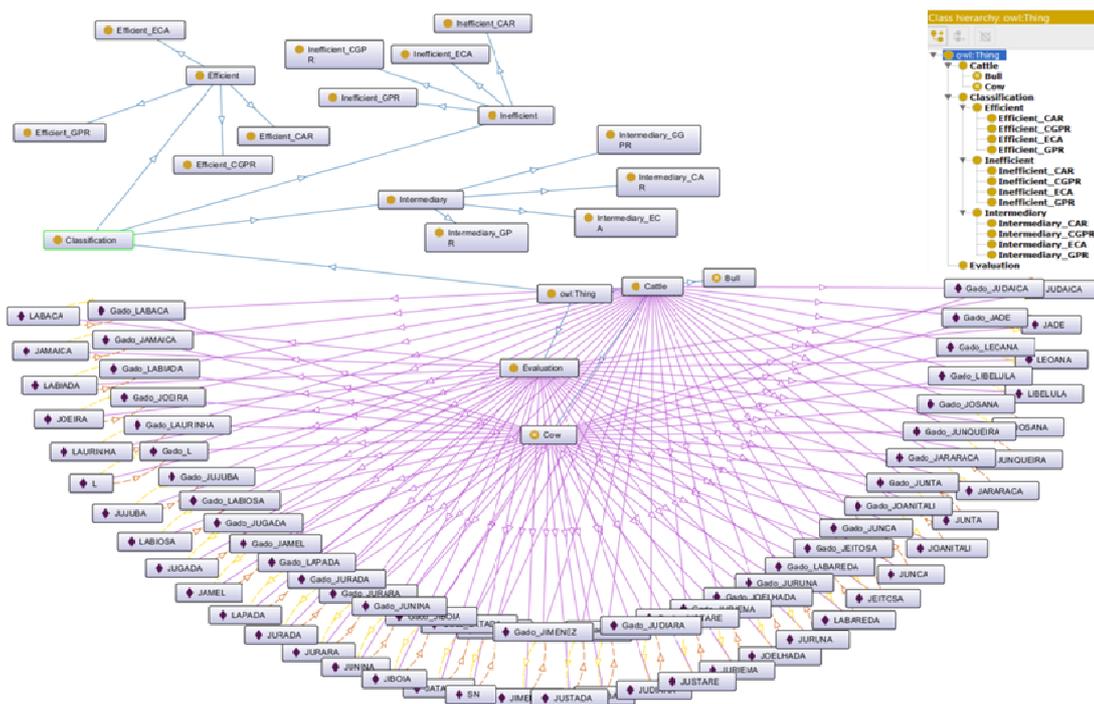


Figura 11: Modelo Definido (ou Declarado) da *Feed Efficiency Ontology* (FEO).

A estrutura da ontologia FEO é composta por três classes principais: *Cattle*, *Classification* e *Evaluation*, que possuem suas respectivas subclasses. A classe *Cattle* possui como subclasses *Cow* e *Bull*. A classe *Classification* possui como subclasses as três possibilidades de classificação em um índice de eficiência alimentar: *efficient*, *inefficient* e *intermediary*. Cada uma dessas, possui também como subclasses os quatro índices de eficiência alimentar: CAR, GPR, CGPR e ECA. E, por fim, a classe *Evaluation* não possui subclasses. É importante ressaltar que a ontologia foi especificada de forma que seja facilmente extensível, ou seja, se novos índices de eficiência alimentar forem necessários, basta criar novas subclasses na hierarquia, bem como os tipos de classificação e avaliação.

Considerando a implementação em OWL, *object properties* são utilizadas para implementar as relações entre as classes. Para a construção do modelo definido (ou declarado) foram criadas duas *object properties*, sendo elas *hasEvaluation* e *isEvaluationOf* (Figura 12). A propriedade *hasEvaluation* é inversa a propriedade *isEvaluationOf* e foi associada ao domínio da classe *Evaluation*. Com essas propriedades, os dados relacionados aos experimentos são associados. Considerando os dados dos experimentos da Embrapa - Gado de Leite, temos, por exemplo, a instância *Gado_Labaca*, da classe *Cattle* foi associada a instância *Labaca*, da classe *Evaluation*, através da propriedade *isEvaluationOf*.

Além de *object properties*, foram também especificadas *data properties* relacionadas ao modelo, considerando metadados utilizados na classificação dos animais e metadados que possibilitassem a associação de animais as classes ontologia. Dessa forma, as *data properties* foram restritas às informações relevantes dos animais para identificação e uso da ontologia, bem como suas respectivas avaliações (Figura 12).

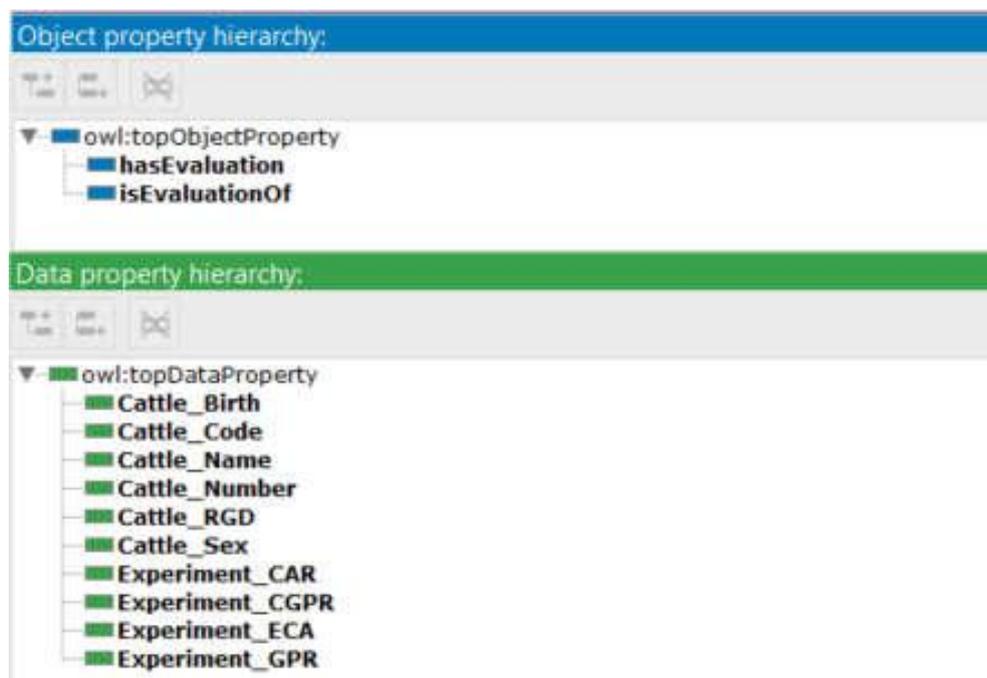


Figura 12: *Object Properties* e *Data Properties* da FEO.

Por exemplo, as instâncias da classe *Evaluation* receberam as avaliações nos índices de eficiência alimentar CAR, ECA, GPR e CGPR (Figura 13). A instância Gado_LABACA da classe *Cattle*, utilizou a *data property* *Cattle_Number* para definir “5401” como seu número de manejo. De forma similar, a instância LABACA da classe *Evaluation*, utilizou a *data property* *Experiment_GPR* para definir a avaliação do animal de “-0.056886...” sob o índice GPR no experimento (Figura 13).

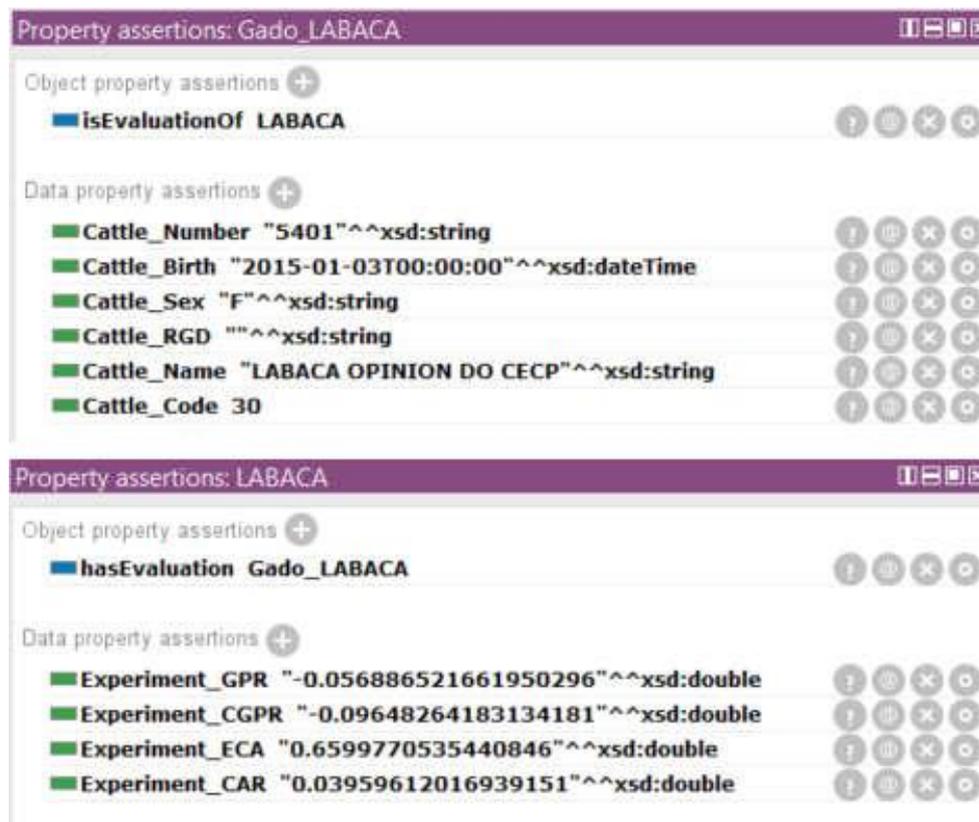


Figura 13: *Data Properties* das instâncias Gado_LABACA e LABACA.

Para a descoberta de novas associações entre experimentos e animais, além de permitir o processamento das classificações relacionadas a eficiência alimentar, foram criadas doze regras SWRL na ontologia FEO. Essas regras têm como objetivo a classificação dos animais como eficientes, intermediários ou ineficientes, para cada um dos quatro índices de eficiência alimentar, além de permitir a descoberta de novas associações entre animais e experimentos.

As regras foram construídas com base nas informações fornecidas pelos pesquisadores da Embrapa Gado de Leite, onde a classificação dos animais em eficientes, intermediários e ineficientes é feita através do desvio padrão dos índices obtidos. Assim, para os índices CAR, GPR e CGPR é considerada como intermediária a faixa de animais que possui índices entre meio desvio padrão abaixo e acima do marco zero (Figura 14). No caso do índice ECA, é considerada a média dos índices e não o marco zero. Considerando que as classes eficientes, intermediários e ineficientes são disjuntas, a classificação nas faixas eficientes e ineficientes considera apenas os índices não classificados como intermediários. Para tal, os índices ECA, GPR e CGPR consideram os animais presentes na faixa de maior valor como os mais eficientes. Já para o índice CAR, o contrário ocorre e os animais mais eficientes são os concentrados na faixa de menor valor.

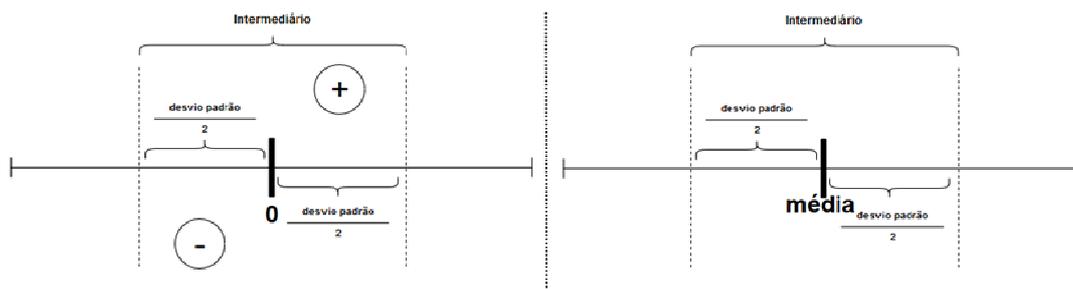


Figura 14: Faixa para a classificação dos animais intermediários CAR, GPR, ECA e CGPR.

Considerando que as faixas de classificação estão diretamente relacionadas ao desvio padrão e esse, diretamente relacionado ao conjunto de animais, existe um dinamismo nessa apuração. É importante também destacar que a adição ou remoção de um animal nesse conjunto pode alterar os valores do desvio padrão e das médias, podendo impactar em todas as faixas. Nesse caso, os rótulos estáticos poderiam incorrer em erro ou em reprocesso desnecessário. Assim, a adoção de regras SWRL proporcionou flexibilidade à arquitetura, deixando a cargo da máquina de inferência as respectivas classificações.

A Tabela 4 apresenta as doze regras SWRL e suas respectivas fórmulas. A paleta de cores adotada em toda arquitetura foi sugerida pelos pesquisadores da Embrapa Gado de Leite e teve como objetivo o destaque e a diferenciação das regras. Dessa forma, a paleta de cores é apresentada da seguinte forma: verde para eficiente, amarelo para intermediário e vermelho para ineficiente.

Tabela 4: Regras SWRL criadas para a classificação na ontologia FEO.

S1	CAR	Eficiente	$Embrapa:Cattle(?cattle) \wedge Embrapa:isEvaluationOf(?cattle, ?evaluation) \wedge Embrapa:Experiment_CAR(?evaluation, ?EvaluationCAR) \wedge swrlb:lessThan(?EvaluationCAR, (-1)*X) \rightarrow Embrapa:Efficient_CAR(?cattle)$
S2	CAR	Intermediário	$Embrapa:Cattle(?c) \wedge Embrapa:isEvaluationOf(?c, ?y) \wedge Embrapa:Experiment_CAR(?y, ?EvaluationCAR) \wedge swrlb:lessThanOrEqual(?EvaluationCAR, X) \wedge swrlb:greaterThanOrEqual(?EvaluationCAR, (-1)*X) \rightarrow Embrapa:Intermediary_CAR(?c)$
S3	CAR	Ineficiente	$Embrapa:Cattle(?c) \wedge Embrapa:isEvaluationOf(?c, ?y) \wedge Embrapa:Experiment_CAR(?y, ?EvaluationCAR) \wedge swrlb:greaterThan(?EvaluationCAR, X) \rightarrow Embrapa:Inefficient_CAR(?c)$
S4	GPR	Eficiente	$Embrapa:Cattle(?c) \wedge Embrapa:isEvaluationOf(?c, ?y) \wedge Embrapa:Experiment_GPR(?y, ?EvaluationGPR) \wedge swrlb:greaterThan(?EvaluationGPR, X) \rightarrow Embrapa:Efficient_GPR(?c)$
S5	GPR	Intermediário	$Embrapa:Cattle(?c) \wedge Embrapa:isEvaluationOf(?c, ?y) \wedge Embrapa:Experiment_GPR(?y, ?EvaluationGPR) \wedge swrlb:lessThanOrEqual(?EvaluationGPR, X) \wedge swrlb:greaterThanOrEqual(?EvaluationGPR, (-1)*X) \rightarrow Embrapa:Intermediary_GPR(?c)$
S6	GPR	Ineficiente	$Embrapa:Cattle(?cattle) \wedge Embrapa:isEvaluationOf(?cattle, ?evaluation) \wedge Embrapa:Experiment_GPR(?evaluation, ?EvaluationGPR) \wedge swrlb:lessThan(?EvaluationGPR, (-1)*X) \rightarrow Embrapa:Inefficient_GPR(?cattle)$
S7	ECA	Eficiente	$Embrapa:Cattle(?c) \wedge Embrapa:isEvaluationOf(?c, ?y) \wedge Embrapa:Experiment_ECA(?y, ?EvaluationECA) \wedge swrlb:greaterThan(?EvaluationECA, X) \rightarrow Embrapa:Efficient_ECA(?c)$

S8	ECA	Intermediário	$Embrapa:Cattle(?c) \wedge Embrapa:isEvaluationOf(?c, ?y) \wedge Embrapa:Experiment_ECA(?y, ?EvaluationECA) \wedge swrlb:lessThanOrEqual(?EvaluationECA, X) \wedge swrlb:greaterThanOrEqual(?EvaluationECA, Z) \rightarrow Embrapa:Intermediary_ECA(?c)$
S9	ECA	Ineficiente	$Embrapa:Cattle(?cattle) \wedge Embrapa:isEvaluationOf(?cattle, ?evaluation) \wedge Embrapa:Experiment_ECA(?evaluation, ?EvaluationECA) \wedge swrlb:lessThan(?EvaluationECA, X) \rightarrow Embrapa:Inefficient_ECA(?cattle)$
S10	CGPR	Eficiente	$Embrapa:Cattle(?c) \wedge Embrapa:isEvaluationOf(?c, ?y) \wedge Embrapa:Experiment_CGPR(?y, ?EvaluationCGPR) \wedge swrlb:greaterThan(?EvaluationCGPR, X) \rightarrow Embrapa:Efficient_CGPR(?c)$
S11	CGPR	Intermediário	$Embrapa:Cattle(?c) \wedge Embrapa:isEvaluationOf(?c, ?y) \wedge Embrapa:Experiment_CGPR(?y, ?EvaluationCGPR) \wedge swrlb:lessThanOrEqual(?EvaluationCGPR, X) \wedge swrlb:greaterThanOrEqual(?EvaluationCGPR, (-1)*X) \rightarrow Embrapa:Intermediary_CGPR(?c)$
S12	CGPR	Ineficiente	$Embrapa:Cattle(?cattle) \wedge Embrapa:isEvaluationOf(?cattle, ?evaluation) \wedge Embrapa:Experiment_CGPR(?evaluation, ?EvaluationCGPR) \wedge swrlb:lessThan(?EvaluationCGPR, (-1)*X) \rightarrow Embrapa:Inefficient_CGPR(?cattle)$

Como dito anteriormente, as regras SWRL (Tabela 4) permitem a composição de associações. Por exemplo, a regra S1 tem o papel de classificar os animais eficientes sobre o índice CAR. Para tal, ela utiliza informações previamente conhecidas (conhecimento explícito), tais como: ser uma instância de *Cattle* e ter uma instância da classe *Evaluation* associada a ela, além de possuir uma *data property* *Experiment_CAR*, e que essa seja inferior a X. Assim, um animal que possua essas combinações é classificado na classe *Efficient_CAR* (conhecimento implícito), como CAR eficiente.

A construção das regras lógicas para classificação dos animais utilizou dados de 1 experimento, com animais já previamente classificados pela equipe de nutrição animal / eficiência alimentar da Embrapa Gado de Leite. E, para avaliar a precisão das classificações, foram utilizados dados de 5 outros experimentos, já conduzidos classificados pela mesma equipe.

Dessa forma, a ontologia, através de seu modelo declarado (conhecimento explícito) com a adição de regras SWRL e máquinas de inferência, permite inferir a classificação dos animais sob os índices de eficiência alimentar (conhecimento implícito). Assim, a classificação dos animais é considerada um conhecimento novo, produzido a partir da aplicação das regras SWRL e máquinas de inferência na ontologia.

4.2.3 Service Layer

Para que a arquitetura possa ser utilizada por aplicações que desejam consumir seus dados e/ou prover informações para a mesma, foi implementado um serviço web RESTful em JAVA, responsável por disponibilizar serviços para o armazenamento, gerência e consulta aos dados. Assim, é permitida a interoperabilidade com outras aplicações e serviços.

Para o desenvolvimento da arquitetura *FeedEfficiencyService*, bem como da camada de serviços, foram adotados os paradigmas do SaaS (*Software As A Service*), conforme detalhado no capítulo 2. Nesse sentido, a arquitetura tem como objetivo fornecer ao pesquisador a capacidade de utilizar e compartilhar com outros pesquisadores, dados e serviços relacionados a eficiência alimentar de gado de leite, permitindo o acesso remoto e a partir de vários dispositivos. Assim, o pesquisador não tem que se preocupar com a infraestrutura, implementação de rotinas, adoção de ferramentas externas, e armazenamento, entre outros detalhes técnicos. Além disso, de maneira a permitir que a composição de serviços possa ser modificada, e os serviços sejam utilizados por outros pesquisadores externos ou internos, os serviços se comunicam por meio de arquivos JSON⁷ (*Java Script Object Notation*).

Neste contexto, foram implementados 56 serviços. Esses podem ser subdivididos em serviços de cadastro, serviços ligados à ontologia, serviços estatísticos e serviços de apoio à arquitetura, podendo também ser relacionados às suas áreas de atuação: Animal, Experimento, Avaliação, Bebedouro, Refeição, Cobertura, Raça, Temperatura, Usuário, Ontologia e Índices de Eficiência Alimentar⁸.

É importante destacar que a segurança de acesso aos dados é garantida a partir do uso dessa camada de serviços. Para exemplificar, considere um cenário de uso onde uma aplicação externa “Alfa” deseja acessar informações de animais. Como primeira etapa, é exigido que a aplicação “Alfa” descubra quais são os serviços disponíveis na arquitetura e, a partir disso, ter acesso aos mesmos. Para isso, é realizado um filtro a procura dos recursos desejados. Para esse exemplo, existem cinco possibilidades de serviços relacionados a animais (Tabela 5), todos acessados através do método GET e com saídas em JSON. Observe que, nas descrições da URI (Tabela 5), além do link de acesso, existem também informações sobre os parâmetros necessários para a execução de cada serviço.

Tabela 5: Serviços disponíveis para a tabela animal.

Operação	Método	URI	Saída
GET	Inserção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site 2/services/animal/insert/{codigo},{registro} ,{manejo},{raca},{cobertura},{nascimento},{	JSON

⁷<http://www.json.org/json-pt.html>.

⁸Os serviços foram descritos no Apêndice II dessa dissertação e esse documento traz informações sobre a URI de acesso ao serviço, parâmetros necessários, etc.

		nome},{sexo}	
GET	Atualização	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/animal/update/{codigo},{registro},{manejo},{raca},{cobertura},{nascimento},{nome},{sexo}	JSON
GET	Deleção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/animal/delete/{codigo}	JSON
GET	Listagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/animal/list	JSON
GET	Contagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/animal/count	JSON

Outros serviços internos de apoio ao processamento da arquitetura também foram desenvolvidos. No apêndice II, estes serviços são listados.

Serviços relacionados às análises da eficiência alimentar também são disponibilizados nesta camada (Tabela 6). Estes serviços dispensam o conhecimento prévio necessário relacionado a ferramentas estatísticas⁹, bem como o uso de ferramentas de terceiros para os fins de regressão linear utilizados por esses índices.

Tabela 6: Categoria de serviços estatísticos.

Operação	Método	URI	Saída	Funcionalidade
GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/regressao/CAR/{codigoexperimento}	JSON	Regressão do índice CAR
GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/regressao/ECA/{codigoexperimento}	JSON	Fórmula do índice ECA
GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/regressao/GPR/{codigoexperimento}	JSON	Regressão do índice GPR
GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/regressao/CGPR/{codigoexperimento}	JSON	Regressão do índice CAR e GPR + apuração do índice CGPR

E, por fim, tem-se a categoria de serviços relacionados à ontologia e utilizados para processar a classificação dos animais sob os índices de eficiência alimentar.

⁹ Neste contexto específico, ou seja, pesquisadores em eficiência alimentar da Embrapa-Gado de Leite, quando no uso de análises relacionadas a estes experimentos.

Para tal, a *Service Layer* conta com um serviço de apoio que processa um arquivo OWL da ontologia, considerando as informações presentes no modelo integrador, disponível na *Data Layer*, dados dos serviços estatísticos e também os parâmetros passados na requisição do serviço, sobre o experimento selecionado. A partir disso, a máquina de inferência (*reasoner*) é executada por este serviço. Assim, por meio de inferência ocorre a classificação dos animais como eficiente, intermediário e ineficiente, sobre os quatro índices de eficiência alimentar. Em seguida, este serviço, através de consultas SPARQL¹⁰ (Figura 15), obtém os animais associados a cada uma das classes e, conseqüentemente, a classificação nos índices de eficiência alimentar.

Como dito anteriormente, os serviços se comunicam por meio de arquivos JSON e, assim, o serviço relacionado à ontologia retorna a classificação no experimento de cada um dos participantes, demonstrado na Figura 16.

```
PREFIX owl:<http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf:<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX xsd:<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdfs:<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX embrapa:<http://www.semanticweb.org/heitor/ontologies/2016/6/Embrapa#>
SELECT distinct ?Nome ?Numero ?Registro ?Nascimento ?Codigo
WHERE {
?Cattle a embrapa:Efficient_CAR.
?Cattle embrapa:Cattle_Name ?Nome.
?Cattle embrapa:Cattle_Number ?Numero.
?Cattle embrapa:Cattle_Birth ?Nascimento.
?Cattle embrapa:Cattle_RGD ?Registro.
?Cattle embrapa:Cattle_Code ?Codigo.
}
```

Figura 15: SPARQL de consulta a ontologia dos animais associados a classe *Efficient_CAR*.

```
{
  "CAR": {
    "ineficientes": [
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 22,
        "nascimento": "0012-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4581",
        "nome": "JATADA JUNEAO DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0669-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 20,
        "nascimento": "0012-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4575",
        "nome": "JOEIRA JUNEAO DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0668-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 28,
        "nascimento": "0012-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4587",
        "nome": "JUNQUEIRA JUNEAO DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0646-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 35,
        "nascimento": "0001-03-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "5408",
        "nome": "LAPADA IPINION DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0644-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 15,
        "nascimento": "0011-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4554",
        "nome": "JURADA JUNEAO DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0658-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 30,
        "nascimento": "0001-03-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "5401",
        "nome": "LABACA OPINION DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": ""
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 16,
        "nascimento": "0011-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4557",
        "nome": "JUNCA JUNEAO DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0674-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 34,
        "nascimento": "0001-03-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "5407",
        "nome": "LABIOSA OPINION DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0649-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 18,
        "nascimento": "0012-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4572",
        "nome": "JOELHADA JUNEAO DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0671-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 29,
        "nascimento": "0012-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4588",
        "nome": "JIMENEZ OPINION DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0667-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 32,
        "nascimento": "0001-03-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "5403",
        "nome": "L BIA OPINION DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0650-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 17,
        "nascimento": "0011-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4560",
        "nome": "JUNINA JUNEAO DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0657-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 13,
        "nascimento": "0011-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4550",
        "nome": "JUDAICA JUNEAO DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0660-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 25,
        "nascimento": "0012-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4584",
        "nome": "JURIEMA OPINION DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0666-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 9,
        "nascimento": "0011-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4545",
        "nome": "JURUNA JUNEAO DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0661-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 19,
        "nascimento": "0012-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4573",
        "nome": "JIBOIA TALENTO DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0654-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 36,
        "nascimento": "0001-03-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "5409",
        "nome": "LAURINHA OPINION DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0648-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 12,
        "nascimento": "0011-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4549",
        "nome": "JOSANA JUNEAO DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0659-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 14,
        "nascimento": "0011-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4551",
        "nome": "JUDIARA JUNEAO DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0655-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 24,
        "nascimento": "0012-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4583",
        "nome": "JUSTARE OPINION DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0662-AL"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 4,
        "nascimento": "0010-02-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "4528",
        "nome": "JUBA TALENTO DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "1432-AF"
      },
      {
        "cobertura": 0,
        "codigo": 33,
        "nascimento": "0001-03-20",
        "raca": 0,
        "manejo": "5404",
        "nome": "LABIADA OPINION DO CECP",
        "sexo": "",
        "registro": "0647-AL"
      }
    ]
  }
}
```

Figura 16: JSON de retorno com as classificações dos animais no experimento.

Os serviços relacionados à ontologia (Tabela 7) classificam os animais em cada um dos índices, do mesmo modo que, permite a classificação geral, englobando todos os índices. A classificação geral é utilizada para as funcionalidades relacionadas às

¹⁰ <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

visualizações, detalhadas nas seções seguintes. Outro ponto a ser destacado é que o JSON de retorno destacado na Figura 16, permite a classificação dos animais sobre os rótulos de eficiente, intermediário e ineficiente, podendo contribuir, ainda para a compreensão de pesquisadores que estão fora do contexto de eficiência alimentar.

Tabela 7: Categoria de serviços relacionados à ontologia.

GET	Visualização	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/ont/view1/{lxExperimento}	JSON	Visualização de classificação
GET	Visualização	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/ont/view2/{lxExperimento}	JSON	Visualização de agrupamento
GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/ont/CAR	JSON	Classificação CAR
GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/ont/ECA	JSON	Classificação ECA
GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/ont/GPR	JSON	Classificação GPR
GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/ont/CGPR	JSON	Classificação CGPR

Para a implementação dos serviços, foram utilizadas as seguintes tecnologias: servidor de aplicação Tomcat¹¹, *reasoner* Pellet¹², SPARQL, Jena¹³, Math¹⁴, JSON e a JDBC PostgreSQL¹⁵. As bibliotecas Jena e Pellet facilitam o uso de ontologias OWL e máquinas inferência em JAVA. A fim de ilustrar a interação entre as tecnologias, um cenário de uso foi elaborado para um melhor entendimento dessa. Assim, a Figura 17 ilustra os passos da requisição de uma visualização. Os passos foram numerados de 1 a 8, onde o pesquisador seleciona através de uma interface a visualização e aguarda o retorno do serviço web.

¹¹<http://tomcat.apache.org/>

¹²<https://mvnrepository.com/artifact/net.sourceforge.owlapi/pellet-owlapi-ignazio1977>

¹³<https://jena.apache.org/download/index.cgi>

¹⁴http://commons.apache.org/proper/commons-math/download_math.cgi

¹⁵<https://jdbc.postgresql.org/download.html>

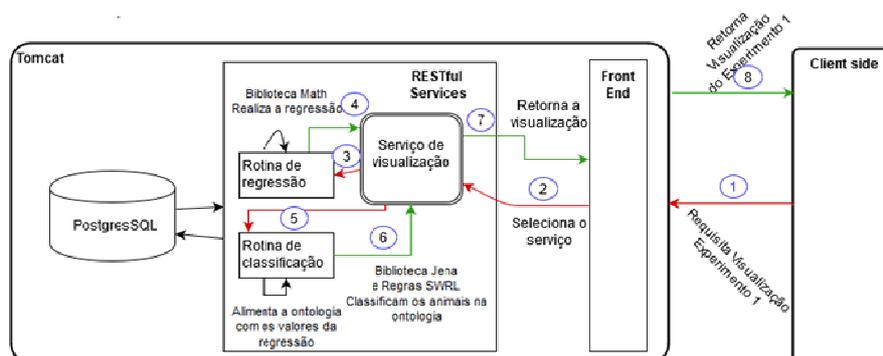


Figura 17: Exemplo de interação entre as tecnologias, a fim de retornar a classificação dos animais no experimento 1.

4.2.4 Front End Layer

Com a finalidade de proporcionar ao pesquisador uma interface para o uso direto dos serviços da arquitetura *FeedEfficiencyService*, foi desenvolvida uma aplicação web. Seu acesso é realizado a partir da autenticação do usuário com login e senha, como pode ser visto na Figura 18.

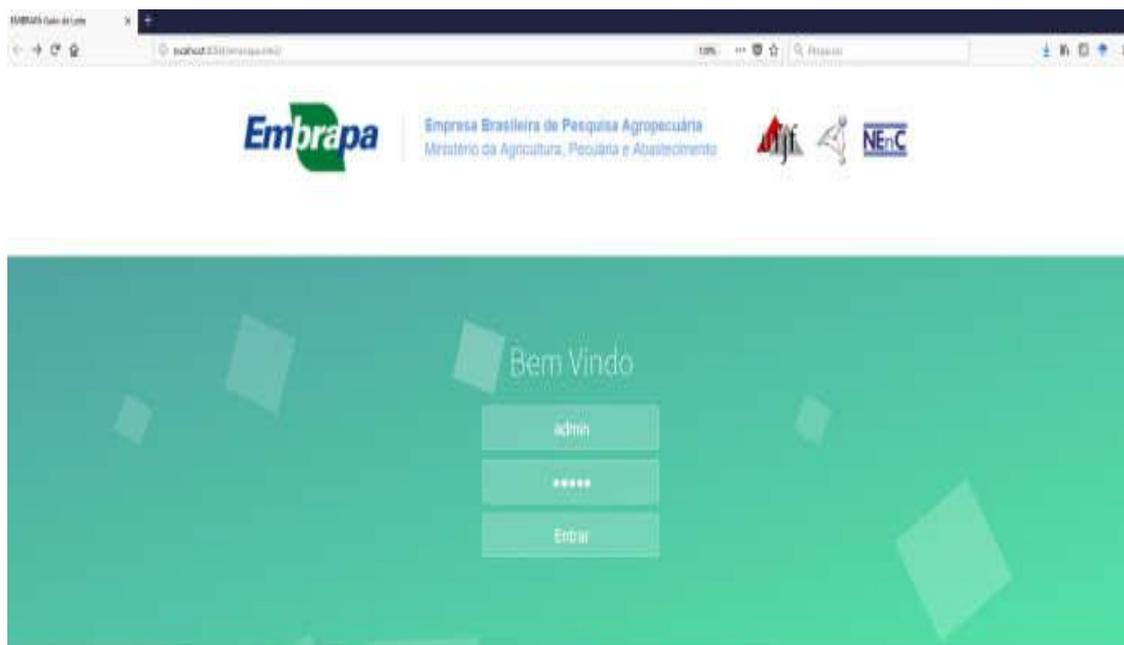


Figura 18: Tela de login da aplicação web.

A tela principal da aplicação (Figura 19) permite ao pesquisador acesso a todos os serviços da arquitetura, disponível através de um menu lateral. Através do menu é

possível o acesso aos dados cadastrais, informações sobre experimentos e importações de arquivos.

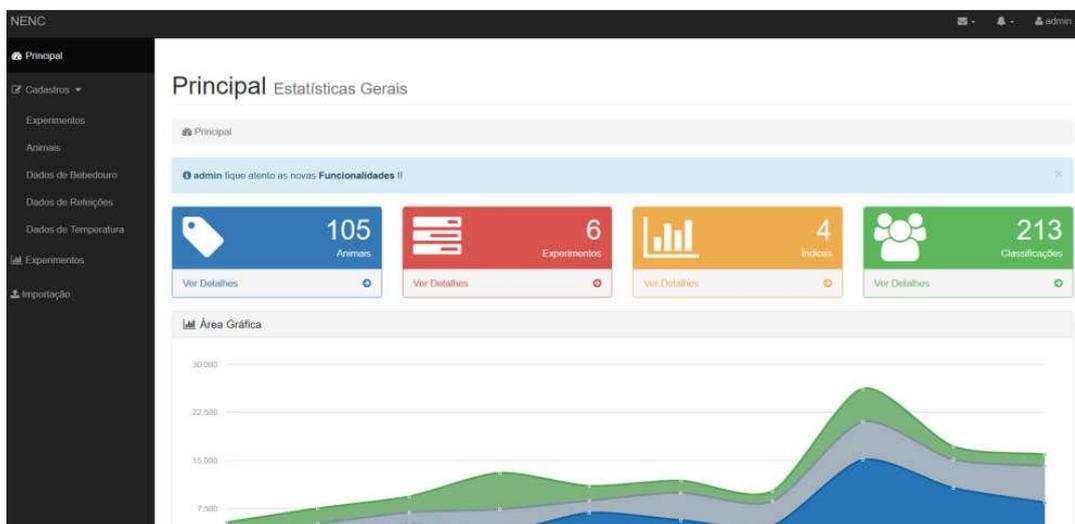


Figura 19: Tela principal da aplicação web.

Os dados são expostos no formato de grade, como pode ser visto na Figura 20. Através dessa disposição, é possível observar o conjunto de dados armazenado, além de contar com recursos visuais adicionais, tais como destaques em cores, links, etc. Dessa forma, na grade de animais (Figura 20), as cores auxiliam o pesquisador na identificação de animais que não estão em conformidade. Por exemplo, os animais LABACA OPINION DO CECP, que não possui número de registro, e ESTANHO TE KUBERA, que não possui dados de manejo, estão em destaque na grade.

Registro	Manejo	Nascimento	Nome	Tipo	Editar	Remover
0867-AL	4588	2014-12-28	JIMENEZ OPINION DO CECP	Novilha	✎	✖
	5401	2015-01-03	LABACA OPINION DO CECP	Novilha	✎	✖
0851-AL	5402	2015-01-04	LABAREDA OPINION DO CECP	Novilha	✎	✖
0650-AL	5403	2015-01-04	L BIA OPINION DO CECP	Novilha	✎	✖
0647-AL	5404	2015-01-09	LABIADA OPINION DO CECP	Novilha	✎	✖
0649-AL	5407	2015-01-10	LABIOSA OPINION DO CECP	Novilha	✎	✖
0644-AL	5408	2015-01-10	LAPADA IPINION DO CECP	Novilha	✎	✖
0648-AL	5409	2015-01-11	LAURINHA OPINION DO CECP	Novilha	✎	✖
ACFG-813		2003-11-28	ESTANHO TE KUBERA	Touro	✎	✖
MUT-105		2002-01-01	TALENTO TE F. MUTUN	Touro	✎	✖
RRP5850		2006-01-27	FARAO FIV DE BRASILIA	Touro	✎	✖
AX117755		2000-07-07	NOR-BERT EMERSON EVERETT	Touro	✎	✖
A-118198		2001-10-31	ROINI AND JUNFAI	Touro	✎	✖

Figura 20: Grade de animais cadastrados na *FeedEfficiencyService*.

As telas de cadastro das informações dos experimentos seguem o mesmo padrão, trazendo recursos para facilitar a inserção e consumo dos dados através de interfaces limpas. Nota-se, na Figura 21, o cadastro relativo às avaliações. Esse cadastro possui como pré-requisito a existência do animal na base de dados. Assim, por meio do componente *combobox*, a aplicação limita-se a incluir somente animais cadastrados. Ações como essas proporcionam ao pesquisador mais segurança e menor número de erros.

The image displays three screenshots of web forms used for data entry in an experimental application. The first screenshot, titled 'Formulário de Cadastro de Experimento', shows fields for 'Codigo do Experimento' (1), 'Descrição' (Aleitamento_30), 'Sigla' (ALEITAMENTO2_30), 'Inicio' (01/01/2015), and 'Termino' (31/12/2017). The second screenshot, 'Formulário de Cadastro de Avaliação', includes fields for 'Descrição do Experimento' (Aleitamento_30), 'Codigo do Animal' (4525 -> JOANITALI FARAO DO CECP[3]), 'Ganho de Peso Diário (GPD)' (0.57), 'Ingestão de Matéria Seca (IMS)' (0.799034), and 'Preencher com o peso médio (PM_Médio)' (10.6306). The third screenshot, 'Formulário de Cadastro de Animal', contains fields for 'Codigo do Animal' (1), 'Registro' (0673-AL), 'Manejo' (4065), 'Nome' (LIBELULA ESTANHO DO CECP), 'Nascimento' (2014-10-25), 'Raça' (Nivelha), 'Tipo' (Iouro), 'Tipo de Cobertura' (IA), and 'Data da Cobertura' (2014-01-10). It also includes fields for parent information: 'Nome do Pai' (ESTANHO TE KUBERA), 'Registro do Pai' (ACFG 813), 'Manejo do Pai' (Preencher com o registro), 'Nascimento do Pai' (2003-11-28), 'Nome da Mãe' (CNPGL ERDMAN HAGGARD), 'Registro da Mãe' (Preencher com o registro), 'Manejo da Mãe' (Preencher com o registro), and 'Nascimento da Mãe' (null).

Figura 21: Formulário de cadastro de animais na aplicação.

A aplicação proporciona ao pesquisador a opção de importar dados através de arquivos CSV (*Comma Separated Values*), padrão usado pela maioria dos experimentos da EMBRAPA- Gado de Leite, considerando a existência de tabelas que possuem um grande volume de dados produzidos diariamente, como é o caso das tabelas de bebedouro e refeição, onde, a cada visita do animal ao respectivo bebedouro ou cocho, é produzida uma linha a ser inserida na *FeedEfficiencyService* (Figura 22).

Figura 22: Formulário de importação na aplicação.

A grade de experimentos (Figura 23), além dos recursos comuns a todas as grades que possibilitam a inclusão, alteração e exclusão de dados, possui recursos extras, para associar animais e suas avaliações a um experimento, para solicitar visualizações de classificação e de agrupamento. Outro ponto a ser destacado é que a grade expõe os registros através da ordem cronológica, com base na data de início do experimento. Isso facilita o pesquisador na análise evolutiva dos animais.

Assim, por meio dessa grade, o pesquisador seleciona os experimentos que ele deseja para análise e seleciona a visualização mais adequada. Estão disponíveis duas visualizações com propostas distintas: visualização de classificação e a visualização de agrupamento. Ambas, tem como o objetivo facilitar as análises dos experimentos e serão detalhadas a seguir.

Experimentos

Codigo	Descrição	Sigla	Inicio	Termino	Seleciona
1	Aleitamento_30	ALEITAMENTO_30	2015-01-01	2017-12-31	<input type="checkbox"/>
3	Aleitamento_56	ALEITAMENTO_56	2015-01-27	2017-12-31	<input type="checkbox"/>
6	Aleitamento_80	ALEITAMENTO_80	2015-02-17	2017-12-31	<input type="checkbox"/>
2	Recria em Confinamento	RECRIA_2	2017-01-01	2017-12-31	<input type="checkbox"/>
4	Eficiência a Pasto	EFIC_PASTO_4	2017-01-01	2017-12-31	<input type="checkbox"/>
5	Eficiência em Confinamento	EFIC_CONFINAM_5	2017-01-01	2017-12-31	<input type="checkbox"/>

Incluir Classificações Agrupamento Retornar

Figura 23: Grade de experimentos na aplicação.

4.2.4.1 Visualização de Classificação

O pesquisador de eficiência alimentar possui a necessidade de avaliar o desempenho dos animais ao longo dos diversos experimentos, além de avaliar o desempenho geral dos animais em cada experimento. A seleção de vários experimentos pode resultar em muitos dados, o que necessita de técnicas de visualização adequadas. A biblioteca *Hierarchical Edge Bundling*¹⁶ se mostrou adequada para este desafio. Essa visualização consta na galeria de projetos da D3 e é implementada em *JavaScript*, possibilitando a análise de um volume maior de dados. Para verificar sua adequabilidade, ela foi apresentada aos pesquisadores em eficiência alimentar da Embrapa Gado de Leite. Foi observado que alguns pontos poderiam ser alterados de forma a facilitar ainda mais as avaliações. Para tal, foi acrescentada à visualização uma paleta de três cores, sendo ela: verde para eficiente, amarelo para intermediário e vermelho para ineficiente. As cores foram utilizadas na classificação dos animais, bem como na coloração das arestas que relacionavam os animais aos experimentos, como pode ser visto na Figura 24.

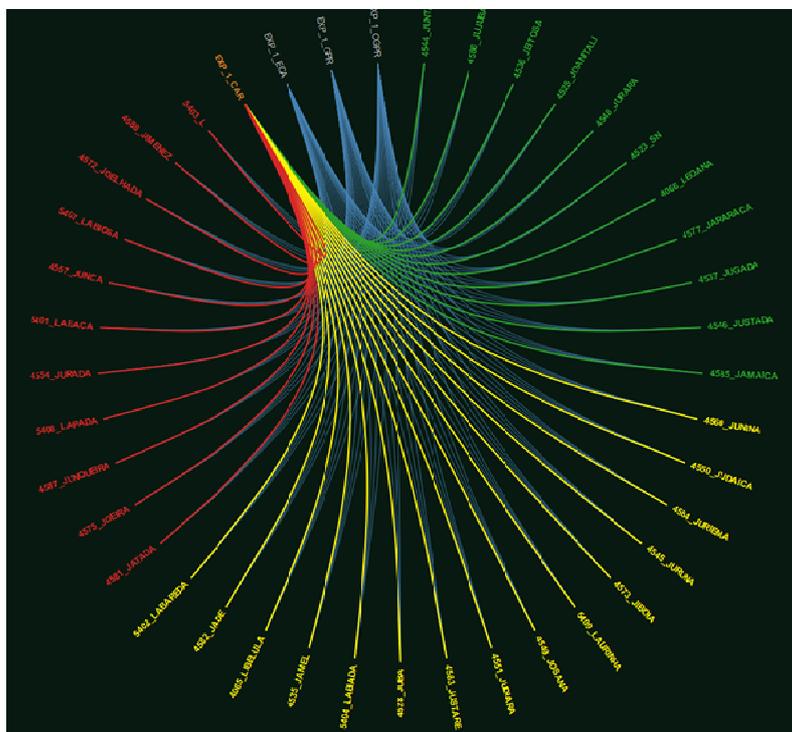


Figura 24: Visualização de classificação sob o ponto de vista do experimento 1 e do índice de CAR.

¹⁶ <https://github.com/d3/d3/wiki/Gallery>

Através do uso dos serviços de classificação da ontologia, as cores foram associadas aos animais, experimentos e arestas desses relacionamentos. Por meio de interações com a visualização, o pesquisador é capaz de analisar os dados sob o ponto de vista desejado. Por exemplo, a Figura 25 apresenta dados do experimento 1, sob o ponto de vista de cada um dos índices de eficiência alimentar.

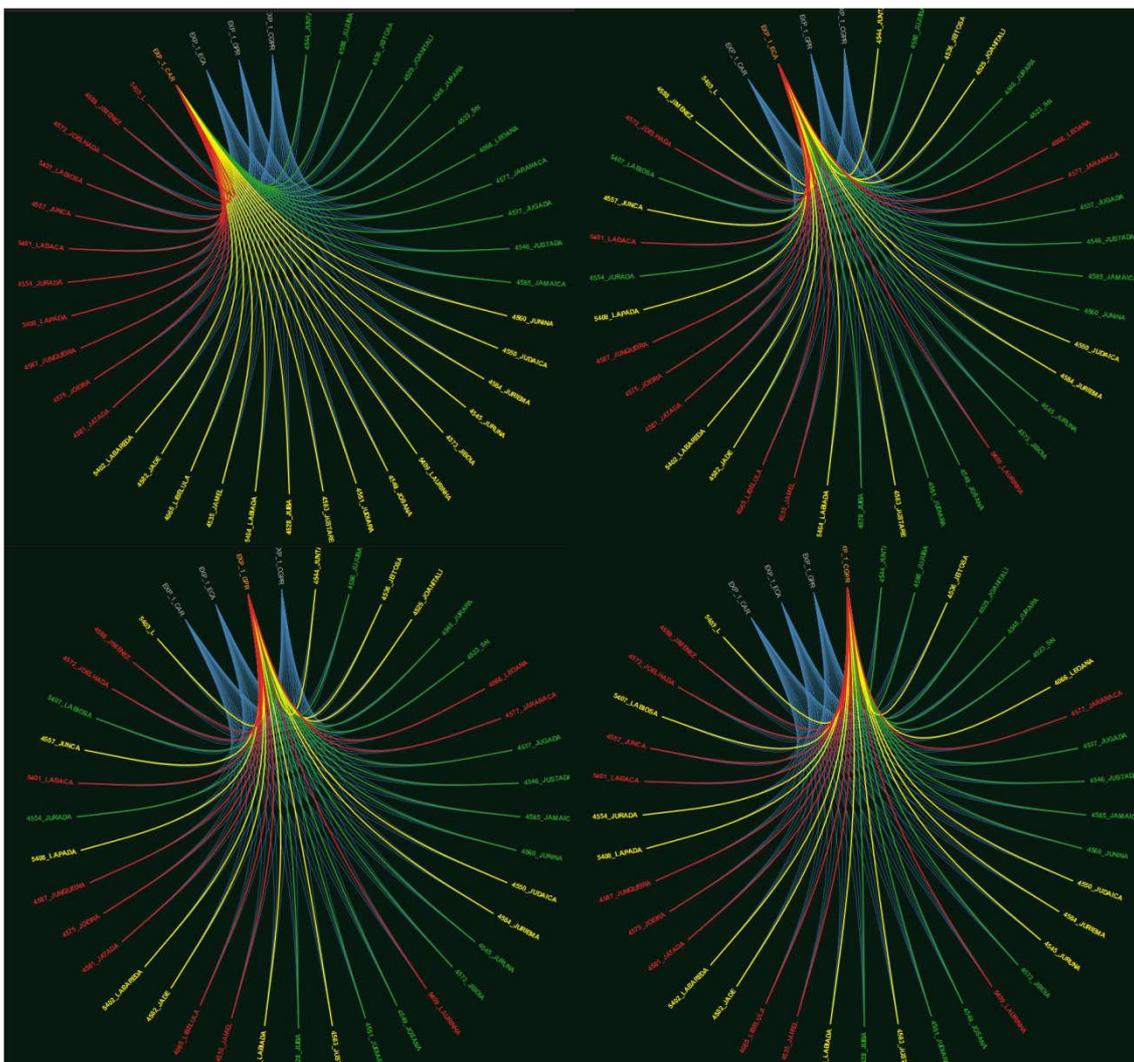


Figura 25: Visualização de classificação sob o ponto de vista do experimento 1 e dos índices de CAR, ECA, GPR e CGPR.

A visualização de classificação permite ao pesquisador acompanhar o desempenho dos animais no experimento e, também, acompanhar como esse processo evolui ao longo dos experimentos. Um dos desafios das pesquisas é entender como esse processo ocorre. Assim, a visualização de classificação auxilia os pesquisadores no entendimento de questões como:

“Os animais mantêm suas avaliações iniciais. Assim, os animais eficientes continuariam sendo eficientes nos demais experimentos, da mesma forma que os intermediários e ineficientes?”

A análise das classificações de eficiência alimentar e a sua evolução nos experimentos torna-se possível através do uso da visualização de classificação, à medida que permite demonstrar dados de múltiplos experimentos.

Com o objetivo de exemplificar as análises de desempenho e de evolução, a Figura 26 apresenta informações sobre o animal 4557_JUGADA e os experimentos 1, 3 e 6, que se referem a experimentos conduzidos com os animais aos 30 dias, 56 dias e 80 dias de vida, respectivamente. Segundo a paleta de cor adotada, é possível observar, na Figura 26, que, no experimento 1 (aleitamento 30 dias), o animal foi classificado como eficiente nos 4 índices e esse desempenho foi mantido no experimento 3 (aleitamento 56 dias), exceto para o índice ECA, onde sua classificação caiu para intermediário. Já, no experimento 6 (aleitamento 80 dias) o animal apresentou uma queda ainda maior, tornando-se ineficiente em todos os índices.

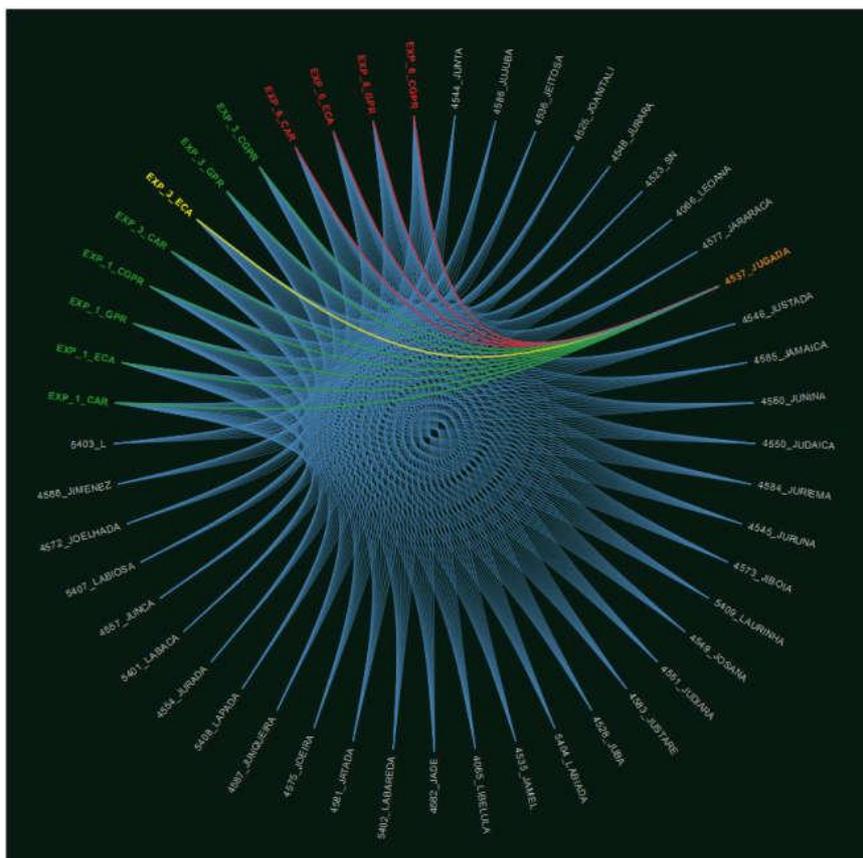


Figura 26: Visualização de classificação sob o ponto de vista do animal 4557_JUGADA.

As vantagens obtidas com a adoção de visualizações dinâmicas podem ser observadas sob os aspectos de desenvolvimento, de usabilidade e de desempenho. Assim, permite-se a implementação de um único modelo de visualização; a utilização de um único botão para o acionamento da visualização, diminuindo os passos do pesquisador para construir a visualização desejada; e a necessidade de acesso aos serviços uma única vez para o carregamento da visualização, reduzindo os recursos de processamento e rede.

4.2.4.2 Visualização de Agrupamento

Tendo em vista a necessidade do pesquisador de eficiência alimentar de gado de leite em encontrar o índice de eficiência alimentar mais indicado ao contexto do gado de leite, a análise comparativa entre os índices de gado de corte foi também especificada. Para tal, a aplicação possui a visualização de agrupamento, tendo como base a visualização *Circle Packing*¹⁷. Essa visualização, assim como a anterior, consta na galeria de projetos da D3 e é implementada em *JavaScript*.

A fim de atender as necessidades dos pesquisadores, foi adicionada a visualização a paleta de cores utilizadas na classificação dos índices, facilitando a identificação das classes. Do mesmo modo que a visualização anterior, essa visualização também conta com recursos de interação, conforme se observa na Figura 27, onde os quatro quadros são obtidos através de interações na mesma visualização. O quadro 1 apresenta os experimentos selecionados; o quadro 2, os quatro índices obtidos para o experimento aleitamento_80; o quadro 3, a quantidade obtida para cada classificação e, por fim, o quadro 4 informa os animais eficientes sob o índice CAR no experimento aleitamento_80.

¹⁷ <https://github.com/d3/d3/wiki/Gallery>

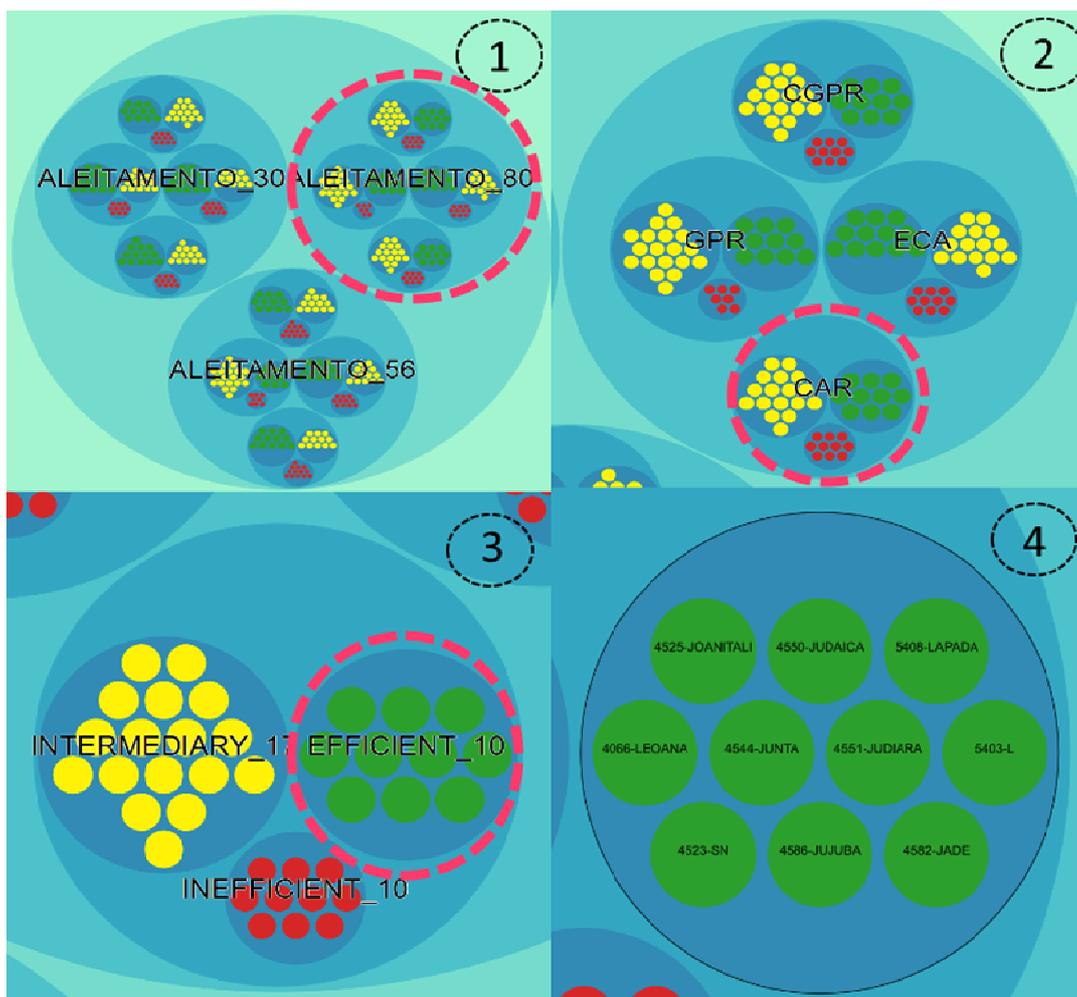


Figura 27: Visualização interativa de agrupamento.

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Esse capítulo apresentou a arquitetura *FeedEfficiencyService*, que tem como objetivo auxiliar os pesquisadores na experimentação científica relacionada a eficiência alimentar, a partir da possibilidade de integração de informações de múltiplos experimentos e do uso de ferramentas de análises integradas.

Para tal, a arquitetura foi construída seguindo o modelo arquitetural em camadas (BUSCHMANN, 1996) e considerou a necessidade de interoperabilidade de dados dos diversos experimentos relacionados à eficiência alimentar e a dificuldade na realização de análises considerando estes dados, incluindo a descoberta de informações implícitas.

Destaca-se que a arquitetura *FeedEfficiencyService*, mesmo sendo específica para o domínio de nutrição animal/eficiência alimentar, pode ser adaptada para outros

contextos, sendo necessária a mudança do modelo integrador e da ontologia de domínio utilizada, mantendo-se o modelo em camadas, a ligação entre as camadas e o uso de ferramentas de análises.

Quanto às contribuições específicas da arquitetura *FeedEfficiencyService*, pode-se destacar: a criação da *Feed Efficiency Ontology* (FEO); a especificação de regras lógicas SWRL (*Semantic Web Rule Language*) para a classificação dos animais e uso de máquinas de inferência para classificá-los; a padronização no armazenamento dos experimentos e remoção da heterogeneidade das bases de dados; a definição de um modelo arquitetural genérico, que pode também ser utilizado por núcleos de pesquisa fora do contexto de eficiência alimentar; a criação de visualizações para auxiliar as análises de eficiência alimentar e; o desenvolvimento de uma aplicação web para utilização dos serviços providos pela arquitetura, com o objetivo de simplificar o acesso dos pesquisadores.

5 AVALIAÇÃO

Nesse capítulo, é descrita a avaliação da arquitetura *FeedEfficiencyService*, com o objetivo de verificar se a arquitetura oferece o suporte necessário às análises realizadas pelos pesquisadores de eficiência alimentar da Embrapa Gado de Leite, bem como se ela auxilia a interação com outros pesquisadores.

Diante disso, o capítulo foi estruturado de forma a detalhar o planejamento, a execução, os resultados e, por fim, as conclusões obtidas com essa avaliação.

5.1 DEFINIÇÃO DO ESTUDO

Segundo Wohlin *et al.* (2012), as definições mais comuns para estudo de caso referem-se aos autores Robson C.(2002), Yin K.(2009) e Benbasat *et al.*(1987). Onde, Robson C.(2002) define estudo de caso como: *“Uma estratégia para a pesquisa que envolve uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo em seu contexto utilizado de múltiplas fontes de evidência”*. Já, Yin K.(2009), define como: *“um método empírico que investiga um fenômeno em seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes”*. E, por fim, Benbasat *et al.*(1987) definem estudo de caso como: *“método que examina um fenômeno em seu ambiente natural, empregando múltiplos métodos de coleta de dados para coletar informações de uma ou poucas entidades (pessoas, grupos ou organização), onde, os limites do fenômeno não são claramente evidentes no início da pesquisa”*. Assim, esses três autores concordam em definir o estudo de caso como: *“um método empírico voltado à investigação de fenômenos em seu contexto real”* e suas definições juntas ressaltam as características do estudo de caso.

Os estudos de casos são utilizados para estudos empíricos em diversas ciências, tais como medicina, sociologia e psicologia. No contexto da engenharia de software, o estudo de caso não se restringe apenas ao entendimento de como ou por que os fenômenos ocorrem, mas também para avaliar as diferenças entre modelos, projetos, entre outros. Assim, o estudo de caso é capaz de responder questões como: como e em que caso o modelo/projeto é mais indicado a uma determinada situação. Além disso, o estudo de caso pode conter elementos de outros métodos de pesquisa para coleta de dados, como por exemplo um *survey* e/ou métodos etnográficos (entrevistas e observações) (WOHLIN *et al.*, 2012).

Diante disso, os estudos de caso são adequados para a avaliação industrial de métodos e ferramentas de engenharia de software. Tem como vantagem possuir um planejamento mais simplificado e realista e, como desvantagem, a dificuldade de analisar e interpretar os resultados, isto é, é possível mostrar os efeitos de uma solução, mas é necessária uma maior análise para generalizar para outras situações (WOHLIN *et al.*, 2012).

Assim, com base nessas informações, identificou-se o estudo de caso, nessa dissertação, como a melhor forma de avaliação, a qual foi empírica e aplicada a um contexto real. Esse estudo teve como objetivo traçar um comparativo do antes e pós uso da arquitetura *FeedEfficiencyService* nas atividades dos pesquisadores, considerando o contexto real de pesquisa destes.

Para isso, o escopo dessa avaliação teve como base o método GQM (*Goal, Question, Metrics*) proposto por Van Solingen *et al.*(2002):

“**Analisar** a aplicabilidade da arquitetura *FeedEfficiencyService*, considerando o uso de ontologias e técnicas de visualização **do ponto de vista** dos pesquisadores, **no contexto da** pesquisa em eficiência alimentar da Embrapa Gado de Leite.”

Segundo Yin, R. K. (2017), para cada estratégia de pesquisa, existe uma forma de construção da questão de pesquisa. Para os estudos de caso, as questões de pesquisa devem ser construídas no formato de “Como” e “Por que”. Assim, a partir da definição do objetivo do trabalho, foi derivada a questão de pesquisa primária:

- Q1. Como o uso da arquitetura *FeedEfficiencyService* facilita as análises dos pesquisadores?

A partir disso, foram especificadas quatro questões secundárias:

- Q1.1. Como o uso da ontologia pode apoiar as pesquisas de eficiência alimentar?
- Q1.2. Como a visualização de classificação contribui para a análise dos pesquisadores?
- Q1.3. Como a visualização de agrupamento contribui para a análise dos pesquisadores?
- Q1.4. Como o conhecimento no contexto de nutrição animal/eficiência alimentar foi relevante no processo de avaliação da arquitetura?

Uma vez definidas as questões de pesquisa, foi planejado um estudo de caso para respondê-las, apresentado nas próximas subseções.

5.2 PLANEJAMENTO

5.2.1 Definição do Contexto

O estudo de caso foi conduzido utilizando dados de 6 experimentos conduzidos por pesquisadores da Embrapa Gado de Leite, entre os anos de 2014 a 2017. Estes dados foram disponibilizados a partir de um servidor com a seguinte configuração processador Intel Core i7-5500 2.40 GHz, memória RAM 16GB DDR3 e sistema operacional Windows 10 64 bits. Os participantes utilizaram uma interface web, acessível através de computadores pessoais para a realização do experimento. A duração de cada experimento foi de aproximadamente 30 minutos.

Com intuito de facilitar a reprodução desse estudo de caso, os instrumentos de coleta estão disponíveis no *Google Forms*¹⁸ e a arquitetura *FeedEfficiencyService* encontra-se disponível no *GitHub*. O projeto da arquitetura foi dividido em duas partes, a primeira parte¹⁹ contém as classes base para implementação, o acesso à camada de dados e as suas configurações e, a segunda parte²⁰, os serviços e a aplicação web para o acesso à arquitetura.

O estudo de caso iniciou com a seleção dos participantes. Assim, para a avaliação da arquitetura *FeedEfficiencyService* foram criados dois grupos, os participantes relacionados ao contexto de nutrição animal/eficiência alimentar (pesquisadores) e os participantes não relacionados a esse contexto (pesquisadores e não pesquisadores). A criação do segundo grupo foi em virtude da necessidade de comprovar que pesquisadores de outros contextos e não pesquisadores, através do uso da arquitetura *FeedEfficiencyService*, são capazes de analisar os experimentos, fomentando a interação entre os diferentes núcleos de pesquisa da Embrapa Gado de Leite. Para a seleção dos participantes de cada grupo, houve um formulário de caracterização, disponível no Apêndice IV.

Uma vez definidos os grupos, foram elaboradas perguntas que pudessem responder as questões de pesquisa anteriormente apresentadas. Logo, foram elaborados dois conjuntos de perguntas. O primeiro, abordando aspectos anteriores a adoção da

¹⁸ <https://docs.google.com/forms/d/1rAGMZrmsVBRt4fdMeIjBETz4sMBy0u1vqdgO6uL1Ix4/prefill>

¹⁹ <https://github.com/heitormagaldi/FeedEfficiencyServiceBase>

²⁰ <https://github.com/heitormagaldi/FeedEfficiencyService>

arquitetura e o segundo, considerando aspectos posteriores a sua adoção. As perguntas estão disponíveis, também, no Apêndice IV.

De acordo com as normas da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), foram fornecidos aos participantes do estudo de caso um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, trazendo informações sobre o estudo de caso, tais como o objetivo, os riscos, os aspectos legais, etc. O termo completo encontra-se disponível no Apêndice III.

Os questionários foram os mesmos para ambos os grupos. Entretanto, devido a um grupo de participantes não possuir nenhuma relação com o contexto de nutrição animal/eficiência alimentar, foi necessária uma breve explanação sobre o tema, mostrando a rotina diária dos pesquisadores e como as análises dos dados eram feitas antes da adoção da arquitetura *FeedEfficiencyService*.

5.2.2 Cenário de Uso

Ambos os grupos tiveram acesso a arquitetura *FeedEfficiencyService*. Com uma breve explanação, foi apresentada a estrutura da mesma, bem como o acesso aos serviços disponíveis. A fim de descrever as funcionalidades da arquitetura, foram utilizados dois cenários de uso.

O primeiro cenário com foco no acesso aos experimentos e às análises dos animais participantes, na comunicação entre os serviços e, por fim, na visualização de classificação dos animais sob os índices de eficiência (Figura 28).

Experimentos

Código	Descrição	Sigla	Início	Término	Seleciona			
1	Alelamento_30	ALELAMENTO_30	2017-01-01	2017-12-31	<input checked="" type="checkbox"/>			
2	Recria em Confinamento	RECRJA_1	2017-01-01	2017-12-31	<input type="checkbox"/>			
3	Alelamento_56	ALELAMENTO_56	2017-01-01	2017-12-31	<input checked="" type="checkbox"/>			
4	Eficiência a Pasto	EFIC_PASTO_4	2017-01-01	2017-12-31	<input type="checkbox"/>			
5	Eficiência em Confinamento	EFIC_COFINAM_5	2017-01-01	2017-12-31	<input type="checkbox"/>			
6	Alelamento_80	ALELAMENTO_80	2017-01-01	2017-12-31	<input checked="" type="checkbox"/>			

Incluir Classificações Agrupamento Retornar

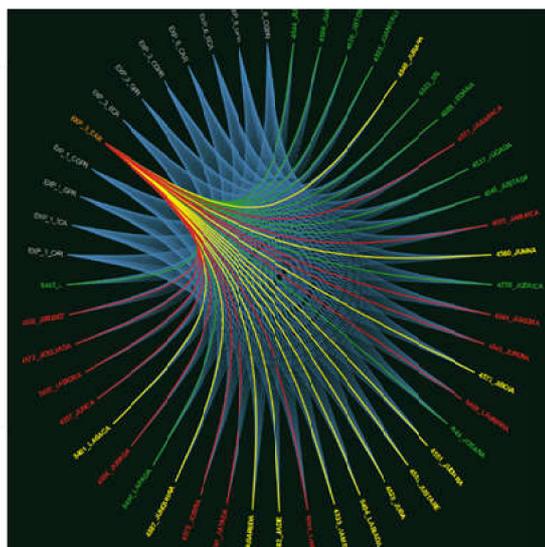


Figura 28: Exemplo 1- Estudo de caso da arquitetura *FeedEfficiencyService*, visualização de classificação.

Ainda no primeiro cenário, foi apresentada a visualização de agrupamento sobre o mesmo conjunto de dados. E, através dessa, demonstrado como é feita a análise de distribuição dos índices de eficiência alimentar nos experimentos (Figura 29).

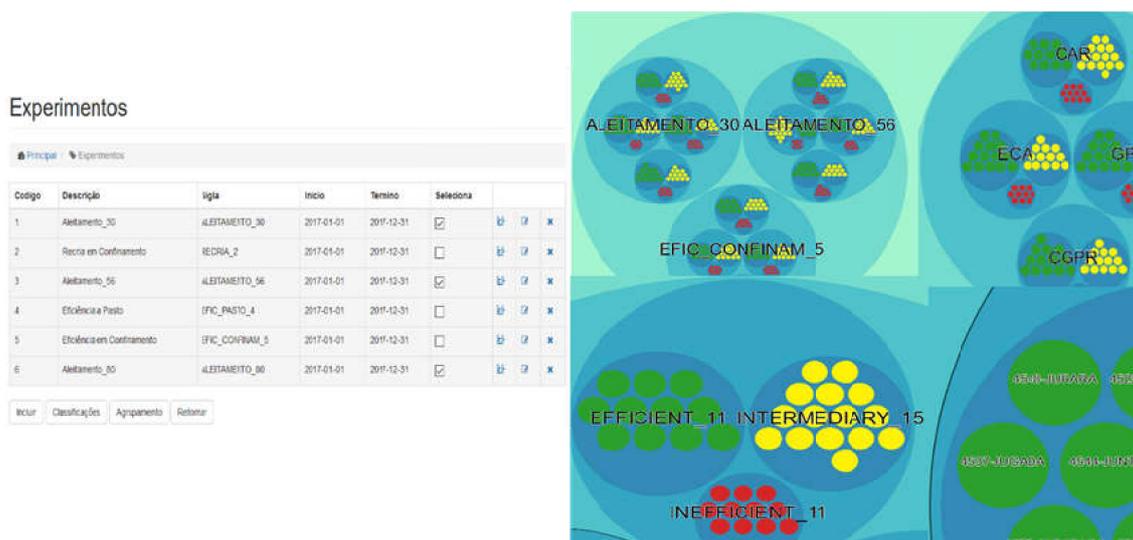


Figura 29: Exemplo 1- Estudo de caso da arquitetura *FeedEfficiencyService*, visualização de agrupamento.

O segundo cenário de uso apresentou a visualização da classificação como apoio na análise da evolução do animal ao longo dos experimentos. Assim, foi apresentado como a visualização auxilia o pesquisador nessa avaliação. Para isso, o cenário contou com seis experimentos. Esses foram conduzidos em diferentes fases da vida do animal (Figura 30).

de pesquisa da Embrapa Gado de Leite. Para tal, um grupo de perguntas foi elaborado para entender como se dá a avaliação da arquitetura por parte deste grupo, mesmo estando fora desse contexto.

5.2.4 Instrumento de Coleta de Dados

O estudo de caso pode contar com diferentes fontes de dados e esses podem ser obtidos através de métodos diretos, indiretos e independentes. E esses métodos podem ser classificados de acordo com o contato humano exigido (LETHBRIDGE *et al.*, 2005 e RUNESON, P. e HÖST, M., 2009). Diante disso, os autores definem as seguintes classificações para os métodos de coleta:

- Grau 1 (diretos): possui contato direto com os participantes e utiliza de entrevistas, modelagem conceitual, questionários, entre outros;
- Grau 2 (indiretos): os dados são coletados de forma indireta, não exigindo o acesso direto ou interação com os pesquisadores, sendo obtidos por meio de observações de vídeos, de áudios, de logs de sistema, etc;
- Grau 3 (independentes): não há nenhuma forma de contato, baseando-se em trabalhos apenas com estudo de artefatos, como código fonte, documentação, etc.

Da mesma forma que os métodos de coleta, os questionários e entrevistas também podem ser categorizados em não-estruturadas, semiestruturadas e totalmente estruturadas, com características próprias, conforme pode ser visto na Tabela 8 (WOHLIN *et al.*, 2012).

Tabela 8: Tipos de entrevistas *WOHLIN et al.*, (2012).

Categoria	Descrição
Não-estruturadas	Foco em análise qualitativa com objetivo exploratório. Faz uso de roteiro de entrevista direcionado à pesquisa.
Semiestruturadas	Foco em análise qualitativa e quantitativa com objetivo exploratório e descritivo. Utiliza questões abertas e fechadas para isso.
Totalmente estruturadas	Foco em buscar relações entre fenômenos cujos objetivos são exploratórios e descritivos por meio de questões fechadas.

Assim, para o estudo de caso realizado, optou-se pela coleta de dados através do método direto, considerando a interação direta com os participantes, e pela adoção de

questionário. Quanto ao questionário, adotou-se a categoria semiestruturada, devido à existência de perguntas abertas e fechadas.

As perguntas abertas tiveram como objetivo auxiliar na detecção de aspectos relevantes não considerados nas questões fechadas. As questões fechadas foram respondidas através de uma escala de pesos, variando entre 1 e 5. O peso 1 se refere às respostas que discordam totalmente das afirmações e o peso 5, às respostas que concordam totalmente com as afirmações. A Tabela 9 apresenta com detalhes as demais respostas e seus respectivos pesos.

Tabela 9: Escala para avaliação das perguntas fechadas.

Resposta	Peso
Não concordo totalmente	1
Não concordo parcialmente	2
Indiferente	3
Concordo parcialmente	4
Concordo totalmente	5

5.3 EXECUÇÃO

O estudo de caso foi conduzido em três etapas devido à disponibilidade dos participantes. Em 08/12/2017, ocorreu a primeira etapa, que foi conduzida na sede da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora - MG e contou com a participação de 7 participantes, sendo 6 pesquisadores da instituição e 1 aluno de Mestrado em Ciência da Computação. A segunda etapa ocorreu, em 14/12/2017, na UFJF e contou com a participação de 14 alunos de mestrado em Ciência da Computação. E, por fim, a terceira etapa ocorreu, em 15/12/2017, no Campo Experimental da Embrapa Gado de Leite-Coronel Pacheco - MG e contou com 14 participantes.

Em cada uma das etapas foi apresentada a arquitetura *FeedEfficiencyService*, com acesso aos dados de experimentos de eficiência alimentar, realizados na Embrapa- Gado de Leite, às análises desses dados e às visualizações de classificação e agrupamento. Além disso, para o grupo não relacionado ao contexto de nutrição animal/eficiência alimentar, foi apresentado o conceito de animal eficiente, as possíveis classificações adotadas na Embrapa Gado de Leite e as motivações da pesquisa.

Durante a condução do estudo de caso, cada participante selecionou o ponto de vista desejado, do experimento ou do animal, de forma aleatória. Para tanto, não foi utilizado roteiro ou realizada qualquer interferência na escolha de cada participante,

Quanto à duração dos questionários, foram gastos em média 30 minutos, com exceção da primeira etapa que se estendeu por cerca de 150 minutos. Dos 6 pesquisadores da instituição que participaram do estudo de caso na primeira etapa, 4 não pertenciam ao contexto de nutrição animal/eficiência alimentar e fizeram considerações acerca do possível impacto da arquitetura *FeedEfficiencyService* em outros contextos de pesquisa da Embrapa Gado de Leite, o que influenciou diretamente no tempo de duração do estudo de caso.

Todos os dados analisados na próxima seção foram obtidos por meio dos questionários e de observação direta dos participantes. Esses dados foram agrupados e organizados em forma de tabela. Tendo em vista a preocupação com a fluidez da leitura dessa dissertação, os dados na sua forma bruta, ou seja, sem um pré-processamento, foram suprimidos. Entretanto, encontram-se disponíveis no Apêndice V dessa dissertação.

5.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Através dos resultados obtidos por meio dos questionários, foi adotado o método qualitativo para essa análise, considerando que os questionários foram classificados como semiestruturados e permitem, portanto, análises qualitativas e quantitativas com objetivo exploratório e descritivo acerca dos dados (WOHLIN, 2012). Runeson *et al.* (2012), definem que os dados quantitativos são mais exatos e permitem análises estatísticas e que os dados qualitativos são mais ricos no que eles podem expressar e sua análise é por categorização e classificação. Assim, a combinação de análises qualitativas e quantitativas fornece uma maior compreensão do estudo do fenômeno.

Durante o estudo de caso, os participantes, conforme já dito, foram caracterizados (Apêndice IV) e, dois grupos foram criados. O grupo A contém participantes relacionados ao contexto de nutrição animal/eficiência alimentar e, o Grupo B, participantes não relacionados a esse contexto. Isso foi necessário posto que cada grupo possui uma percepção diferente, além da necessidade de comprovar que pesquisadores de outros contextos e não pesquisadores, através do uso da arquitetura *FeedEfficiencyService*, são capazes de analisar os experimentos, fomentando o reuso de dados de experimentos entre os diferentes núcleos de pesquisa da Embrapa Gado de Leite. Para tal, um grupo de perguntas foi elaborado para entender como foi o desempenho desses participantes, bem como a capacidade de avaliação, mesmo estando

fora desse contexto. Assim, os dados produzidos por cada grupo foram separados e analisados individualmente.

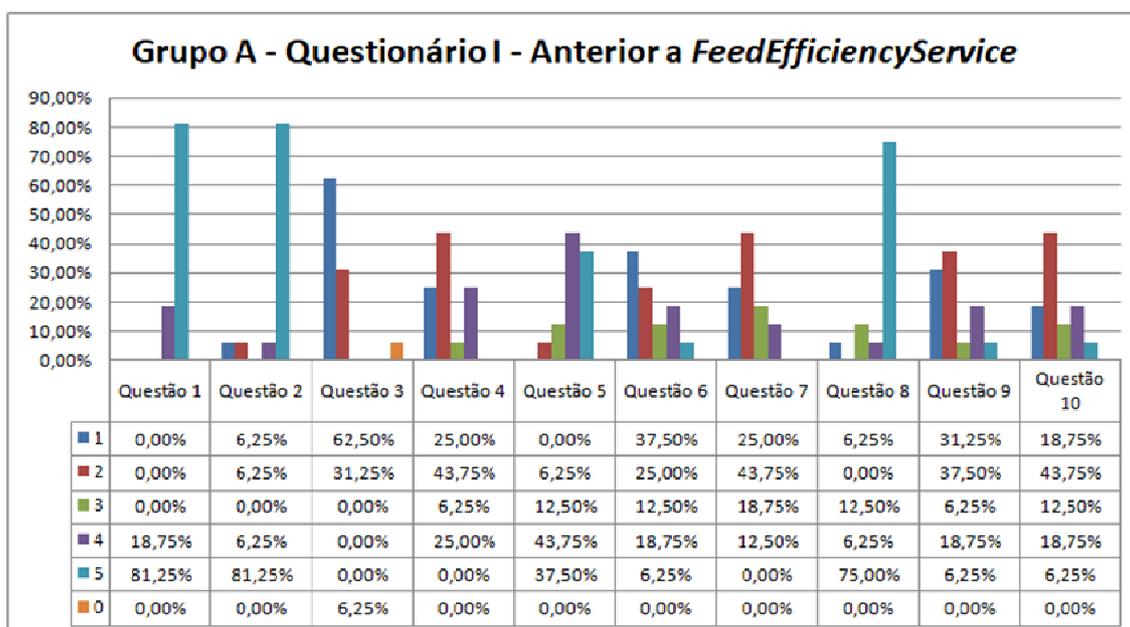
As perguntas referentes ao método de avaliação de animais e experimentos anterior a arquitetura *FeedEfficiencyService* foram analisadas com base nos questionários do grupo A, uma vez que esse grupo possui participantes com experiência anterior a arquitetura. Já, para a avaliação das perguntas relacionadas aos conteúdos e compreensão das classificações, visualizações e análises, foram considerados os dados do Grupo A e B. Essas análises serão apresentadas a seguir.

5.4.1 Resultados do Grupo A

Esse grupo é composto por 16 participantes, todos pesquisadores relacionados ao contexto de nutrição animal/eficiência alimentar. Os questionários e respostas tiveram como objetivo avaliar o uso de dados e análises em um cenário anterior ao uso da arquitetura e as mudanças ocorridas com seu uso.

O Gráfico 1 apresenta os dados obtidos a partir das respostas ao questionário I (Apêndice IV), relacionadas ao processamento dos dados antes do uso da arquitetura *FeedEfficiencyService*.

Gráfico 1: Avaliação dos participantes do grupo A no questionário I.



Da análise dos dados, foram confirmados alguns problemas na metodologia de avaliação, condução e armazenamento dos experimentos, anterior ao uso da arquitetura. Dessa forma, observa-se a partir da questão 1 (Gráfico 1), onde todos os participantes

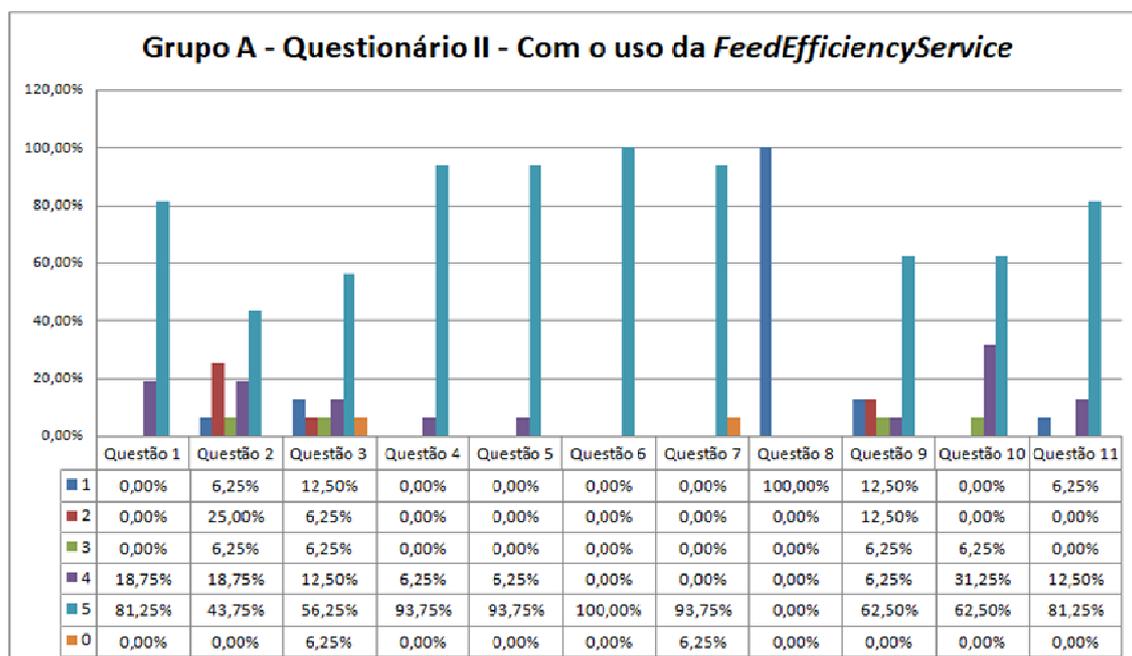
concordaram com a afirmativa: “*O conhecimento em alguma ferramenta estatística é indispensável para a obtenção dos índices CAR, GPR e CGPR*”. De forma semelhante, 87,5% dos participantes concordaram que não havia nenhum modelo ou padrão a ser seguido ao responderem a afirmativa da questão 2: “*A forma de armazenamento, a numeração dos animais, os rótulos das tabelas e formatos de datas e números, eram definidos por pesquisador*”. E, 81,25% dos participantes concordaram que o mesmo animal poderia possuir identificadores diferentes ao longo dos experimentos na avaliação da questão 5: “*O animal pode possuir mais de um código que o identifique ao longo dos experimentos*”.

Aspectos sobre a análise dos experimentos também foram abordados. Na questão 3: “*A classificação dos animais sob os rótulos de eficiente, intermediário e ineficiente é obtida de forma simples e sem nenhum esforço do pesquisador*”, todos os participantes, que a responderam, discordaram dessa afirmativa. Também a respeito de classificação, a questão 9: “*Se tratando de ‘N’ experimentos, a comparação de desempenho dos animais é satisfatória*” foi rejeitada por 68,75% dos participantes, que não concordaram com a afirmativa. Já a questão 7: “*O acompanhamento do desempenho do animal ocorre de forma simples e satisfatória*” foi rejeitada por 68,75%.

Quanto aos dados e sua forma de armazenamento, a questão 4: “*O modo como o experimento é armazenado e analisado hoje já atende as necessidades do pesquisador*” também foi rejeitada por 68,75% dos participantes. E, de forma similar, 62,50% dos participantes não concordaram com a afirmativa da questão 6: “*Os dados dos experimentos estão acessíveis e o acesso é centralizado*”. Por fim, a afirmativa da questão 10: “*A classificação dos animais é clara e compreendida por pesquisadores fora do contexto de nutrição animal*” foi rejeitada 62,50% dos participantes, que definem a compreensão das classificações por pesquisadores de outros contextos como não clara ou não compreendida.

Com o objetivo de avaliar o uso da arquitetura *FeedEfficiencyService*, o questionário II (Apêndice IV) foi respondido pelos participantes. Esses dados apresentados no Gráfico 2.

Gráfico 2: Avaliação dos participantes do grupo A no questionário II.



A redução na complexidade e a agilidade na análise dos experimentos foram abordadas na questão 1: “*A arquitetura reduziu a complexidade e trouxe agilidade na análise dos experimentos*”, a qual todos os participantes concordaram com a afirmativa, comprovando esses benefícios. Embora os serviços estatísticos estejam presentes na arquitetura, suprimindo as necessidades para a obtenção dos índices CAR, GPR e CGPR, esses serviços não foram observados na avaliação da questão 2: “*O conhecimento em alguma ferramenta estatística continua sendo indispensável para a obtenção dos índices CAR, GPR e CGPR*”, uma vez que apenas 31,25% discordaram da afirmativa (Figura 31). Diante disso, sugere-se para os trabalhos futuros buscar um melhor entendimento acerca da afirmativa da questão 2, uma vez que não ficou claro, pelos participantes, se houve uma interpretação indevida da questão.

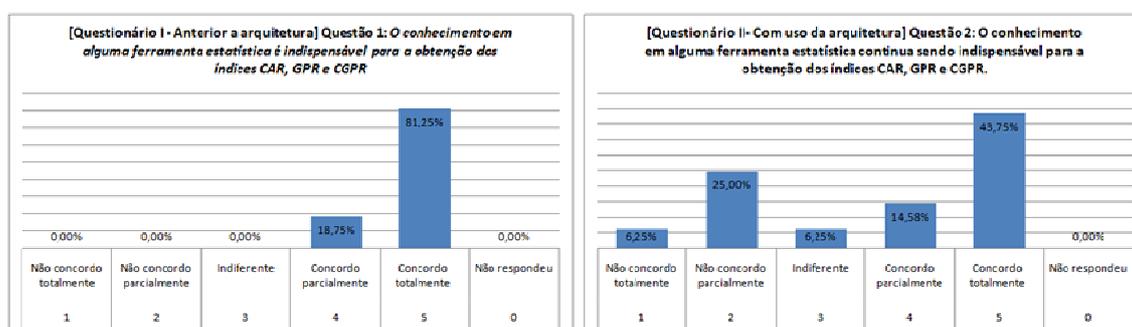


Figura 31: Comparativo das questões 1 e 2 dos questionários I e II.

A organização e padronização no armazenamento de dados na arquitetura foram consideradas na questão 3: “*A arquitetura não permite aos experimentos possuírem variações de forma de armazenamento, de numeração dos animais, de rótulos nas colunas e de formatos de datas e números*” e 68,75% dos participantes concordaram com essa afirmativa, comprovando-a.

As questões 4, 5, 6 e 7 (Figura 32) foram relacionadas às análises providas pela arquitetura, considerando o desempenho, comparativos entre experimentos e possibilidades de interação nas visualizações. Nessas questões, 100% dos participantes concordaram que a arquitetura facilita a observação do desempenho dos animais em diversos experimentos e contribui para análise e comparação dos índices de eficiência alimentar desses, bem como que as cores adotadas nas visualizações contribuem para a identificação do desempenho dos animais e que, através da interatividade, o pesquisador pode construir a visualização com os dados desejados.

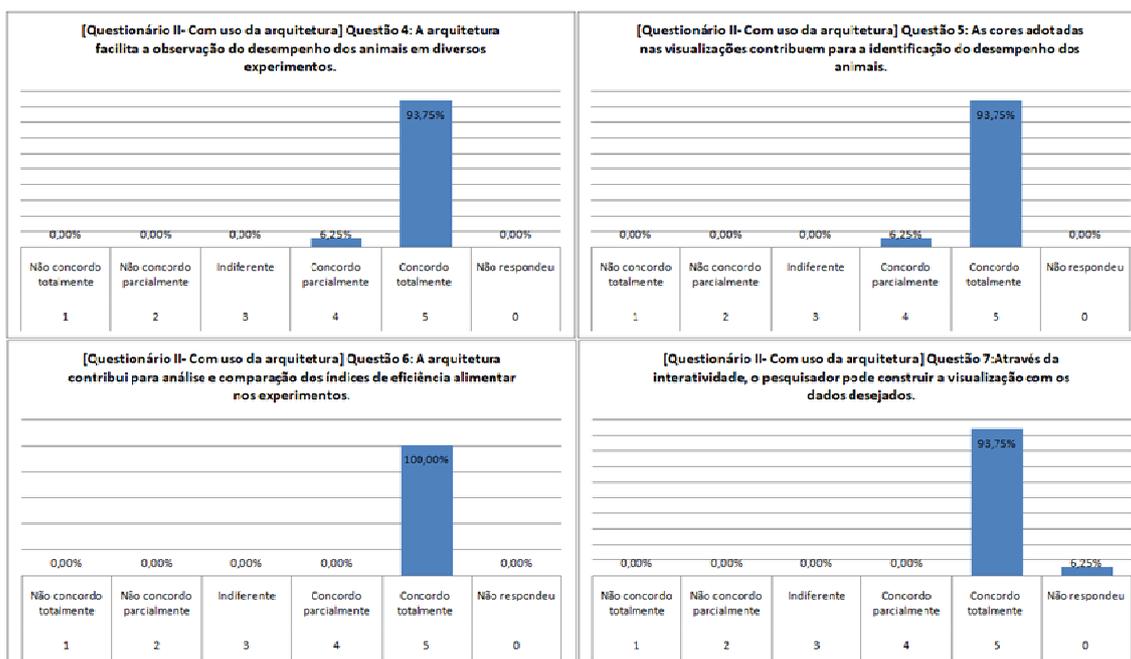


Figura 32: Comparativo das questões 4, 5, 6 e 7 do questionário II (Grupo A).

Com relação à questão 8: “*A arquitetura não proporciona uma melhora na análise de desempenho do animal ao longo dos experimentos*”, 100% dos participantes discordaram da mesma. Isso comprova que a arquitetura proporcionou uma melhora na análise comparativa dos experimentos, corroborando com o objetivo dessa dissertação.

A visualização de agrupamento foi avaliada através da questão 9: “*Nos casos de desequilíbrio na distribuição entre as categorias eficientes, intermediários e*

ineficientes, a visualização de agrupamento permite a identificação do índice de eficiência alimentar menos adequado ao experimento” e 68,75% dos participantes concordaram que essa visualização pode identificar o índice menos adequado para o experimento, com base na distribuição dos animais.

A ontologia proporcionou a classificação dos animais e os impactos dessa classificação foram avaliados na questão 10: *“A classificação dos animais sob os rótulos de eficiente, intermediário e ineficiente melhoram as análises, quando comparado às análises dos resultados numéricos obtidos”*. Assim, 93,75% dos participantes concordam que a classificação promovida através da ontologia melhora o processo de análise dos experimentos e apenas 1 participante, que corresponde a 6,25% do total, apresentou-se indiferente a essa classificação. Ainda com foco na ontologia, a questão 11 buscou avaliar se esses rótulos podem contribuir para uma melhora na interação com pesquisadores de outros contextos. Assim, diante da afirmativa: *“A classificação dos animais sob os rótulos de eficiente, intermediário e ineficiente melhoram a interação com pesquisadores fora do contexto de nutrição animal”*, 93,75% dos participantes consideraram que as classificações proporcionadas com o uso da ontologia e a adição de rótulos às análises aprimoram a interação com pesquisadores que não estejam inseridos no contexto de nutrição animal/eficiência alimentar, fomentando o reuso de dados desses experimentos.

Dessa forma, através das perguntas fechadas foi possível avaliar os impactos da arquitetura *FeedEfficiencyService* na rotina dos pesquisadores. Entretanto, considerando a possibilidade de aspectos relevantes não terem sido contemplados nessas questões e na tentativa desses aspectos serem evidenciados, foram elaboradas perguntas abertas também respondidas pelos participantes. No questionário I, a questão aberta foi sobre os aspectos metodológicos anteriores a arquitetura. Já, o questionário II considerou os pontos em que a arquitetura poderá contribuir para os avanços da pesquisa de eficiência alimentar de gado de leite.

A questão 11 (Questionário I): *“Como é sua avaliação acerca da metodologia adotada atualmente para o armazenamento e análise dos experimentos?”*, teve os seguintes pontos de destaque nas respostas:

- Rudimentar;
- Grande chance de erro e perda de dados;
- Laboriosa;

- Ineficiente;
- Bases de dados desconexas;
- Necessidade de conhecimento estatístico;
- Ausência de padronização na base de coleta, análise e exibição;
- Dificuldade na análise dos experimentos;
- Dificuldade em unificar os dados entre experimentos;
- Dificuldade no acesso aos dados.

A questão 12 (Questionário II): “*Quais são os pontos observados na arquitetura que podem contribuir para os avanços da pesquisa de eficiência alimentar de gado de leite?*”, tentou obter a visão dos pesquisadores sobre quais pontos a arquitetura *FeedEfficiencyService* pode contribuir para os avanços da pesquisa de eficiência alimentar de gado de leite. Dentre os pontos informados, destacam-se:

- Produção e disseminação de informação;
- Suporte a tomada de decisão;
- Segurança na análise dos dados;
- Suporte na comparação dos índices;
- Facilidade na comparação dos experimentos;
- Facilidade na identificação dos animais eficientes;
- Avaliação didática do animal nos experimentos;
- Padronização na organização e acesso aos experimentos;
- Visualização gráfica dos dados;
- Compartilhamento de dados;
- Agilidade para pesquisa.

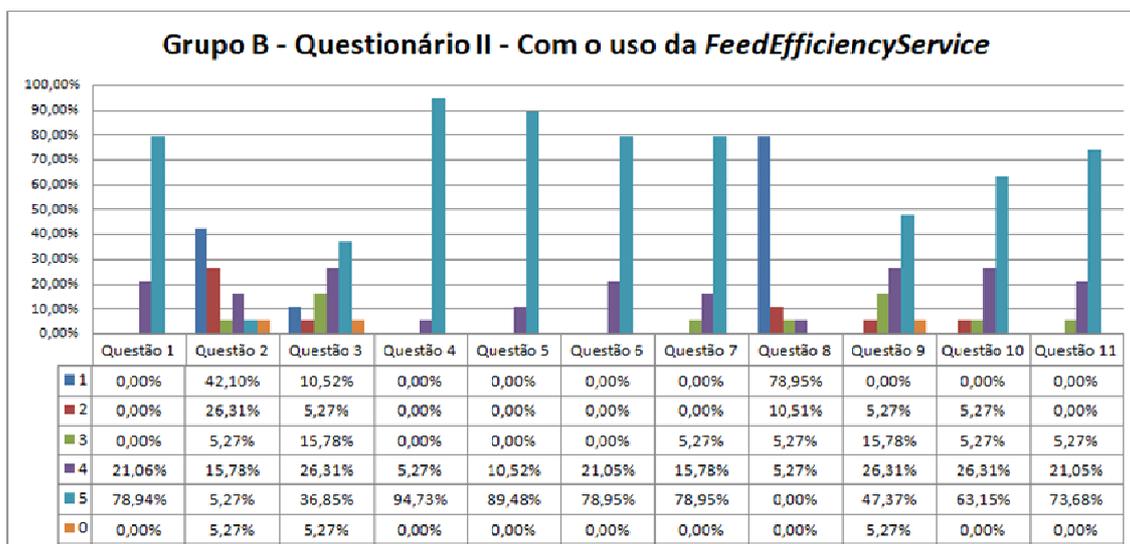
5.4.2 Resultados do Grupo B

Esse grupo foi composto por 19 participantes, sem relação com o contexto de nutrição animal/eficiência alimentar. O objetivo da análise com esse grupo foi comprovar que pesquisadores de outros contextos e não pesquisadores, através do uso da arquitetura *FeedEfficiencyService*, são capazes de analisar os experimentos, fomentando o reuso de dados dos experimentos entre os diferentes núcleos de pesquisa. Diante disso, o

questionário I não foi utilizado nessa subseção e somente os dados do questionário II (Apêndice IV) foram considerados.

O Gráfico 3 apresenta os dados obtidos pelo questionário II (apêndice IV), com o uso da arquitetura *FeedEfficiencyService*.

Gráfico 3: Avaliação dos participantes do grupo B no questionário II.



Diferentes do grupo anterior e para melhor compreensão dos participantes, que não possuíam relação com o contexto de nutrição animal/eficiência alimentar, foi apresentado a esse grupo as terminologias, definições e a metodologia utilizada na classificação dos animais, bem como as funcionalidades da arquitetura *FeedEfficiencyService*, conforme descrito na subseção 4.2 dessa dissertação. Assim, esse grupo avaliou a arquitetura a partir do entendimento obtido através de suas visualizações.

Devido a questão 1: “*A arquitetura reduziu a complexidade e trouxe agilidade na análise dos experimentos*” exigir um conhecimento anterior para a avaliação e esse grupo ser composto por participantes fora desse contexto, os dados dessa questão não foram considerados para esse grupo. Com relação à questão 2: “*O conhecimento em alguma ferramenta estatística continua sendo indispensável para a obtenção dos índices CAR, GPR e CGPR*”, os aspectos estatísticos foram abordados e, diferente do grupo A, a afirmativa foi negada por 68,41% dos participantes. Tendo como base esse resultado, é possível dizer que o grupo B considerou os serviços estatísticos da arquitetura.

Apesar de 62,16% dos participantes concordarem com a afirmativa da questão 3: “A arquitetura não permite aos experimentos possuírem variações de forma de armazenamento, de numeração dos animais, de rótulos nas colunas e de formatos de datas e números”, foi observado uma abstenção de 21,05% dos participantes, seja por não a responderem, seja por serem indiferentes a ela. Isso pode indicar insegurança ou desconhecimento da estrutura da arquitetura.

Quanto às afirmativas das questões 4, 5 e 6 (Figura 33), todos os participantes concordaram com os benefícios proporcionados pela arquitetura *FeedEfficiencyService*. São eles: a facilidade nas análises de desempenho, as cores na classificação dos animais e as análises comparativas entre os experimentos. Muito similar foi avaliação da afirmativa da questão 7: “Através da interatividade, o pesquisador pode construir a visualização com os dados desejados”, tendo em vista que apenas um participante demonstrou ser indiferente à afirmativa e os demais concordaram com a questão.

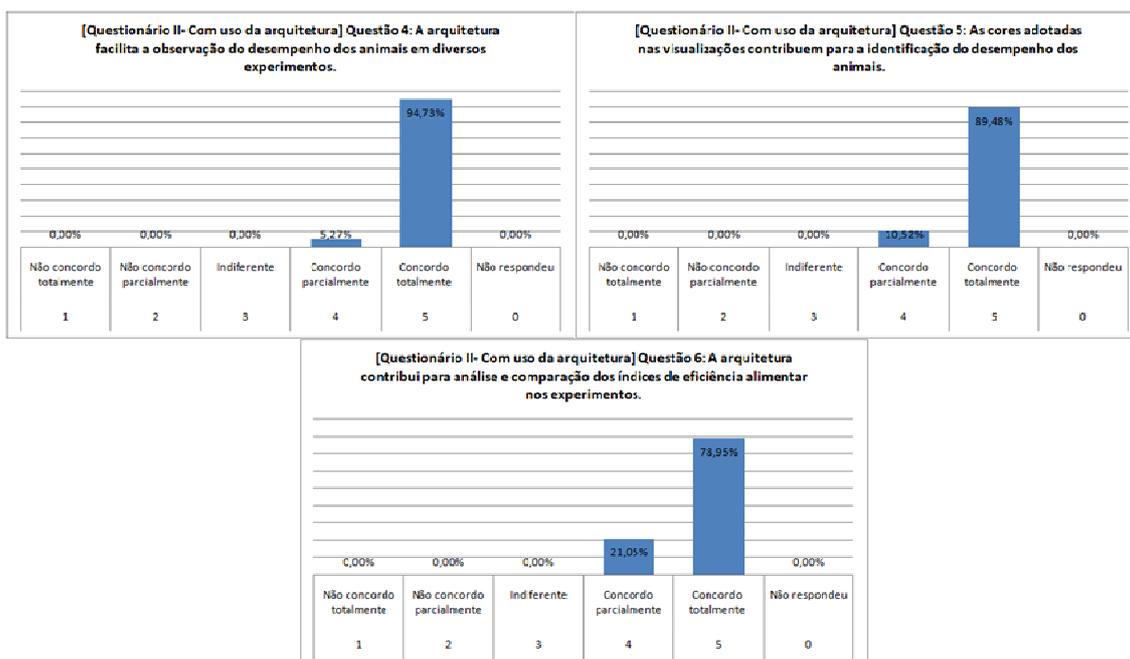


Figura 33: Comparativo das questões 4,5 e 6 do questionário II (Grupo B).

A respeito da questão 8: “A arquitetura não proporciona uma melhora na análise de desempenho do animal ao longo dos experimentos”, 89,46% dos participantes não concordaram com a afirmativa. Isso confirma os resultados obtidos na avaliação da questão 1 mencionada anteriormente, cuja proposta abrange tema similar. Dessa forma, observa-se que apenas 10,54% dos participantes discordaram da avaliação realizada na questão 1.

Sobre a visualização de agrupamento, a maioria dos participantes concordaram com a afirmativa da questão 9: *“Nos casos de desequilíbrio na distribuição entre as categorias eficientes, intermediários e ineficientes, a visualização de agrupamento permite a identificação do índice de eficiência alimentar menos adequado ao experimento”* e da questão 10: *“A classificação dos animais sob os rótulos de eficiente, intermediário e ineficiente melhoram as análises, quando comparado às análises dos resultados numéricos obtidos”*. Naquela, 73,68% dos participantes concordaram com o auxílio proporcionado ao pesquisador na identificação do índice de eficiência alimentar menos adequado à avaliação do experimento. E, nesta, 89,46% afirmam que os rótulos eficiente, intermediário e ineficiente, adicionados por meio da classificação da ontologia, facilitam a análise do experimento, quando comparado a análise restrita somente aos números.

Por se tratar de um grupo que não possui relação com o contexto de nutrição animal/eficiência alimentar, a afirmação presente na questão 11: *“A classificação dos animais sob os rótulos de eficiente, intermediário e ineficiente melhoram a interação com pesquisadores fora do contexto de nutrição animal”* confirmou a importância da ontologia e o quanto a adição dos rótulos é significativa para a interpretação dos resultados por pesquisadores fora desse contexto, tendo em vista que 94,73% dos participantes concordaram com a afirmativa.

Considerando que os participantes do grupo B não possuem conhecimento em nutrição animal/eficiência alimentar e, portanto, não teriam de condições de determinar o impacto da arquitetura no avanço da pesquisa nesse contexto, não foram consideradas as perguntas abertas para esse grupo.

5.4.3 Análise dos Resultados

Considerando que somente o grupo A respondeu o questionário I e ambos os grupos responderam o questionário II, seguem abaixo as análises dos dados obtidos por esses grupos.

Frise-se que o grupo A foi composto por participantes relacionados ao contexto de nutrição animal/eficiência alimentar. Por meio de questões fechadas do questionário I, esse grupo confirmou os problemas presentes na metodologia de avaliação, condução e armazenamento dos experimentos anterior ao uso da arquitetura. As respostas relacionadas às questões 1, 2 e 5 constataram problemas como a necessidade de conhecimento em ferramentas estatísticas, a ausência de padrão no armazenamento e

condução e, por fim, a dificuldade de associação dos animais em experimentos diferentes, devido a não existência de uma codificação unificada do animal.

Aspectos sobre a análise dos experimentos foram abordados nas questões 3, 7, 8 e 9 (Questionário I). Nessas, os participantes concordaram com as dificuldades nas classificações dos animais, no acompanhamento de desempenho do animal, na dificuldade de obter os índices dos animais e de comparar os experimentos, devido à heterogeneidade das bases e ausência de padrão para a condução dos experimentos. Quanto aos dados e sua forma de armazenamento, as respostas das questões 4 e 6 apresentaram o descontentamento dos participantes com a forma de armazenamento anterior e com o acesso aos dados dos experimentos, considerando a dificuldade do pesquisador no acesso e compartilhamento dos experimentos.

As questões abertas (Questionário I), como dito anteriormente, tiveram como objetivo evidenciar aspectos não retratados nas questões fechadas. Entretanto, na questão 11: *“Como é sua avaliação acerca da metodologia adotada atualmente para o armazenamento e análise dos experimentos?”*, observa-se que os participantes reafirmaram os aspectos abordados nas questões fechadas. Destaca-se, na maioria das respostas dos participantes, que a possibilidade de erro seja na transcrição ou no armazenamento em bases heterogêneas é uma preocupação recorrente do pesquisador. Outro destaque foi a dificuldade na análise do experimento e na comparação entre experimentos, o que se justifica a partir da ausência de padrões no armazenamento e na disponibilidade dos dados.

Já, na questão 12 (Questionário II): *“Quais são os pontos observados na arquitetura que podem contribuir para os avanços da pesquisa de eficiência alimentar de gado de leite?”*, percebe-se que os participantes além de reiterarem os aspectos presentes nas questões fechadas, também contribuíram com novos aspectos, tais como: a produção e disseminação de informação e o suporte à tomada de decisão. Esses novos aspectos não foram abordados nesse estudo. Entretanto, podem indicar direções a serem exploradas em trabalhos futuros, de modo a avaliar o impacto da arquitetura sobre os mesmos.

Ainda na questão 12, na maioria das respostas dos participantes, observa-se que a arquitetura terá grande importância na avaliação dos animais, no comparativo entre experimentos, na segurança da análise dos dados e na padronização e organização dos dados nos experimentos. Observa-se, ainda, que alguns participantes destacaram a importância acadêmica e industrial da arquitetura no suporte ao produtor rural, em que

pese a pergunta ter sido direcionada às pesquisas de eficiência alimentar de gado de leite.

Runeson *et al.* (2012) definem que a triangulação é importante para aumentar a precisão e fortalecer a validade da pesquisa empírica e possui grande importância em análises de dados qualitativos. Os autores definem triangulação como uma análise em múltiplas perspectivas, proporcionando uma visão mais ampla do objeto de estudo. No trabalho de Runeson *et al.* (2012), são definidos quatro tipos diferentes de triangulação:

- Triangulação de dados (fonte): usa mais que uma fonte de dados ou a coleta em diferentes ocasiões;
- Triangulação de observação: usa mais de um observador no estudo;
- Triangulação de metodologia: combina diferentes tipos de métodos de coletas de dados (qualitativos e quantitativos);
- Triangulação de teoria: usa teorias alternativas ou pontos de vista.

Assim, será utilizada análise de triangulação de dados para algumas questões fechadas do questionário II, com o objetivo de analisar as avaliações dos grupos A (com participantes contexto de nutrição animal/eficiência alimentar) e B (com participantes não relacionados a esse contexto) e de aumentar a precisão, bem como fortalecer a validade dessa pesquisa.

A questão 1 (Questionário II), por haver necessidade de conhecimento da metodologia anterior a arquitetura *FeedEfficiencyService*, não foi considerada para o grupo B, tendo em vista a ausência desse conhecimento. Por outro lado, essa questão foi confirmada por 100% dos participantes do grupo A, que concordaram que a arquitetura trouxe agilidade na análise dos experimentos.

Com relação à questão 2 (Questionário II), foram abordados os aspectos do antes e após a arquitetura *FeedEfficiencyService*. Nessa, a maioria dos participantes do grupo A (73,68%) desconsiderou os serviços estatísticos da arquitetura e concordaram com a afirmativa ou ficaram indiferentes, ao contrário da maioria dos participantes do grupo B, que considerou os serviços estatísticos da arquitetura e discordaram da afirmativa. Diante disso, sugere-se para os trabalhos futuros buscar um melhor entendimento acerca dessa afirmativa, uma vez que não ficou claro, pelos participantes do grupo A, se houve uma devida interpretação da questão.

A padronização dos experimentos foi avaliada na questão 3 (Questionário II). Ao contrário da questão anterior, percebe-se que a arquitetura proporcionou um formalismo

para o armazenamento dos animais e dos experimentos devido a ambos os grupos concordarem com a afirmativa da questão.

As visualizações de agrupamento e de classificação, presentes na arquitetura *FeedEfficiencyService*, foram avaliadas nas questões 4, 5, 6, 7, 8 e 9. Com relação às questões 4, 5, 6 e 7, não houve divergência de opinião entre os grupos e contou com a concordância de 100% dos participantes. Diante disso, percebe-se que a arquitetura tende a facilitar a observação e a comparação do desempenho dos animais nos experimentos e que as cores podem auxiliar no processo de análise de desempenho. Ressalta-se que, apesar do grupo B não possuir conhecimento acerca de eficiência alimentar, ainda assim conseguiram avaliar as características abordadas nas afirmativas das questões acima.

Quanto à questão 8, o grupo A foi unânime ao negar a afirmativa que a arquitetura não proporciona uma melhora na análise do animal ao longo dos experimentos e, no grupo B, apenas 5,27% dos participantes foram indiferentes e 5,27% concordaram parcialmente com a afirmativa, sendo que a maioria dos participantes também negaram a afirmativa. Frise-se, que o grupo B possui participantes de fora do contexto de nutrição animal/eficiência alimentar, com conhecimento limitado da metodologia anterior e dos processos de análise de eficiência, e a ausência desse conhecimento pode ter influenciado na avaliação desses dois participantes.

Na questão 9, 68,75% dos participantes do grupo A e 73,68% dos participantes do grupo B concordaram que a visualização de agrupamento pode auxiliar o pesquisador na identificação de desequilíbrio na distribuição dos índices. Observa-se que a visualização de agrupamento pode ser útil no processo de escolha do índice de eficiência mais adequado ao experimento, em que pese os índices utilizados serem de gado de corte e que é desconhecido o mais indicado ao contexto do gado de leite.

Através da ontologia FEO, de suas regras SWRL e de máquinas de inferência foi possível obter a classificação dos animais sob quatro índices de eficiência alimentar (CAR, ECA, GPR, CGPR) e os classificar sob os rótulos de eficientes, intermediários e ineficientes. Isso foi avaliado nas questões 10 e 11. Na questão 10, 93,75% dos participantes do grupo A e 89,46% dos participantes do grupo B concordaram que os rótulos melhoram as análises. Por sua vez, na questão 11, 93,75% dos participantes do grupo A e 94,73% dos participantes do grupo B concordaram que a ontologia pode proporcionar a interação com outros pesquisadores. Assim, destaca-se que o uso de

ontologia pode auxiliar no reuso dos dados de experimentos por pesquisadores de outros contextos.

Dessa forma, por meio do instrumento de coleta de dados, foi possível responder as questões de pesquisa e compreender como a arquitetura pode impactar na rotina diária de pesquisa da Embrapa Gado de Leite. As questões serão respondidas a seguir.

Q1. Como o uso da arquitetura FeedEfficiencyService facilita as análises dos pesquisadores?

O uso da arquitetura *FeedEfficiencyService* facilita as análises dos pesquisadores reduzindo a complexidade e trazendo agilidade às avaliações dos experimentos, bem como proporcionando organização e padronização na condução de experimentos e segurança nas análises, conforme as respostas dos questionários avaliados. Além disso, as visualizações de classificação e agrupamento facilitam as análises dos animais e experimentos, bem como promovem uma forma de comparar a evolução dos animais e de experimentos na mesma visualização, por meio de interações e de sua paleta de cores, proporcionando visualmente ao pesquisador a classificação geral do experimento.

Q1.1. Como o uso da ontologia pode apoiar às pesquisas de eficiência alimentar?

Através do uso da ontologia FEO, regras SWRL e máquinas de inferência, a arquitetura classifica e rotula os animais, fornecendo ao pesquisador maior facilidade na identificação dos animais eficientes, no compartilhamento e reuso de dados. Ademais, há indícios de melhora na interação entre pesquisadores de contextos diferentes. Entretanto, será necessária uma avaliação por meio de outro instrumento para a confirmação desse indicio de melhora na interação, uma vez que esse estudo não abordou tal aspecto.

Q1.2. Como a visualização de classificação contribui para a análise dos pesquisadores?

A visualização de classificação permite ao pesquisador que mais experimentos sejam analisados ao mesmo tempo no mesmo plano de visualização. Essa possibilidade é algo relevante e de grande importância à pesquisa, sendo possível avaliar o desempenho do animal ao longo dos experimentos de forma facilitada e fornecer ao pesquisador informações necessárias as suas análises. Outro ponto, também presente nas visualizações, é a paleta de cores associadas às classificações dos animais e índices,

fornecendo ao pesquisador um recurso visual relevante a suas análises. Dessa forma, a visualização tem o objetivo facilitar a análise e promover o suporte ao pesquisador contribuindo para a busca de resposta a algumas questões, como por exemplo: “*Os animais mantém suas avaliações iniciais. Assim, os animais eficientes continuariam sendo eficientes nos demais experimentos, da mesma forma que os intermediários e ineficientes?*”.

Q1.3. Como a visualização de agrupamento contribui para a análise dos pesquisadores?

A visualização de agrupamento proporciona ao pesquisador a análise de distribuição dos índices no experimento ou em vários experimentos. Assim como a visualização de classificação, essa visualização fornece ao pesquisador um recurso visual para sua análise. Da mesma forma, a paleta de cores para a classificação em eficiente, intermediário e ineficiente também é presente, auxiliando-o com mais esse recurso visual. Frise-se que essa visualização tem como objetivo fornecer ao pesquisador suporte à identificação do índice de eficiência mais indicado ao contexto leiteiro, apesar dos índices utilizados serem de gado de corte.

5.4.4 Análise Comparativa

Após o término das análises dos grupos A e B, mostra-se relevante a comparação de desempenho dos mesmos no que tange ao questionário II, cujo objetivo foi a comprovação ou não, das melhorias proporcionadas com o uso da arquitetura *FeedEfficiencyService*, e, por consequência, investigar se o conhecimento dos participantes relacionados ao contexto de nutrição animal/eficiência alimentar (Grupo A) interferiu nos resultados encontrados. Assim, foram criadas duas hipóteses a serem avaliadas:

- H0 (hipótese nula): O conhecimento não interferiu na avaliação dos participantes, com isso as amostras dos grupos são iguais;
- H1 (hipótese alternativa): O conhecimento interferiu na avaliação dos participantes, com isso as amostras NÃO são iguais.

NORMAN, G. (2010) relata que, apesar de métodos estatísticos serem normalmente criticados em estudos e essas críticas se fundamentarem no tamanho das amostras, na normalidade de distribuição e nos dados da escala de Likert, estudos da

década de 1930 demonstram que as estatísticas paramétricas são robustas em relação às violações desses pressupostos e que esses métodos estatísticos podem ser utilizados sem a preocupação de produzir resultados incorretos.

Na estatística, a hipótese pode ser definida como uma presunção sobre os aspectos desconhecidos em uma amostra de dados, podendo ser comprovada ou refutada por meio de um teste de hipótese (NEYMAN, 1933). Os testes podem ser paramétricos ou não, a diferença está na forma de cálculo. Nos testes paramétricos, os cálculos se baseiam em parâmetros da distribuição ou na estimativa desses. Já os testes não paramétricos não utilizam os parâmetros de distribuição em seus cálculos e são úteis diante de amostras pequenas e que a distribuição de normalidade não se sustenta (REIS, G. M.; RIBEIRO JUNIOR, 2007).

Outro ponto a ser considerado para escolha do método é a homocedasticidade dos dados, que se refere à concentração desses dados em torno da reta de regressão do modelo (JORDAN J.R., 2009). Assim, a escolha deve contemplar a normalidade e a homocedasticidade dos dados.

Foram observadas que algumas respostas tiveram um grande distanciamento, quando comparado ao conjunto, essas poderiam ser consideradas *outliers* (Figura 34). Entretanto, Barnett e Toby (1994) citam que nos casos onde os valores são possíveis, esses não devem ser descartados. Assim, para a avaliação não foram removidos os *outliers*.

Teste de Grubbs								Outlier		
Variável	N	Média	DesvPad	Min	Máx	G	P	Variável	Linha	Outlier
Q1_A	16	4,813	0,403	4,000	5,000	2,02	0,508	Q4_A	15	4
Q2_A	16	3,688	1,448	1,000	5,000	1,86	0,820	Q5_A	15	4
Q3_A	16	3,750	1,770	0,000	5,000	2,12	0,362	Q7_A	7	0
Q4_A	16	4,9375	0,2500	4,0000	5,0000	3,75	0,000	Q11_A	4	1
Q5_A	16	4,9375	0,2500	4,0000	5,0000	3,75	0,000	Q4_B	11	4
Q6_A	16	5,0000	0,000000	5,0000	5,0000	"	"	Q5_B	6	4
Q7_A	16	4,688	1,250	0,000	5,000	3,75	0,000	Q7_B	17	3
Q8_A	16	1,0000	0,000000	1,0000	1,0000	"	"	Q8_B	5	4
Q9_A	16	3,938	1,569	1,000	5,000	1,87	0,784	Q9_B	3	0
Q10_A	16	4,563	0,629	3,000	5,000	2,48	0,083	Q10_B	3	2
Q11_A	16	4,625	1,025	1,000	5,000	3,54	0,000	Q11_B	18	3
Q1_B	19	4,7895	0,4189	4,0000	5,0000	1,88	0,940			
Q2_B	19	2,000	1,374	0,000	5,000	2,18	0,380			
Q3_B	19	3,579	1,575	0,000	5,000	2,27	0,278			
Q4_B	19	4,9474	0,2294	4,0000	5,0000	4,13	0,000			
Q5_B	19	4,8947	0,3153	4,0000	5,0000	2,84	0,022			
Q6_B	19	4,7895	0,4189	4,0000	5,0000	1,88	0,940			
Q7_B	19	4,737	0,562	3,000	5,000	3,09	0,004			
Q8_B	19	1,368	0,831	1,000	4,000	3,17	0,002			
Q9_B	19	4,000	1,333	0,000	5,000	3,00	0,008			
Q10_B	19	4,474	0,841	2,000	5,000	2,94	0,012			
Q11_B	19	4,684	0,582	3,000	5,000	2,89	0,016			

Figura 34: Teste de *Grubbs* para identificação de *outliers*.

A análise iniciou com a escolha do método *Shapiro-Wilk* para verificação da normalidade dos dados, tendo como base o tamanho das amostras. Os grupos A e B possuem 16 e 19 amostras, respectivamente. Foram criadas duas hipóteses:

- H0 (hipótese nula): as amostras apresentam distribuição normal;
- H1 (hipótese alternativa): as amostras NÃO apresentam distribuição normal.

Cada questão foi analisada individualmente, como se vê na Tabela 10. Para as análises, foi utilizada a ferramenta *Minitab*²¹ e considerado um nível de significância de 0,05. Os P-Valor superiores ao percentual de significância confirmam a aceitação de H0 (hipótese nula). Ressalta-se que as questões 6 e 8 do grupo A não foram avaliadas devido as suas amostras não possuírem variações. Ressalta-se, ainda, que somente a questão 11 do grupo A não possui uma distribuição normal dos dados.

Tabela 10: *Teste Shapiro-Wilk sobre os grupos A e B.*

Questão	P-Valor (Grupo A)	P-Valor (Grupo B)
1	> 0,1	> 0,1
2	> 0,1	> 0,1
3	> 0,1	> 0,1
4	> 0,1	> 0,1
5	> 0,1	> 0,1
6	-	> 0,1
7	> 0,1	> 0,1
8	-	> 0,1
9	> 0,1	> 0,1
10	> 0,1	> 0,1
11	<0,01	> 0,1

Com o conhecimento da distribuição dos dados, sendo essa normal ou não, foi necessário descobrir se as amostras com distribuição normal são homocedásticas. Para tal, duas novas hipóteses foram criadas:

- H0 (hipótese nula): as amostras são homocedásticas;
- H1 (hipótese alternativa): as amostras NÃO são homocedásticas.

Nessa etapa, foi considerado o teste de *Levene* para a verificação da homocedasticidade dos dados. Foi adotado o teste para duas variâncias, considerando os grupos versus as questões. Os resultados obtidos foram apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: *Teste Levene sobre as questões.*

Questão	P-Valor
1	0,870

²¹<https://www.minitab.com/pt-br/products/minitab/free-trial/>

2	0,640
3	0,853
4	0,904
5	0,664
6	-
7	0,878
8	-
9	0,788
10	0,730

As questões 6 e 8 novamente não foram avaliadas devido às suas amostras no grupo A não possuírem variações. Assim como a questão 11 do grupo A que não foi avaliada devido à distribuição dessa amostra não ter sido considerada normal e, por isso, foi adotado o método *Kruskal-Wallis*, não paramétrico. Todas as questões tiveram o P-Valor superiores ao percentual de significância (0,05), confirmando a aceitação de H0 (hipótese nula). Assim, para essas questões, o teste adotado para avaliação foi o *Anova*.

Para avaliar as questões dos grupos A e B, foram utilizados dois testes o *Anova* para as amostras homocedásticas com distribuição normal e o *Kruskal-Wallis* para as que não apresentaram essas características. Dessa forma, novas hipóteses foram definidas para essa avaliação:

- H0 (hipótese nula): as amostras são iguais;
- H1 (hipótese alternativa): as amostras NÃO são iguais.

Devido as questões 6 e 8 do grupo A não possuírem os requisitos necessários para as avaliações anteriores, foram adotados os dois testes nessa avaliação, paramétrico e não paramétrico.

Diante disso, os resultados (Tabela 12) demonstraram que a questão 2: “*O conhecimento em alguma ferramenta estatística continua sendo indispensável para a obtenção dos índices CAR, GPR e CGPR.*” foi a única que aceitou a H1 (hipótese alternativa), confirmando a diferença entre os grupos. Vale dizer, que essa questão também teve destaque na subseção 5.7.1, onde foi levantada a necessidade de ter uma melhor investigação do motivo pelo qual levou os participantes a responderem daquela forma. Assim, para os fins dessa análise ela não será considerada.

Outros pontos foram observados nesses resultados, como no caso das questões 6 e 8, que apresentaram um P-VALOR próximo ao percentual de significância (0,05) mas confirmaram a H0 (hipótese nula), negando a diferença entre os grupos nas questões 6 e 8. Os demais casos, com uma margem maior, também confirmaram a H0 (hipótese nula). Os resultados completos da Tabela 12 estão disponíveis no apêndice VI dessa dissertação.

Tabela 12: Resultado da comparação entre os Grupos A e B.

Questão	Teste	P-Value	Resultado
1	Anova	0,870	Aceitação de H0
2	Anova	0,001	Aceitação de H1
3	Anova	0,764	Aceitação de H0
4	Anova	0,904	Aceitação de H0
5	Anova	0,664	Aceitação de H0
6	Anova /Kruskal-Wallis	0,053 / 0,055	Aceitação de H0*
7	Anova	0,878	Aceitação de H0
8	Anova / Kruskal-Wallis	0,086 / 0,055	Aceitação de H0*
9	Anova	0,899	Aceitação de H0
10	Anova	0,730	Aceitação de H0
11	Kruskal-Wallis	0,741	Aceitação de H0

A avaliação estatística, com percentual de significância 0,05 (ou 5%), demonstrou que os grupos foram considerados estatisticamente iguais. Assim o conhecimento presente sobre o contexto de nutrição animal/eficiência alimentar não interferiu na avaliação da arquitetura.

Dessa forma, por meio da comparação estatística entre os grupos A e B, foi possível responder a última questão de pesquisa e compreender como o conhecimento anterior impactou no processo de avaliação da arquitetura *FeedEfficiencyService*. Essa questão será respondida a seguir.

Q1.4. Como o conhecimento no contexto de nutrição animal/eficiência alimentar foi relevante no processo de avaliação da arquitetura?

O conhecimento no contexto de nutrição animal/eficiência alimentar não foi relevante no processo de avaliação, pois, não houve diferença nas respostas dos grupos avaliados (P-VALOR > 0,05). Entretanto, de certa forma, observa-se que esse conhecimento mostrou-se importante no processo de avaliação das questões 6 e 8, que abordavam as contribuições da arquitetura *FeedEfficiencyService* para a pesquisa de eficiência alimentar de gado de leite da Embrapa Gado de Leite e, indiretamente, traçavam um comparativo com a metodologia anterior. Assim, as avaliações do grupo B, para essas questões, foram consideradas estatisticamente iguais ao grupo A, mas com percentuais próximos da aceitação da H1 (hipótese alternativa).

5.5 AMEAÇAS A VALIDADE

Para os autores Travassos *et al.* (2002) e Wainer (2007), a validade de um estudo de caso está relacionada ao nível de confiança que se pode ter do processo de investigação como um todo ou quão confiáveis são os elementos envolvidos nesse processo. Isso envolve a base teórica até os resultados obtidos, incluindo as validades interna, de

construção, externa e de conclusão. Com base nos trabalhos dos autores referenciados acima, foram definidas as ameaças a validade desse estudo de caso.

5.5.1 Validade de Construção

Travassos *et al.* (2002) considera como validade de construção “os relacionamentos entre a teoria e a observação, ou seja, se o tratamento reflete a causa bem e o resultado reflete o efeito bem”.

Inicialmente, a arquitetura foi desenvolvida para atender às necessidades da pesquisa de eficiência alimentar de gado de leite e não foram considerados aspectos de outros contextos para esse desenvolvimento. Diante disso, devem ser conduzidos novos estudos quando a arquitetura for aberta a novos contextos, a fim de se mensurar o impacto da arquitetura na interação e no reuso dos dados entre os diferentes núcleos da Embrapa Gado de Leite.

Tendo em vista a fase inicial da arquitetura, o estudo de caso abordou somente a classificação e análise dos animais e experimentos sob os índices de eficiência alimentar. Entretanto, a pesquisa de eficiência alimentar envolve outras rotinas não contempladas nesse trabalho e a adição dessas rotinas à arquitetura exige a elaboração de novos estudos a fim de avaliar outros aspectos.

Apesar da adoção de triangulação de respostas, pode-se considerar como ameaça a aplicação de somente um instrumento de coleta de dados. É possível que a aplicação de múltiplos instrumentos, qualitativos e quantitativos, possam enriquecer as avaliações. Entretanto, devido aos prazos e a disponibilidade limitada dos pesquisadores no processo de avaliação, isso se tornou inviável.

5.5.2 Validade Interna

A validade interna define se o relacionamento observado entre o tratamento e o resultado é casual e não foi influenciado por outro fator – não controlado ou medido (TRAVASSOS *et al.*, 2002).

Os instrumentos utilizados nesse estudo de caso foram escolhidos mediante os recursos providos pela arquitetura *FeedEfficiencyService*. Assim, diante de novos recursos, torna-se necessário a avaliação de novos instrumentos.

Todos os participantes realizaram uma única avaliação da arquitetura, não trazendo ameaças a maturação e nem a contaminação. Portanto, não há aumento da capacidade de resposta, desmotivação do processo de avaliação e possibilidade do mesmo participante estar presente em ambos os grupos.

Os grupos foram selecionados com base no formulário de caracterização. Entretanto, os grupos não apresentaram um número igualitário de participantes. O grupo A apresentou 16 participantes e, o B, 19 participantes. Dessa forma, identifica-se uma ameaça a seleção dos participantes.

Não houve a interação do pesquisador em nenhuma das três etapas de avaliação do estudo de caso. No entanto, os participantes solicitavam o esclarecimento mediante as suas dúvidas. Diante disso, não existiram ameaças a expectativa do experimentador. Ressalta-se que os mesmos questionários foram aplicados a ambos os grupos.

5.5.3 Validade de Conclusão

Travassos *et al.*(2002) definem que a validade de conclusão está relacionada à habilidade de chegar a uma conclusão correta entre o tratamento e o resultado. Assim, o número de participantes no estudo de caso é uma ameaça, pois a presença de mais participantes poderiam influenciar nos resultados aqui apresentados.

5.5.4 Validade Externa

A validade externa define condições que limitam a generalização dos resultados (Travassos *et al.*, 2002). Esse estudo contou com a participação de alunos de Mestrado em Ciência da Computação, compondo o grupo B (participantes não relacionados ao contexto de nutrição animal/eficiência alimentar). Apesar dessa participação não representar a totalidade dos participantes, isso pode ter influenciado nos resultados desse grupo. Isso reflete em uma ameaça a população dos pesquisadores não relacionados ao contexto, tendo em vista que os pesquisadores de outros contextos podem possuir uma percepção diferente da arquitetura, se comparados à população utilizada.

Para a realização do estudo de caso houve a necessidade de concentrar os pesquisadores em salas que os comportassem, condicionando-os a um ambiente de pesquisa diferente. Isso é considerado uma ameaça e, como sugestão para trabalho futuro, sugere-se a avaliação dos pesquisadores na rotina diária de pesquisa.

As análises e conclusões expressas nesse capítulo só podem ser aplicadas ao contexto desse trabalho. Entretanto, há possibilidade de transferir as conclusões e análises desse estudo a estudos de casos que possuam cenários com características semelhantes.

Devido a não generalização dos resultados, faz-se necessária a condução de avaliações adicionais, sob outros pontos de vista. Assim, estudos considerando aspectos

não abordados por esse trabalho podem levantar evidências até então não observadas e a interação na plataforma entre grupos de pesquisa da Embrapa Gado de Leite pode revelar algo novo.

5.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Esse capítulo apresentou a avaliação da arquitetura *FeedEfficiencyService*. Através do uso de questionários, foi possível confirmar os indícios que motivaram a pesquisa, compreender os desafios e dificuldades na avaliação dos pesquisadores e comprovar o impacto da arquitetura nas pesquisas de eficiência alimentar de gado de leite.

O capítulo contou com a descrição do estudo de caso e as análises sobre três pontos de vista diferentes. A primeira avaliação considerou somente participantes do contexto de nutrição animal/eficiência alimentar (Grupo A); a segunda, os participantes que estão fora desse contexto (Grupo B) e; a terceira, comparou os resultados dos dois grupos e verificou se o conhecimento do contexto impactou nas avaliações dos participantes.

As respostas foram condizentes com as expectativas do trabalho, exceto a questão 2 do questionário II, quando foi aplicado ao grupo A, que apresentou um resultado inesperado. Entretanto, foram sugeridas novas abordagens a serem executadas para elucidar o motivo dessa ocorrência.

As questões abertas, aplicadas ao Grupo A, proporcionaram a visão do que era mais temido pelo pesquisador na metodologia anterior – possibilidade de erro seja na transcrição ou no armazenamento em bases heterogêneas, bem como os impactos positivos com uso da arquitetura *FeedEfficiencyService* – grande importância na avaliação dos animais, no comparativo entre experimento, na segurança da análise dos dados e na padronização e organização dos dados nos experimentos.

Por meio dos instrumentos, as questões de pesquisa foram respondidas, sendo possível entender os impactos da arquitetura na rotina do pesquisador. Assim, observa-se que o uso da arquitetura *FeedEfficiencyService* facilita as análises dos pesquisadores, reduz a complexidade e traz agilidade nas avaliações dos experimentos. Nesse sentido, o uso da ontologia forneceu ao pesquisador maior facilidade na identificação dos animais eficientes, no compartilhamento e reuso de dados de experimentos por pesquisadores de outros contextos. As visualizações forneceram o suporte ao pesquisador e permitiram que mais experimentos sejam analisados ao mesmo tempo. Dos resultados obtidos no

comparativo entre os grupos A e B, foi possível constatar que, para esse estudo de caso, com essas amostras, o conhecimento anterior não impactou nas avaliações da arquitetura e que as respostas dos grupos A e B foram consideradas estatisticamente iguais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as considerações finais dessa dissertação, os impactos da arquitetura *FeedEfficiencyService* nas pesquisas de eficiência alimentar de gado de leite da Embrapa Gado de Leite e, também, as principais contribuições e limitações, bem como os trabalhos futuros.

6.1 VISÃO GERAL

Essa dissertação apresentou a arquitetura *FeedEfficiencyService*, que tem como objetivo apoiar o pesquisador na classificação, análise e organização dos experimentos de eficiência alimentar de gado de leite da Embrapa Gado de Leite.

Através do estudo de caso, apresentado no capítulo 5 dessa dissertação, foram obtidos resultados que apresentam indícios que a arquitetura pode proporcionar suporte à rotina diária do pesquisador da Embrapa Gado de Leite. Esses resultados também assinalam que *“A padronização dos experimentos de eficiência alimentar através de uma arquitetura, que utiliza ontologias e técnicas de visualização, é capaz de proporcionar ao pesquisador apoio às análises e avaliações dos animais nos experimentos, e de promover o reuso de dados por pesquisadores de outros contextos”*, embasando a hipótese dessa dissertação.

Considerando os objetivos propostos: *“desenvolver e avaliar uma abordagem composta por uma arquitetura web capaz de organizar os dados de animais e experimentos. E, através do uso de ontologias e de máquinas de inferência, classificar os animais sob os índices de eficiência alimentar e apresentá-los por meio de visualizações”*, pode-se dizer que esses objetivos foram atendidos. E, considerando os passos necessários a fim de alcançar esse propósito, algumas considerações podem ser feitas:

- Através da revisão sistemática da literatura (Apêndice I), foi possível encontrar trabalhos relacionados ao contexto agropecuário e que fazem uso de ontologias, de regras lógicas e de máquinas de inferência. Entretanto, trabalhos direcionados à eficiência alimentar de animais não foram encontrados nessa revisão;

- O uso de ontologias, de regras lógicas e de máquinas de inferência proporcionou flexibilidade à arquitetura na classificação dos animais, considerando que os limites dessas classificações são variáveis e dependentes do conjunto de animais. Frise-se que o uso de regras lógicas SWRL para a classificação dos índices de eficiência alimentar seguiram os padrões exigidos pela atividade de pesquisa em eficiência alimentar e proporcionaram precisão e agilidade;
- O modelo SaaS, adotado para o desenvolvimento da arquitetura, proporciona uma maior liberdade para a criação e a composição de novos serviços. A comunicação dos serviços no formato JSON possibilita que os serviços sejam consumidos sem dificuldades, por projetos externos à arquitetura *FeedEfficiencyService*;
- A arquitetura *FeedEfficiencyService* foi desenvolvida para proporcionar suporte e segurança ao pesquisador na análise e na condução de experimentos, bem como fomentar o reuso de dados por pesquisadores de outros contextos. Através das avaliações, foi possível observar que os resultados produzidos por meio de visualizações não exigem conhecimentos específicos do contexto de nutrição animal/eficiência alimentar para a análise de desempenho dos animais.

6.2 CONTRIBUIÇÕES

Como contribuições específicas da arquitetura *FeedEfficiencyService*, pode-se destacar:

- Criação de uma *Feed Efficiency Ontology*, denominada FEO;
- Especificação de regras lógicas SWRL (*Semantic Web Rule Language*) para a classificação dos índices de eficiência alimentar dos animais e uso de máquinas de inferência para classificá-los.
- Padronização no armazenamento dos experimentos e tratamento da heterogeneidade das bases de dados;
- Definição de um modelo arquitetural genérico, que pode também ser utilizado por núcleos de pesquisa fora do contexto de eficiência alimentar;
- Criação de visualizações para auxiliar as análises de eficiência alimentar;
- Definição de uma camada de acesso aos serviços oferecidos pela arquitetura, a partir dos princípios de SAAS.

- Desenvolvimento de uma aplicação web para utilização dos serviços providos pela arquitetura, com o objetivo de simplificar o acesso dos pesquisadores;

Através das questões de pesquisa apresentadas no capítulo 5, foi possível entender os impactos da arquitetura *FeedEfficiencyService* na rotina do pesquisador. Assim, observa-se que o uso da arquitetura facilita as análises dos pesquisadores, reduz a complexidade e traz agilidade nas avaliações dos experimentos.

Além disso, o uso da ontologia forneceu ao pesquisador maior facilidade na identificação dos animais eficientes, no compartilhamento e reuso de dados de experimentos por pesquisadores de outros contextos. Ademais, as visualizações forneceram o suporte ao pesquisador, na análise de múltiplos experimentos e na redução da complexidade de análise dos experimentos.

Dessa forma, os pesquisadores de eficiência alimentar avaliaram a arquitetura *FeedEfficiencyService* e destacaram sua importância na avaliação dos animais, no comparativo entre experimento, na segurança da análise dos dados e na padronização e organização dos dados nos experimentos.

6.3 LIMITAÇÕES

A arquitetura *FeedEfficiencyService* foi construída com objetivo de atender às necessidades da pesquisa de eficiência alimentar de gado de leite e suas funcionalidades são restritas as particularidades desse núcleo de pesquisa. Assim, sua utilização restringe-se a esse núcleo de pesquisa, não podendo ser generalizada, apesar de apresentar indícios de que pode ser facilmente utilizada em outros contextos.

Considerando o volume de dados desse trabalho, pode-se dizer que a ontologia atendeu as expectativas. Entretanto, sabe-se que a ontologia possui restrições para o processamento de grandes volumes de dados, podendo ocasionar lentidão na formulação das visualizações e retorno dos serviços.

As visualizações possuem restrições para sua construção e a seleção de um número elevado de experimentos pode resultar em dados sobrepostos e ilegíveis. O volume máximo de experimentos é desconhecido e está associado ao volume de animais e experimentos.

6.4 TRABALHOS FUTUROS

A ampliação dos serviços disponíveis na arquitetura a fim de apoiar outras necessidades dos pesquisadores é uma sugestão para trabalhos futuros. Aspectos como: a coleta automatizada dos dados de cocho, a transformação nos valores de matéria seca e a ampliação dos experimentos na arquitetura têm grande importância para os avanços da pesquisa de eficiência alimentar de gado de leite.

Por outro lado, tendo em vista que os fatores que regulam a eficiência alimentar são desconhecidos e, através dos relacionamentos entre os experimentos de outros núcleos com os experimentos do núcleo de nutrição animal/eficiência alimentar, pode-se chegar ao entendimento desses fatores, expandir a arquitetura para outros núcleos de pesquisa da Embrapa Gado de Leite também é uma sugestão para trabalhos futuros.

A criação de novas ontologias a partir dos novos serviços adicionados à arquitetura poderia resultar em conhecimento novo. Da mesma forma, a adição de técnicas de inteligência computacional também poderia ser relevante a esse processo de descoberta de conhecimento.

Por fim, avaliar os impactos da arquitetura sobre a produção e disseminação de informação, o suporte à tomada de decisão e a interação com pesquisadores de outros contextos é mais uma sugestão para trabalhos futuros. Assim, faz-se necessária a condução de novos experimentos a fim de avaliar o impacto do uso da arquitetura em novos contextos.

Além disso, sabe-se que a aplicação web, assim como a arquitetura *FeedEfficiencyService*, pode evoluir e melhor atender as necessidades e expectativas do pesquisador, proporcionando o apoio necessário aos avanços de suas pesquisas. Essa evolução ocorrerá à medida que a arquitetura for utilizada pelos pesquisadores, podendo novos requisitos serem observados, bem como a adequação dos requisitos existentes.

REFERÊNCIAS

- ALSHAHWAN, Feda; MOESSNER, Klaus. Providing soap web services and restful web services from mobile hosts. In: **Internet and Web Applications and Services (ICIW), 2010 Fifth International Conference on**. IEEE, 2010. p. 174-179.
- ARMBRUST, Michael *et al.* A view of cloud computing. **Communications of the ACM**, v. 53, n. 4, p. 50-58, 2010.
- ARTHUR, J. PF; HERD, R. M. Residual feed intake in beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. SPE, p. 269-279, 2008.
- BARNETT, V.; TOBY L. Outliers in statistical data. Vol. 3. New York: Wiley, 1994.
- BAKER, Patricia G.. *et al.* An ontology for bioinformatics applications. **Bioinformatics**, v. 15, n. 6, p. 510-520, 1999.
- BECHHOFFER, Sean. OWL: Web ontology language. In: **Encyclopedia of Database Systems**. Springer US, 2009. p. 2008-2009.
- BENBASAT, Izak; GOLDSTEIN, David K.; MEAD, Melissa. The case research strategy in studies of information systems. **MIS quarterly**, p. 369-386, 1987.
- BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. Scientific American: Feature Article The Semantic Web. 2001.
- 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.
- BOICHARD, D.; BROCHARD, M. New phenotypes for new breeding goals in dairy 1655 cattle. **The Animal Consortium**, v.6, p. 544-550, 2012.
- BONILHA, Sarah Figueiredo Martins *et al.* Feed efficiency, blood parameters, and ingestive behavior of young Nelore males and females. **Tropical animal health and production**, v. 47, n. 7, p. 1381-1389, 2015.
- BUSCHMANN, Frank *et al.* Patterns of Software Architecture. **A system of patterns**, v. 1, 1996.
- CAMPOS, Mariana .M., LEAO, Juliana .M., LIMA, Juliana .A.M., MACHADO, Fernanda .S. **Tecnologias de precisão na avaliação de eficiência alimentar**. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, 2015. n.79 p. 73-85.
- CONNOR, E. E. *et al.* Use of residual feed intake in Holsteins during early lactation shows potential to improve feed efficiency through genetic selection. **Journal of animal science**, v. 91, n. 8, p. 3978-3988, 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.
- DUBEY, Abhijit; WAGLE, Dilip. Delivering software as a service. **The McKinsey Quarterly**, v. 6, n. 2007, p. 2007, 2007.
- FIELDING, Roy T.; TAYLOR, Richard N. **Architectural styles and the design of network-based software architectures**. Doctoral dissertation: University of California, Irvine, 2000.
- GODSE, Manish; MULIK, Shrikant. An approach for selecting software-as-a-service (SaaS) product. In: **Cloud Computing, 2009. CLOUD'09. IEEE International Conference on**. IEEE, 2009. p. 155-158.
- 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.
- 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.
- HITZLER, Pascal; KROTZSCH, Markus; RUDOLPH, Sebastian. **Foundations of semantic web technologies**. CRC Press, 2009.
- HORRIDGE, Matthew *et al.* A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Protégé-OWL Plugin and CO-ODE Tools Edition 1.3. **University of Manchester**, 2011.
- HORROCKS, Ian *et al.* SWRL: A semantic web rule language combining OWL and RuleML. **W3C Member submission**, v. 21, p. 79, 2004.
- HULSEGGE, B., SMITS, M. A., te PAS, M. F. W., & WOELDERS, H. (2012). Contributions to an animal trait ontology. **Journal of Animal Science**, 90(6), 2061-2066.
- JANSSEN, S., ANDERSEN, E., ATHANASIADIS, I. N., & VAN ITTERSUM, M. K. (2009). A database for integrated assessment of European agricultural systems. **Environmental Science & Policy**, 12(5), 573-587.
- JORDAN, JOHNNY ROCHA. Modelagem estatística para ensaios de resistência na indústria de celulose e papel. **XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão. Salvador, BA, Brasil**, v. 6, 2009.
- KITCHENHAM B. e CHARTERS S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering (version 2.3). **Technical report, Keele University and University of Durham**, 2007.
- KOCH, Robert M. *et al.* Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of animal science**, v. 22, n. 2, p. 486-494, 1963.
- LETHBRIDGE, Timothy C.; SIM, Susan Elliott; SINGER, Janice. Studying software engineers: Data collection techniques for software field studies. **Empirical software engineering**, v. 10, n. 3, p. 311-341, 2005.
- MCGUINNESS, Deborah L. *et al.* OWL web ontology language overview. **W3C recommendation**, v. 10, n. 10, p. 2004, 2004.
- 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.
- MCSI, MIETE. Configurability in SaaS (software as a service) applications. In: **Proceedings of 2nd Annual Conference on India Software Engineering Conference**. 2009. p. 19-26.
- MELL, Peter *et al.* The NIST definition of cloud computing. 2011.
- MIAH, Shah J.; GAMMACK, John; KERR, Don. Ontology development for context-sensitive decision support. In: **Semantics, Knowledge and Grid, Third International Conference on**. IEEE, 2007. p. 475-478.

- MITRA, Nilo *et al.* Soap version 1.2 part 0: Primer. **W3C recommendation**, v. 24, p. 12, 2003.
- NEYMAN, Jerzy; PEARSON, Egon S. On the problem of the most efficient tests of statistical hypotheses. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character**, v. 231, p. 289-337, 1933.
- NORMAN, Geoff. Likert scales, levels of measurement and the “laws” of statistics. **Advances in health sciences education**, v. 15, n. 5, p. 625-632, 2010.
- PADDOCK, Zachary D. **Energy Expenditure in Growing Heifers with Divergent Residual Feed Intake Phenotypes. Effects and Interaction of Metaphylactic Treatment and Temperament on Receiving Steers**. 2011. Tese de Doutorado. Texas A & M University.
- PARROTT, L., LACROIX, R., & WADE, K. M. (2003). Design considerations for the implementation of multi-agent systems in the dairy industry. **Computers and electronics in agriculture**, 38(2), 79-98.
- PARSIFAL, 2017. Disponível em: <<http://www.parsif.al/>>. Acessado em dez. 2017
- REIS, G. M.; RIBEIRO JUNIOR, J. I. Comparação de testes paramétricos e não paramétricos aplicados em delineamentos experimentais. **III SAEPRO**. Viçosa, MG: UFV, 2007.
- ROBSON, C. Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioner-Researchers., 2nd edn.(Blackwell Publishing: Oxford, UK.). 2002.
- RUNESON, Per; HÖST, Martin. Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. **Empirical software engineering**, v. 14, n. 2, p. 131, 2009.
- RUNESON, Per *et al.* **Case study research in software engineering: Guidelines and examples**. John Wiley & Sons, 2012.
- SANTHOSHKUMAR, S. P.; RAMYA, G. CHANGES IN NECESSITIES TRADE AFTER MIGRATING TO THE SaaS MODEL. 2017.
- SILVA, F. Q. da *et al.* A critical appraisal of systematic reviews in software engineering from the perspective of the research questions asked in the reviews. In: ACM.
- SIVAMANI, S., HONG-GEUN, K., CHANGSUN, S., JANGWOO, P., & YONGYUN, C. (2016). A Balance Diet Management System for Livestock using an OWL-based Ontology Model. **Indian Journal of Science and Technology**, 9(20). **Proceedings of the 2010 ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement**. [S.l.], 2010. p. 33.
- SRIVASTAVA, Biplav; KOEHLER, Jana. Web service composition-current solutions and open problems. In: **ICAPS 2003 workshop on Planning for Web Services**. 2003. p. 28-35.
- STEINMACHER, Igor; CHAVES, Ana Paula; GEROSA, Marco Aurélio. Awareness support in distributed software development: A systematic review and mapping of the literature. **Computer Supported Cooperative Work (CSCW)**, v. 22, n. 2-3, p. 113-158, 2013.
- TOMIC, Dana *et al.* Enabling Semantic Web for Precision Agriculture: a Showcase of the Project agriOpenLink, CEUR Workshop Proceedings, 2015. p. 26-29.
- TRAVASSOS, Guilherme Horta; GUROV, Dmytro; AMARAL, E. A. G. G. **Introdução à engenharia de software experimental**. UFRJ, 2002.
- VAN SOLINGEN, Rini *et al.* Goal question metric (gqm) approach. **Encyclopedia of software engineering**, 2002.

- YIN, Robert K. Case study research: Design and Methods. SAGE publications. **Thousand oaks**, 2009.
- YIN, Robert K. **Case study research and applications: Design and methods**. Sage publications, 2017.
- ZHAO, Haibo; DOSHI, Prashant. Towards automated restful web service composition. In: **Web Services, 2009. ICWS 2009. IEEE International Conference on. IEEE**, 2009. p. 189-196.
- WAINER, Jacques *et al.* Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a Ciência da Computação. **Atualização em informática**, v. 1, p. 221-262, 2007.
- WOHLIN, Claes *et al.* **Experimentation in software engineering**. Springer Science & Business Media, 2012.

APÊNDICE I – REVISÃO SISTEMÁTICA

1. Introdução

A revisão esta organizada em quatro seções. Na seção 2, apresenta-se o protocolo adotado para a revisão sistemática da literatura. A seção 3 traz as discussões sobre os resultados; e, por fim, a seção 4, as conclusões.

2. Protocolo

A revisão sistemática da literatura (RSL) seguiu o protocolo proposto por Kitchenham e Charters (2007), tendo como objetivo descrever os passos necessários à condução da RSL, garantindo, assim, uma posterior reprodutibilidade dos resultados aqui obtidos. A seguir, serão apresentadas as atividades realizadas.

2.1 Questões de Pesquisa

Inicialmente, foram definidas as questões de pesquisa, gerando uma orientação inicial a revisão sistemática da literatura. Para tal, dois grupos de questões foram criados: o primeiro, destinado a área de pesquisa, proporciona uma caracterização da mesma e o segundo grupo de perguntas destina-se ao propósito específico da pesquisa. Assim, as questões de pesquisa a serem respondidas pela revisão sistemática da literatura são:

Quadro 1 - Grupos de Questões

Grupo 1 – Área de Pesquisa.
<ul style="list-style-type: none"> • Questão 1: Como as publicações sobre o uso de ontologias no contexto agropecuário evoluem com os anos? Com a resposta, espera-se um indicativo de crescimento ou não da área de pesquisa. • Questão 2: Quem são os autores mais atuantes na área? Com a resposta, espera-se uma indicação dos autores que tenham interesse na área, facilitando a busca por referências em trabalhos futuros. • Questão 3: Quais Conferências, Congressos ou Periódicos publicaram trabalhos da área? Com a resposta, espera-se uma orientação para futuras submissões de trabalhos e fonte para obtenção de pesquisas sobre o tema.
Grupo 2 – Específico da Pesquisa.
<ul style="list-style-type: none"> • Questão 4: Como a ontologia apoiou a pesquisa? Com a resposta, espera-se um indicativo das contribuições obtidas com o uso de ontologias no apoio à pesquisa

agropecuária.

- Questão 5: Quais são as ontologias existentes para o contexto agropecuário? Com a resposta, espera-se conhecer as ontologias utilizadas no apoio às pesquisas agropecuárias.

2.2 Estudos Preliminares

O estudo preliminar iniciou com a seleção das fontes de pesquisas, onde foram consideradas somente bases cujos acessos eram permitidos das instalações da UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora). Assim, foram selecionadas 5 bases que atendem o critério de acesso das instalações da UFJF, sendo elas: (i) *ACM Digital Library*; (ii) *Engineering Village*; (iii) *IEEE Digital Library*; (iv) *Science Direct*; e a (v) *Scopus*;

Afim de especificar o método de busca, foi adotado a abordagem PICOC. O PICOC é o acrônimo adotado para “*Population, Intervention, Comparison, Outcome e Context*”. De acordo com SILVA *et al.* (2010), é um método utilizado para descrição e formulação de uma pergunta pesquisável, definido assim:

- **População (*Population*):** agropecuário;
- **Intervenção (*Intervention*):** ontologia;
- **Comparação (*Comparison*):** não se aplica;
- **Resultados (*Outcome*):** modelo, arquitetura, framework, técnica e protótipo;
- **Contexto (*Context*):** não se aplica.

Com base nas informações obtidas no PICOC, um quadro de palavras-chave foi confeccionado (Quadro 2). O agrupamento da população, intervenção, resultados e contexto forneceram os elementos necessários para construção da *string* de busca, demonstrada no Quadro 3.

Quadro 2. Palavras-chave

População	<i>rural industries, dairy farming, rural industry, livestock, cattle raising e dairy industry</i>
Intervenção	<i>ontology</i>
Comparação	
Resultados	<i>model, architecture, framework, techniques e prototype</i>
Contexto	

Quadro 3. String de Busca

("rural industries" or "dairy farming" or "rural industry" or "livestock" or "cattle raising" or "dairy industry") and ("ontology") and ("model" or "architecture" or "framework" or "techniques" or "prototype")

Para a construção dessa *string* de busca, foi utilizado um conjunto de dois artigos de controle (Quadro 4), que deveriam ser retornados quando a *string* fosse executada em suas respectivas bases.

Quadro 4. Artigos de Controle

Artigo	Ano	Local de Publicação
Enabling semantic web for precision agriculture: A Showcase of the project agriOpenLiink	2015	CEUR Workshop Proceedings
Ontology Development for Context-Sensitive Decision Support	2007	3rd International Conference on Semantics, Knowledge, and Grid, SKG 2007

Os artigos selecionados como controle foram cuidadosamente escolhidos. O primeiro artigo “Enabling semantic web for precision agriculture: A Show case of the Project agriOpenLink” (Tomic *et al.*, 2015) foi selecionado por abordar em sua arquitetura agriOpenLink, o uso de ontologia para centralizar as consultas e acesso aos dados produzidos nos diversos serviços relacionados a agropecuária, tais como dados climáticos, eólicos, pragas, raças, entre outros. O segundo artigo “Ontology Development for Context-Sensitive Decision Support” (Miah, Gammack e Kerr, 2007) foi selecionado por demonstrar em seu trabalho 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.

Considerando que cada base possui seu próprio formato de consulta e que o objetivo é consultar no abstract, título e palavras chave, foi necessário elaborar cinco *strings* de consultas, conforme demonstrado no Quadro 5. Vale dizer, que a *string* foi revisada antes de sua aplicação nas bases.

Quadro 5. String de Busca por Base

IEEE	("Abstract": "rural industries" or "agricultural" or "dairy farming" or "dairy industry" or "livestock" or "cattle raising" or "dairy industry") and ("abstract": "model" or "architecture" or "framework" or "techniques" or "prototype") and ("abstract": "ontology")
ACM	Recordabstract: ("rural industries" or "dairy farming" or "rural industry" or "livestock" or "cattle raising") and recordabstract: ("model" or "architecture" or "framework" or "techniques" or "prototype") and recordabstract: ("ontology")
Engineering Village	(("Rural industries" or "dairy farming" or "rural industry" or "dairy industry" or "livestock" or "cattle raising") and ("model" or "architecture" or "framework" or "techniques") and ("ontology" or "owl")) wn ab
Science Direct	title-abstr-key("rural industries" or "dairy farming" or "dairy industry" or "rural industry" or "livestock" or "cattle raising") and title-abstr-key("model" or "architecture" or "framework" or "techniques" or "prototype") and title-abstr-key("ontology")

SCOPUS	(title-abs-key ("rural industries" or "dairy farming" or "rural industry" or "dairy industry" or "livestock" or "cattle raising") and title-abs-key (ontology) and title-abs-key ("model" or "architecture" or "framework" or "techniques" or "prototype"))
--------	--

2.3 Resultados da Busca

As buscas utilizando a *string* desenvolvida no item 2.2, iniciaram-se em dezembro de 2017, com objetivo de retornar estudos primários. Para aplicação da *string* de busca, foi utilizado o recurso de pesquisas avançadas disponíveis nas bases. As buscas se concentraram no título, palavras-chave e resumos dos artigos.

Um total de 82 artigos foram retornados com a execução da *string* de busca. Todas as bases retornaram; entretanto, a *Scopus* foi a base com maior número de retornos, sendo 54 no total, sucedido por *Engineering Village* e *ACM Digital Library* com 9 retornos, *Science Direct* com 7 retornos e *IEEE Digital Library* com 3 retornos,. Esses resultados foram demonstrados em percentuais na Figura 1.

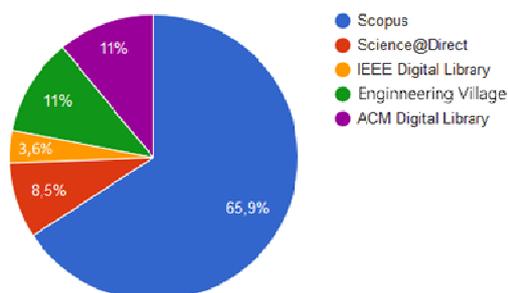


Figura 1. Retorno das bases.

2.4 Filtros

Para a análise dos artigos retornados e condução dos próximos passos da revisão sistemática, foi utilizado a ferramenta *Parsifal*²², por ser uma ferramenta que segue o protocolo proposto por Kitchenham e Charters (2007) e por proporcionar recursos computacionais que facilitam a análise e armazenamento dos artigos.

Assim, os 82 artigos retornados das bases foram importados na ferramenta *Parsifal* e aplicado o primeiro filtro de exclusão dos artigos repetidos. O diagrama de Venn permitiu a análise da repetição dos artigos por base, como pode ser visto na figura 2. A base Scopus

²² Disponível em :www.parsif.al

retornou artigos em comum com três das bases pesquisadas. Ocorreram também, por duas vezes, artigos duplicados entres as bases Engineering Village, IEEE e Scopus. As bases da Scopus e Engineering Village apresentaram 6 artigos duplicados dentre as bases foi a maior incidência de duplicações. Ao final, foram removidos 17 artigos nesta etapa, restando ao estudo 65 artigos a serem analisados.

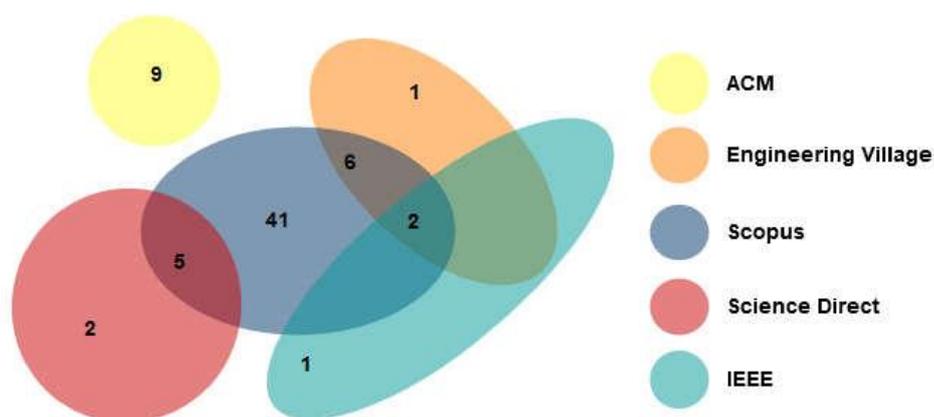


Figura2. Diagrama de Venn dos artigos duplicados.

Alguns critérios de inclusão e exclusão foram adotados a partir das questões de pesquisa propostas no item 2.1:

- i) Critérios de inclusão:
 - Utilizar a ontologia de forma a apoiar a pesquisa;
 - Ter acesso ao texto completo;
 - Ser escrito em inglês;
 - Ser artigo.
 - Ter relação ao contexto agropecuário.
- ii) Critérios de Exclusão:
 - Não utilizar a ontologia de forma a apoiar a pesquisa.
 - Não ser artigo;
 - Não ser escrito em Inglês;
 - Não ter acesso ao texto completo;
 - Não ter relação ao contexto agropecuário.

Tendo definidos os critérios de inclusão e exclusão, os 65 artigos restantes tiveram seus resumos lidos e analisados em acordo com os critérios estabelecidos. Nessa etapa de filtragem, um total de 54 artigos foram removidos e 11 foram aceitos. O Quadro 5 apresenta os resultados dessa etapa de filtragem, apresentando um quantitativo de artigos por critério.

Quadro 5. Artigos por Critério.

Tipo	Critério	Qtd
Inclusão	Utilizar a ontologia de forma a apoiar a pesquisa.	11
Exclusão	Não utilizar a ontologia de forma a apoiar a pesquisa.	37
	Não ser artigo	1
	Não ter relação ao contexto agropecuário	9
	Não ser escrito em Português ou Inglês	1
	Não ter acesso ao texto completo	6

Dentre os artigos retornados, dois trabalhos não estavam acessíveis por meio das instalações da UFJF. Apesar dos critérios permitirem a exclusão mediante a inacessibilidade, uma tentativa de contatar os autores ocorreu, sem retorno até o momento.

Ao término da etapa de filtragem através da leitura dos resumos, foram selecionados 11 artigos para leitura completa. Assim, como objetivo da filtragem é selecionar somente trabalhos que utilizem a ontologia de forma a apoiar a pesquisa, foram elaboradas nove questões (Quadro 6). Ao longo da leitura dos artigos, as questões dispostas no Quadro 6 foram respondidas através uma escala de Sim, Parcialmente e Não. Com a intenção de classificar os artigos lidos, uma pontuação para as respostas foi estabelecida, onde 1.0 ponto foi definido ao 'Sim', 0.5 ponto ao 'Parcialmente' e 0.0 ponto para 'Não'.

Quadro 6. Questões.

Questões	Respostas Possíveis
Os objetivos de pesquisa são claramente especificados?	Sim, Parcialmente ou Não
Alguma ontologia foi proposta?	Sim, Parcialmente ou Não
Foram utilizadas regras SWRL ou Property Chain?	Sim, Parcialmente ou Não
Foi apresentada uma nova arquitetura/framework que proporcione apoio a pesquisa?	Sim, Parcialmente ou Não
Os pesquisadores apresentam ameaças a validade/confiabilidade de seus resultados?	Sim, Parcialmente ou Não
Foram conduzidos experimentos/estudos de caso a fim de comprovar a utilidade da proposta?	Sim, Parcialmente ou Não
Foram utilizados dados reais para avaliação da proposta?	Sim, Parcialmente ou Não
As variáveis consideradas pelo estudo são adequadamente medidas?	Sim, Parcialmente ou Não
Resultados negativos são apresentados?	Sim, Parcialmente ou Não

Assim, a nota obtida por um artigo poderá variar de 0.00 a 9.0 pontos. Posteriormente, adotou-se a pontuação 3.00 como ponto de corte, eliminando os artigos

pertencentes ao primeiro terço ($9 / 3 = 3$). Nesta etapa, foram eliminados 6 trabalhos com pontuação inferior ou igual a 3, demonstrado no Quadro 7.

Quadro 7. Classificação dos artigos.

Questões	Pontuação
Janssen <i>et al.</i> , 2009	7.0
Hulsegge <i>et al.</i> , 2012	4.5
[Sivamani <i>et al.</i> , 2016] [Miah, Gammack e Kerr, 2007]	4.0
[Tomic <i>et al.</i> , 2015] [Parrott, Lacoix e Wade, 2003]	3.5
Jeong, Jeong e Yoe, 2013	2.0
[Yong <i>et al.</i> , 2012] [Mlah, Kerr e Gammack, 2006]	1.5
Sgouropoulou <i>et al.</i> , 2015	1.0
Devare <i>et al.</i> , 2016	0.0

A Figura 3 permitiu uma análise do desempenho dos artigos, mediante as questões de pesquisa elaboradas no Quadro 6, demonstrando graficamente a avaliação individual de cada trabalho e sua relevância para essa revisão.

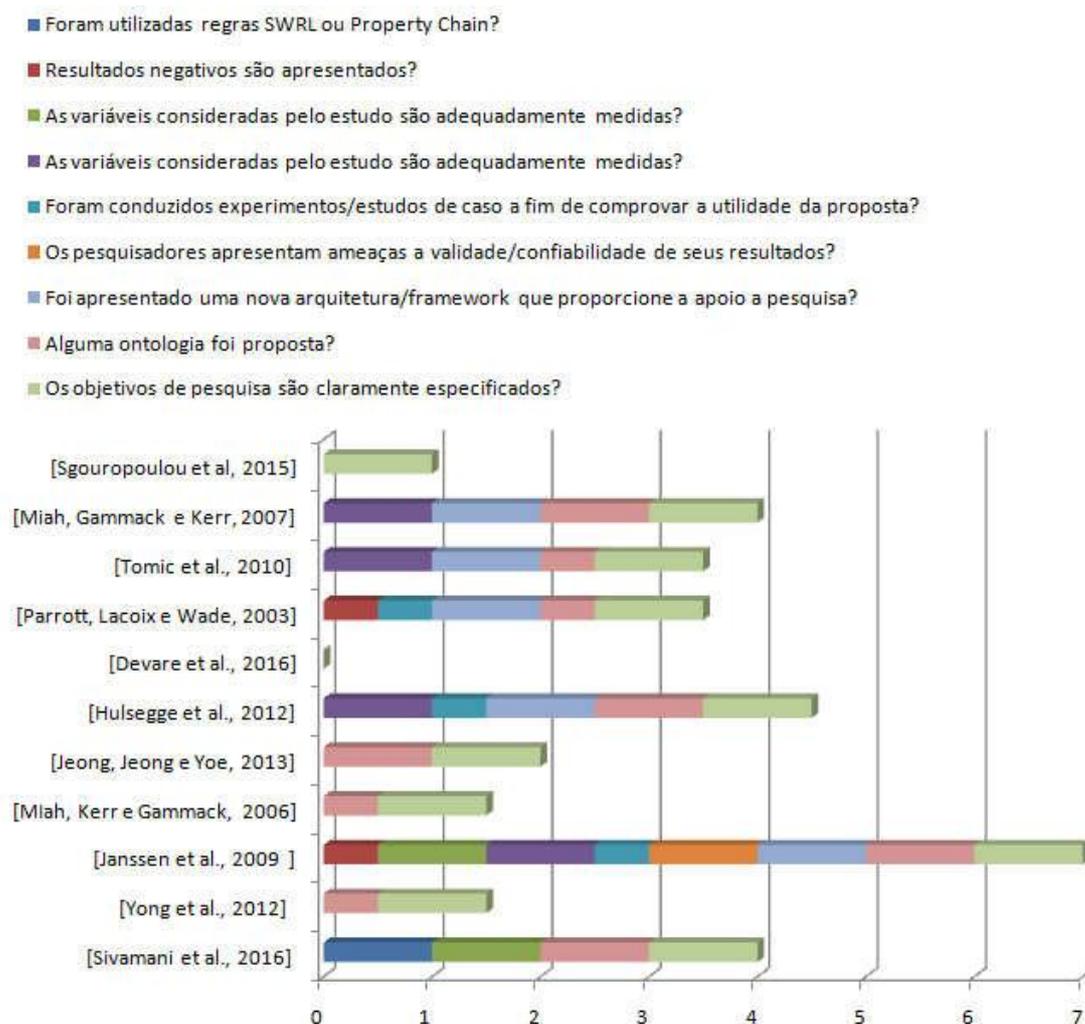


Figura 3. Classificação gráfica dos artigos

Dos 11 trabalhos aprovados, 9 novos trabalhos foram obtidos, pois 2 desses eram artigos de controle, definidos no item 2.2 Quadro 4. A Figura 4 demonstra os filtros executados, os artigos removidos por fase e, por fim, os artigos selecionados para responder as questões de pesquisa.



Figura 4. Artigos selecionados

2.5 Resultados

Ao término das etapas anteriores dispostas nesse trabalho, foram alcançadas as respostas para as questões do item 2.1, senão vejamos:

2.5.1 Questão 1: Como as publicações sobre o uso de ontologias no contexto agropecuário evoluem com os anos?

A fim de analisar a evolução da área, os dados das publicações retornadas na seção 2.3 foram dispostos em um gráfico com a intenção de facilitar a análise dessa evolução. O resultado está apresentando na Figura 3.

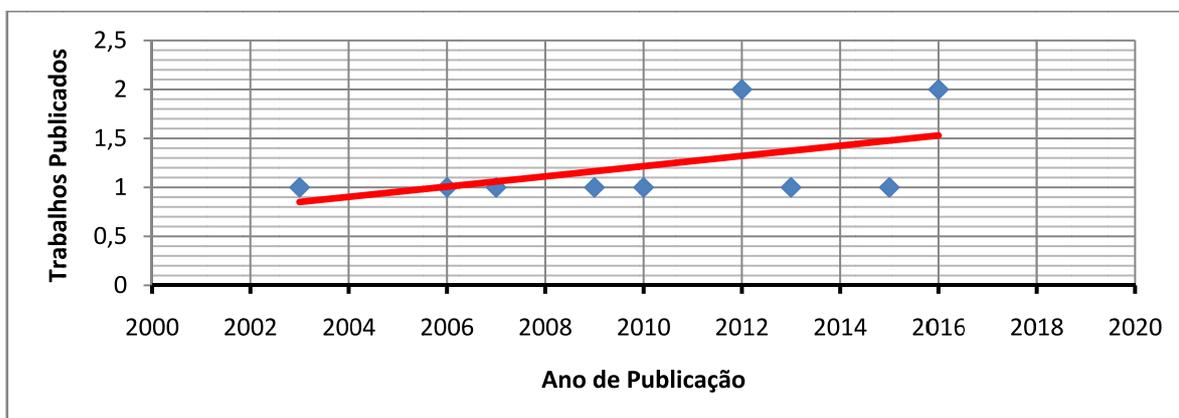


Figura 3. Gráfico de dispersão com linha de tendência.

Assim, a área apresenta um crescimento de 2003 a 2016. Apesar de não haver um grande número de trabalhos publicados, ainda assim, há indícios que podemos considerar a área como em crescimento, conforme demonstrado através da linha de tendência, confirmando a importância de estudos na área.

2.5.2 Questão 2: Quem são os autores mais atuantes na área?

Os autores foram selecionados através dos retornos obtidos no item 2.3. O critério adotado para apresentação foi apenas autores que tiveram mais de um trabalho aprovado após a leitura dos abstracts. Nesse sentido, o Quadro 7 apresenta as informações obtidas.

Quadro 7. Autores mais atuantes.

Autor	Local de Trabalho	Trabalhos	Citações	Índice-h
Shah J Miah	Professor of Information Systems and Program Director, College of Business, Victoria	2	263	10
Don Kerr	University of the Sunshine Coast	2	1131	17
John Gammack	Professor, College of Technological Innovation, Zayed University	2	1394	20

O autor Shah J Miah, referenciado no quadro de autores como Miah, S. J., é professor na Universidade de Victoria – Melbourne Austrália e tem como interesse os temas: sistemas de suporte a decisão, ontologias, web services. O autor Don Kerr, referenciado no quadro de autores como Kerr, D., é membro da Universidade de Sunshine Coast – Queensland Austrália e tem como interesse os temas relacionados a sistemas de suporte a decisão. John Gammack, referenciado no quadro de autores como Gammack, J., é professor na Universidade de Zayed, Dubai Emirados Árabes Unidos e tem como interesse os temas : gerenciamento de conhecimento e sistemas inteligentes.

2.5.3 Questão 3: Quais Conferências, Congressos ou Periódicos publicaram trabalhos da área?

Para responder a questão, similar as questões anteriormente respondidas, foram utilizados os retornos obtidos no item 2.3 e, a partir dessas informações, o Quadro 8 foi construído.

Quadro 8. Conferências e Periódicos.

Sigla	Nome	Fator de Impacto	H-Index	Tipo
JIA	Journal of Integrative Agriculture			Revista
CEUR	Workshop Proceedings			Conferência
	Computers and Electronics in Agriculture	2201		Revista
	Environmental Science and Policy	3751		Revista
	Indian Journal of Science and Technology		18	Revista
	International Journal of Smart Home		14	Revista
	Journal of Animal Science			Revista
ACIS	Australasian Conference on Information Systems			Conferência

Um total de 8 veículos foram identificados como os que publicaram trabalhos relacionados ao tema proposto. Todas as informações evidenciadas no Quadro 8 foram retiradas de suas próprias páginas.

2.5.4 Questão 5: Como a ontologia apoiou a pesquisa?

Em 2003, uma arquitetura multi-agente colaborativa foi proposta por Parrot L., Lacroix R., Wade, K.M.. Essa arquitetura tinha como finalidade proporcionar apoio à decisão e utilizava a ontologia para comunicação entre os agentes de diferentes domínios.

Sivamani *et al.* (2016) propuseram em seu trabalho uma ontologia para o gerenciamento nutricional dos rebanhos. Em sua ontologia os autores consideravam aspectos onde os requisitos nutricionais variavam. Assim, as fases de vida do animal e o ciclo de produção de leite foram considerados para a criação da ontologia. Os autores abordam que nas propriedades rurais é comum observar novilhas, bezerros e vacas maduras confinadas juntas. Diante disso, a ontologia através de regras lógicas e da identificação única dos animais é capaz de classificá-los e selecionar a dieta ideal.

Por sua vez, Janssen *et al.* (2009) descreveram a base SEAMLESS (System for Environmental and Agricultural Modelling; Linking European Science and Society) e desenvolveram uma ontologia em acordo com o processo colaborativo visando facilitar a interdisciplinaridade da pesquisa. Da mesma forma, em 2012, Hulsegge *et al.* identificam que, apesar de 2008 ter iniciado um programa global para o desenvolvimento da Animal Trait Ontology (ATO), que é uma ontologia para o domínio da pecuária, ainda existem poucas ou nenhuma ontologia destinada a fatores de produção, qualidade e aspectos de saúde. Assim, os autores desenvolveram duas ontologias relevantes à produção pecuária REPO (Reproductive Trait and Phenotype Ontology) e HPIO (Host Pathogen Interactions Ontology).

A ontologia, conforme demonstrada nos trabalhos descritos acima, apóia os projetos de diversas formas, seja na classificação dos indivíduos, facilitando o entendimento e compartilhamento de informações entre pesquisadores de diferentes áreas, seja proporcionando a comunicação entre domínios distintos.

2.5.5 Quais são as ontologias existentes para o contexto agropecuário?

Quadro 9. Ontologias propostas nos trabalhos aceitos.

Parrott, Lacoix e Wade, 2003	Ontologia de comunicação multi-agente
Janssen <i>et al.</i> , 2009	Ontologia para o sistema europeu de agricultura.
Hulsegge <i>et al.</i> , 2012	Ontologia de traços reprodutivos e fenótipos (REPO) Ontologia de interações de patógenos hospedeiros (HPIO)
Sivamani <i>et al.</i> , 2016	Ontologia para o gerenciamento da nutrição automatizada de rebanho.

2.6 Snowballing

Runerson (2009) define o termo *snowballing* como a procura sistemática por estudos primários, baseando-se em referências de e para outros estudos. Nesse sentido, através da leitura das publicações retornadas na seção 2.3, algumas das referências adotadas para a fundamentação e compreensão das abordagens utilizadas foram consideradas relevantes ao temas desse trabalho e referenciadas no Quadro 10 para a leitura completa dessas publicações, sendo elas:

Quadro 10. Trabalhos referenciados nos estudos primários.

Estudo Primário	Trabalho Referenciado
Miah <i>et al.</i> (2007)	Wood, D.H., Carrington, D., and Kaplan, S., "Enhancing software maintenance by using semantic web techniques", International Semantic Web Conferences, 2006, (http://www.itee.uq.edu.au/~dwood/papers/SoftwareMaintenanceViaSemWeb.pdf)
Janssen <i>et al.</i> (2009)	Holsapple, C.W., Joshi, K.D., 2002. A collaborative approach to ontology design. Communications of the ACM 45 (2), 42–47
Tomic <i>et al.</i> (2015)	Gao Yongchun, 2005. The application of Web Ontology Language for information sharing in the dairy industry, PhD Thesis, McGill Univ. Montreal. 2005.
	Tomic SDK, Hoermann S., Handler F., Wöber W., Otte, M., and W. Auer, 2014. agriOpenLink: Semantic Services for Adaptive Processes in Livestock Farming, AgEng 2014
	Mezaour, A-D., Van Nuffelen, B., and C. Blaschke. 2014. Building Enterprise Ready Applications Using Linked OpenData, in Linked Open Data – Creating Knowledge Out of Interlinked Data, Springer, 2014
	Seamless, 2015. http://ontologies.seamlessip.org/livestock.owl , last accessed Aug 2015
	Tomic, D., Drenjanac, D., Hoermann S., Auer, W, Experience with Creating and Maintaining Ontology for Precision Dairy Farming: A Showcase of agriOpenLink, EFITA 2015, June 29-July 2, Poznan, 2015
Sivamani <i>et al.</i> (2016)	Bhatia MPS, Kumar A, Beniwal R. Ontologies for Software Engineering: Past, Present and Future. Indian Journal of Science and Technology. 2016 Mar; 9(9):1-16.

Os trabalhos relacionados no Quadro 10 foram lidos em busca de novas informações sobre como a ontologia apoiou a pesquisa agropecuária, com a intenção de criar uma base sólida para a pesquisa em si.

Referências

- Janssen, S., Andersen, E., Athanasiadis, I. N., & van Ittersum, M. K. (2009). A database for integrated assessment of European agricultural systems. **Environmental Science & Policy**, 12(5), 573-587.
- Hulsegge, B., Smits, M. A., te Pas, M. F. W., & Woelders, H. (2012). Contributions to an animal trait ontology. **Journal of Animal Science**, 90(6), 2061-2066.
- Sivamani, S., Hong-Geun, K., Changsun, S., Jangwoo, P., & Yongyun, C. (2016). A Balance Diet Management System for Livestock using an OWL-based Ontology Model. **Indian Journal of Science and Technology**, 9(20).
- Miah, S. J., Gammack, J., & Kerr, D. (2007, October). Ontology development for context-sensitive decision support. In **Semantics, Knowledge and Grid, Third International Conference on** (pp. 475-478). IEEE.
- Tomic, D., Drenjanac, D., Wöber, W., Hörmann, S., & Auer, W. (2015). Enabling Semantic Web for Precision Agriculture: a Showcase of the Project agriOpenLink.
- Parrott, L., Lacroix, R., & Wade, K. M. (2003). Design considerations for the implementation of multi-agent systems in the dairy industry. **Computers and electronics in agriculture**, 38(2), 79-98.
- Jeong, S., Jeong, H., & Yoe, H. (2013). A Study on the Ontology Model for Preventing Livestock Disease Spread. **International Journal of Smart Home**, 7(4), 145-152.
- Miah, S. J., Kerr, D., & Gammack, J. (2006). A Design Environment Ontology for Stakeholder-developed Decision Support Tools in the Australian Dairy Industry. **ACIS 2006 Proceedings**, 16.
- Yong, X. U., NIU, F. Q., Bergmann, L., WANG, Z. Q., & Jian, W. A. N. G. (2012). A dairy industry information cooperative service system based on a production process ontology. **Journal of Integrative Agriculture**, 11(5), 839-848.
- Sgouropoulou, C., Koutoumanos, A., Triperina, E., & Dragoni, M. (2015, October). Ontology-driven linked open (meta-) data services for e-research systems. In **Proceedings of the 19th Panhellenic Conference on Informatics** (pp. 363-368). ACM.
- Devare, M., Aubert, C., Laporte, M. A., Valette, L., Arnaud, E., & Buttigieg, P. L. (2016). Data-driven Agricultural Research for Development: A Need for Data Harmonization Via Semantics. In **ICBO/BioCreative**.
- Kitchenham B. e Charters S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering (version 2.3). **Technical report, Keele University and University of Durham**, 2007.
- Runeson, P., Skoglund, M.: Reference-based search strategies in systematic reviews. In: **Proceedings of the 13th International Conference on Empirical Assessment and Evaluation in Software Engineering**. Electronic Workshops in Computing (eWIC). BCS, Durham University, UK (2009)
- Silva, F. Q. da *et al.* A critical appraisal of systematic reviews in software engineering from the perspective of the research questions asked in the reviews. In: **ACM. Proceedings of the 2010 ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement**. [S.l.], 2010. p. 33.

Apêndice: Rejeitados após leitura dos abstracts

- Abdollahi-Arpanahi, Rostam, Gota Morota, and Francisco Peñagaricano. "Predicting bull fertility using genomic data and biological information." *Journal of dairy science* 100.12 (2017): 9656-9666.
- Ahanda, Marie-Laure Endale, *et al.* "Impact of the genetic background on the composition of the chicken plasma MiRNome in response to a stress." *PloS one* 9.12 (2014): e114598.
- Allentuck, Adam. "Temporalities of human–livestock relationships in the late prehistory of the southern Levant." *Journal of Social Archaeology* 15.1 (2015): 94-115.
- Bonacin, Rodrigo, Olga Fernanda Nabuco, and Ivo Pierozzi Junior. "Conceptualizing the Impacts of Agriculture on Water Resources: experiences and ontology engineering challenges." *Proceedings of the Fifth International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems*. ACM, 2013.
- Broadbent, J. A., *et al.* "Choose wisely: Network, ontology and annotation resources for the analysis of *Staphylococcus aureus* omics data." *International Journal of Medical Microbiology* 305.3 (2015): 339-347.
- Cañadas, Joaquín, *et al.* "RuleModeler: a rich internet application for knowledge modeling." *Proceedings of the 6th International Conference on Semantic Systems*. ACM, 2010.
- Chardon, X., *et al.* "M ELODIE: a whole-farm model to study the dynamics of nutrients in dairy and pig farms with crops." *animal* 6.10 (2012): 1711-1721.
- da Ponte, Márcio José Moutinho, and Celson Pantoja Lima. "Botanical identification of Amazonian species through patterns recognition of wood and essential oil: A framework based on ontology." *Information Systems and Technologies (CISTI), 2014 9th Iberian Conference on*. IEEE, 2014.
- da Ponte, Márcio José Moutinho, and Celson Pantoja Lima. "Botanical identification of Amazonian species through patterns recognition of wood and essential oil: A framework based on ontology." *Information Systems and Technologies (CISTI), 2014 9th Iberian Conference on*. IEEE, 2014.
- de Souza, Kleber XS, Adriana D. dos Santos, and Silvio RM Evangelista. "Visualization of ontologies through hypertrees." *Proceedings of the Latin American conference on Human-computer interaction*. ACM, 2003.
- Donatelli, Marcello, *et al.* "A component-based framework for simulating agricultural production and externalities." *Environmental and Agricultural Modelling*. Springer Netherlands, 2010. 63-108.
- Dong-jie, Zhang, *et al.* "Gene expression profile analysis of pig muscle in response to cold stress." *Journal of Applied Animal Research* 45.1 (2017): 195-198.
- Guerrin, François. "Simulation of action in production systems." (2005): 210-216.
- Guo, Xiaoping, *et al.* "Comparative Transcriptome Analysis of MicroRNAs in Newborn and Adult Porcine Skeletal Muscles." *Journal of Biomaterials and Tissue Engineering* 6.12 (2016): 1006-1014.
- Goodswen, Stephen J., *et al.* "FunctSNP: an R package to link SNPs to functional knowledge and dbAutoMaker: a suite of Perl scripts to build SNP databases." *BMC bioinformatics* 11.1 (2010): 311.
- Harhay, Gregory P., *et al.* "An atlas of bovine gene expression reveals novel distinctive tissue characteristics and evidence for improving genome annotation." *Genome biology* 11.10 (2010): R102.
- Hwang, Jeonghwan, and Hyun Yoe. "Design and Implementation of Context-Aware Middleware for Intelligent Service in Ubiquitous Livestock Barn." *International Information Institute (Tokyo). Information* 15.3 (2012): 1123.
- Fan-Lun, X. I. O. N. G. "Technical Architecture and Implementation of Intelligent System for Agriculture Domain." (2012): 004
- Fontanesi, L., *et al.* "Exploring copy number variation in the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) genome by array comparative genome hybridization." *Genomics* 100.4 (2012): 245-251.
- Keller, Janine, Robert Ringseis, and Klaus Eder. "Supplemental carnitine affects the microRNA expression profile in skeletal muscle of obese Zucker rats." *BMC genomics* 15.1 (2014): 512.
- Laughlin, Richard C., *et al.* "Correlative Gene Expression to Protective Seroconversion in Rift Valley Fever Vaccinates." *PloS one* 11.1 (2016): e0147027.
- Lawless, Nathan, *et al.* "MicroRNA regulation of bovine monocyte inflammatory and metabolic networks in an in vivo infection model." *G3: Genes, Genomes, Genetics* 4.6 (2014): 957-971.
- Lee, Kyung-Tai, *et al.* "Full-length enriched cDNA library construction from tissues related to energy metabolism in pigs." *Molecules and cells* 28.6 (2009): 529-536.

- Légaré, Christine, *et al.* "Impact of male fertility status on the transcriptome of the bovine epididymis." *MHR: Basic science of reproductive medicine* 23.6 (2017): 355-369.
- Ling, Y. H., *et al.* "Characterization and analysis of differentially expressed microRNAs in hircine ovaries during the follicular and luteal phases." *Animal reproduction science* 166 (2016): 47-57.
- Macário, Carla Geovana N., and Claudia Bauzer Medeiros. "Specification of a framework for semantic annotation of geospatial data on the web." *SIGSPATIAL Special* 1.1 (2009): 27-32.
- Martin, Guillaume, *et al.* "A conceptual model of grassland-based beef systems." *New Technologies for Constructing Complex Agricultural and Environmental Systems*. IGI Global, 2012. 100-119.
- Martínez, R., Y. Gómez, and J. F. M. Rocha. "Genome-wide association study on growth traits in Colombian creole breeds and crossbreeds with Zebu cattle." *Genetics and Molecular Research* 13.3 (2014): 6420-6432.
- Miao, Xiangyang, Qingmiao Luo, and Xiaoyu Qin. "Genome-wide transcriptome analysis in the ovaries of two goats identifies differentially expressed genes related to fecundity." *Gene* 582.1 (2016): 69-76.
- Mitra, Susweta Das, *et al.* "Streptococcus uberis ST439 and ST475 induce differential inflammatory responses in a mouse intramammary infection model." *Gene* 585.2 (2016): 247-255.
- Morota, Gota, *et al.* "An application of MeSH enrichment analysis in livestock." *Animal genetics* 46.4 (2015): 381-387.
- Nanduri, Bindu, and Fiona M. McCarthy. "AgBase: A tool for systems biology in agricultural species." *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 2 (2007).
- Niu, Chenxing, Gary A. Payne, and Charles P. Woloshuk. "Transcriptome changes in *Fusarium verticillioides* caused by mutation in the transporter-like gene FST1." *BMC microbiology* 15.1 (2015): 90.
- Niu, Chenxing, Gary A. Payne, and Charles P. Woloshuk. "Transcriptome changes in *Fusarium verticillioides* caused by mutation in the transporter-like gene FST1." *BMC microbiology* 15.1 (2015): 90.
- O'Gorman, Grace M., *et al.* "Transcriptional profiling of cattle infected with *Trypanosoma congolense* highlights gene expression signatures underlying trypanotolerance and trypanosusceptibility." *BMC genomics* 10.1 (2009): 207.
- Paten, Amy M., *et al.* "Functional development of the adult ovine mammary gland—insights from gene expression profiling." *BMC genomics* 16.1 (2015): 748.
- Patel, Osman V., *et al.* "Functional genomics studies of oocyte competence: evidence that reduced transcript abundance for follistatin is associated with poor developmental competence of bovine oocytes." *Reproduction* 133.1 (2007): 95-106.
- Puig-Oliveras, Anna, *et al.* "A co-association network analysis of the genetic determination of pig conformation, growth and fatness." *PloS one* 9.12 (2014): e114862.
- Rojas, Cristian A. Alvarez, *et al.* "Time-course study of the transcriptome of peripheral blood mononuclear cells (PBMCs) from sheep infected with *Fasciola hepatica*." *PloS one* 11.7 (2016): e0159194.
- Sackton, Timothy B., Brian P. Lazzaro, and Andrew G. Clark. "Rapid expansion of immune-related gene families in the house fly, *Musca domestica*." *Molecular biology and evolution* 34.4 (2017): 857-872.
- Schmidt, Thomas G., Uwe Franko, and Ralph Meissner. "Uncertainties in large-scale analysis of agricultural land use—A case study for simulation of nitrate leaching." *Ecological Modelling* 217.1 (2008): 174-180.
- Sheng, Xihui, *et al.* "Characterization of microRNAs from sheep (Ovisaries) using computational and experimental analyses." *Molecular biology reports* 38.5 (2011): 3161-3171.
- Sodanil, Maleerat, PilapanPhonarin, and NalinpatPorrawatpreyakorn. "An Ontology-Based Query Expansion for an Agricultural Expert Retrieval System." *Proceedings of International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services*. ACM, 2013.
- Stella, A., *et al.* "In silico candidate gene mining in livestock species." *Italian Journal of Animal Science* 6.sup1 (2007): 217-217.
- Sivamani, Saraswathi, *et al.* "Towards an Intelligent Livestock Farm Management using OWL-based Ontology Model." *International Journal of Smart Home* 9.4 (2015): 251-266.
- Sivamani, Saraswathi, *et al.* "Towards a Balanced Nutrition System Using Fuzzy Logic in Livestock." (2016).

- Takahashi, Akira, *et al.* "Metadata management for integration and analysis of earth observation data." *Proceedings of the 3rd International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication*. ACM, 2009.
- Taylor, Kerry. "The semantics of water." *Proceedings of the second Australasian workshop on Advances in ontologies-Volume 72*. Australian Computer Society, Inc., 2006.
- Taylor, Kerry, *et al.* "Farming the web of things." *IEEE Intelligent Systems* 28.6 (2013): 12-19.
- Upadhyay, Maulik R., *et al.* "Single nucleotide variant detection in Jaffrabadi buffalo (*Bubalus bubalis*) using high-throughput targeted sequencing." *Frontiers in Life Science* 8.2 (2015): 192-199.
- Xu, Yong, *et al.* "Establishment of information cooperative service system of dairy industry based on process ontology." *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* 26.3 (2010): 227-232.
- Yi, Bao, *et al.* "Transcriptome Profile Analysis of Breast Muscle Tissues from High or Low Levels of Atmospheric Ammonia Exposed Broilers (*Gallus gallus*)." *PloS one* 11.9 (2016): e0162631.
- Yan, Xin, *et al.* "Toward a semantic granularity model for domain-specific information retrieval." *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)* 29.3 (2011): 15.
- Wu, Chenlu, *et al.* "Transcriptomic Analysis on Responses of Murine Lungs to *Pasteurella multocida* Infection." *Frontiers in cellular and infection microbiology* 7 (2017): 251.

APÊNDICE II – SERVIÇOS RESTFUL DA ARQUITETURA *FEDEFICIENCYSERVICE*

Categoria	Operação	Método	URI	Saída	Funcionalidade
Animal	GET	Inserção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/animal/insert/{codigo},{registro},{manejo},{raca},{cobertura},{nascimento},{nome},{sexo}	JSON	Inserção de animais na arquitetura
	GET	Atualização	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/animal/update/{codigo},{registro},{manejo},{raca},{cobertura},{nascimento},{nome},{sexo}	JSON	Atualização de animais na arquitetura
	GET	Deleção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/animal/delete/{codigo}	JSON	Remoção de animais da arquitetura
	GET	Listagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/animal/list	JSON	Listagem dos animais
	GET	Contagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/animal/count	JSON	Contador de animais cadastrados
Experimento	GET	Inserção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/experimento/insert/{codigo},{inicio},{termino},{descricao},{sigla}	JSON	Inserção de experimento
	GET	Atualização	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/experimento/update/{codigo},{inicio},{termino},{descricao},{sigla}	JSON	Atualização de experimento
	GET	Deleção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/experimento/delete/{codigo}	JSON	Remoção de experimento
	GET	Listagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/experimento/list	JSON	Listagem dos experimentos

	GET	Contagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/experimento/count	JSON	Contador de experimentos
Avaliação	GET	Inserção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/experimento_animal/insert/{animal},{experimento},{gpd},{ims},{pm_medio}	JSON	Inserção de avaliação do animal
	GET	Atualização	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/experimento_animal/update/{animal},{experimento},{gpd},{ims},{pm_medio}	JSON	Atualização da avaliação do animal
	GET	Deleção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/experimento_animal/delete/{animal},{experimento}	JSON	Remoção da participação do animal
	GET	Listagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/experimento_animal/listCodigoAnimal/{experimento}	JSON	Listagem dos animais participantes
	GET	Listagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/experimento_animal/listCodigo/{experimento}	JSON	Listagem dos animais participantes
	GET	Contagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/experimento_animal/count	JSON	Contador de animais participantes
Bebedouro	GET	Inserção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/bebedouro/insert/{codigo},{animal},{id},{peso},{duracao},{consumido},{data},{hora}	JSON	Inserção de dados de bebedouro
	GET	Atualização	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/bebedouro/update/{codigo},{animal},{id},{peso},{duracao},{consumido},{data},{hora}	JSON	Atualização de dados de bebedouro
	GET	Deleção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/bebedouro/delete/{codigo}	JSON	Remoção de dado de bebedouro

	GET	Listagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/bebedouro/list	JSON	Listagem dos dados de bebedouro
	GET	Listagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/bebedouro/list/{codigo}	JSON	Listagem dos dados de bebedouro
	GET	Contagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/bebedouro/count	JSON	Contador dos dados de bebedouro
Refeição	GET	Inserção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/refeicao/insert/{codigo},{animal},{id},{peso},{duracao},{consumido},{data},{hora}	JSON	Inserção de dados de refeição
	GET	Atualização	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/refeicao/update/{codigo},{animal},{id},{peso},{duracao},{consumido},{data},{hora}	JSON	Atualização de dados de refeição
	GET	Deleção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/refeicao/delete/{codigo}	JSON	Remoção de dado de refeição
	GET	Listagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/refeicao/list	JSON	Listagem dos dados de refeição
	GET	Listagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/refeicao/list/{codigo}	JSON	Listagem dos dados de refeição
	GET	Contagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/refeicao/count	JSON	Contador dos dados de refeição
Cobertura	GET	Inserção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/cobertura/insert/{codigo},{pai},{mae},{receptora},{data},{tipo}	JSON	Inserção de dados de cobertura
	GET	Atualização	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/cobertura/update/{codigo},{pai},{mae},{receptora},{data},{tipo}	JSON	Atualização de dados de cobertura
	GET	Deleção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/cobertura/delete/{codigo}	JSON	Remoção de dado de cobertura

	GET	Listagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/cobertura/list	JSON	Listagem dos dados de cobertura
Raça	GET	Inserção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/raca/insert/{codigo},{descricao}	JSON	Inserção de dados de raça
	GET	Atualização	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/raca/update/{codigo},{descricao}	JSON	Atualização de dados de raça
	GET	Deleção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/raca/delete/{codigo}	JSON	Remoção de dado de raça
	GET	Listagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/raca/list	JSON	Listagem dos dados de raça
Temperatura	GET	Inserção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/temperatura/insert/{codigo},{equipamento},{sensor},{valor},{data},{hora}	JSON	Inserção de dados de temperatura
	GET	Atualização	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/temperatura/update/{codigo},{equipamento},{sensor},{valor},{data},{hora}	JSON	Atualização de dados de temperatura
	GET	Deleção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/temperatura/delete/{codigo}	JSON	Remoção de dado de temperatura
	GET	Contagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/temperatura/count	JSON	Contador dos dados de temperatura
	GET	Listagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/temperatura/list	JSON	Listagem dos dados de temperatura
Usuário	GET	Inserção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/user/insert/{login},{senha},{email},{perfil}	JSON	Inserção de usuário
	GET	Atualização	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/user/update/{login},{senha},{email},{perfil}	JSON	Atualização de dados de usuário

	GET	Deleção	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/user/delete/{id}	JSON	Remoção de dado de usuário
	GET	Checação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/user/check/{id},{senha}	JSON	Checação de usuário
	GET	Listagem	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/user/list	JSON	Listagem dos dados de usuários
Ontologia	GET	Visualização	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/ont/view1/{lx Experimento}	JSON	Visualização de classificação
	GET	Visualização	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/ont/view2/{lx Experimento}	JSON	Visualização de agrupamento
	GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/ont/CAR	JSON	Classificação CAR
	GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/ont/ECA	JSON	Classificação ECA
	GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/ont/GPR	JSON	Classificação GPR
	GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/ont/CGPR	JSON	Classificação CGPR
Regressão / Índices de Eficiência Alimentar/ Estatísticos	GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/regressao/CAR/{codigoexperimento}	JSON	Regressão do índice CAR
	GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/regressao/ECA/{codigoexperimento}	JSON	Fórmula do índice ECA
	GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/regressao/GPR/{codigoexperimento}	JSON	Regressão do índice GPR
	GET	Classificação	http://www.servidor.com.br/embrapa.site2/services/regressao/CGPR/{codigoexperimento}	JSON	Regressão do índice CAR e GPR + apuração do índice CGPR

APÊNDICE III – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(A) Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa "Análise de Eficiência Alimentar de Gado Leiteiro a partir da Integração de Bases Heterogêneas e Uso de Ontologias". O objetivo do estudo é analisar a solução proposta para o apoio à pesquisa de eficiência alimentar de gado de leite sobre o ponto de vista do pesquisador.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: Inicialmente, o(a) Sr.(a) primeiramente responderá questões referentes aos procedimentos realizados anteriormente à arquitetura e, posteriormente, questões sobre os procedimentos posteriores ao uso da arquitetura. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em riscos de privacidade e confidencialidade. Entretanto, todos os dados coletados durante o experimento serão destinados exclusivamente a atividades de pesquisa. A pesquisa contribuirá para traçar um comparativo entre o dia a dia do pesquisador anterior e posterior à arquitetura. Para participar deste estudo o(a) Sr.(a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o(a) Sr.(a) tem assegurado o direito à indenização. O(A) Sr.(a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o(a) Sr.(a) é atendido(a). O pesquisador tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução N° 466/12 do Conselho Nacional de Saúde). Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O(A) Sr.(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no PGCC/UFJF e a outra será fornecida ao(a) Sr.(a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos.

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____ fui informado(a) dos objetivos da pesquisa "Análise de Eficiência Alimentar de Gado Leiteiro a partir da Integração de Bases Heterogêneas e Uso de Ontologias", de maneira clara e detalhada. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de Dezembro de 2017.

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Heitor Magaldi Linhares

Endereço: Rua José Lourenço Kelmer, S/n - Martelos

CEP: 36036900/ Juiz de Fora – MG

Fone: (32) 9 8818 - 4889

E-mail: heitormagaldi@yahoo.com.br

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF
Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

APÊNDICE IV – QUESTIONÁRIO E CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

Características do respondente

Formação Acadêmica na Área: _____

Trabalha ou trabalhou com pesquisas na área de nutrição animal/eficiência alimentar?

Sim

Não. Qual área de pesquisa atua? _____

Para o preenchimento do questionário será adotado a escala abaixo:

Não concordo totalmente	1
Não concordo parcialmente	2
Indiferente	3
Concordo parcialmente	4
Concordo totalmente	5

Questões referentes aos procedimentos realizados **ANTERIORMENTE** à arquitetura:

	1	2	3	4	5
1 - O conhecimento em alguma ferramenta estatística é indispensável para a obtenção dos índices CAR, GPR e CGPR					
2 - A forma de armazenamento, a numeração dos animais, os rótulos das tabelas e formatos de datas e números, eram definidos por pesquisador.					
3 – A classificação dos animais sob os rótulos de eficiente, intermediário e ineficiente é obtida de forma simples e sem nenhum esforço do pesquisador.					
4 – O modo como o experimento é armazenado e analisado hoje já atende as necessidades do pesquisador.					
5 – O animal pode possuir mais de um código que o identifique ao longo dos experimentos.					
6 – Os dados dos experimentos estão acessíveis e o acesso é centralizado.					

7 – O acompanhamento do desempenho do animal ocorre de forma simples e satisfatória.					
8 – Para cada índice de eficiência alimentar os animais são processados individualmente e seus dados são lançados manualmente para uma posterior classificação					
9 – Se tratando de ‘N’ experimentos, a comparação de desempenho dos animais é satisfatória.					
10 – A classificação dos animais é clara e compreendida por pesquisadores fora do contexto de nutrição animal.					

11 – Como é sua avaliação acerca da metodologia adotada atualmente para o armazenamento e análise dos experimentos?

--

Questões sobre os procedimentos POSTERIORES ao uso da arquitetura:

	1	2	3	4	5
1 – A arquitetura reduziu a complexidade e trouxe agilidade na análise dos experimentos.					
2 – O conhecimento em alguma ferramenta estatística continua sendo indispensável para a obtenção dos índices CAR, GPR e CGPR.					
3 – A arquitetura não permite aos experimentos possuírem variações de forma de armazenamento, de numeração dos animais, de rótulos nas colunas e de formatos de datas e números.					
4 – A arquitetura facilita a observação do desempenho dos animais em diversos experimentos.					
5 – As cores adotadas nas visualizações contribuem para a identificação do desempenho dos animais.					
6 – A arquitetura contribui para análise e comparação dos índices de eficiência alimentar nos experimentos.					
7 – Através da interatividade, o pesquisador pode construir a visualização com os dados desejados.					
8 – A arquitetura não proporciona uma melhora na análise de desempenho do animal ao longo dos experimentos.					

9 – Nos casos de desequilíbrio na distribuição entre as categorias eficientes, intermediários e ineficientes, a visualização de agrupamento permite a identificação do índice de eficiência alimentar menos adequado ao experimento.					
10 – A classificação dos animais sob os rótulos de eficiente, intermediário e ineficiente melhoram as análises, quando comparado às análises dos resultados numéricos obtidos.					
11 – A classificação dos animais sob os rótulos de eficiente, intermediário e ineficiente melhoram a interação com pesquisadores fora do contexto de nutrição animal.					

12 – Quais são os pontos observados na arquitetura que podem contribuir para os avanços da pesquisa de eficiência alimentar de gado de leite?

APÊNDICE V – AVALIAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Anteriores a adoção da <i>FeedEfficiencyService</i>		Com a adoção da <i>FeedEfficiencyService</i>																				
Grupo	Participantes	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11
A	P1	5	5	1	1	5	1	1	5	1	1	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5
A	P2	4	5	2	2	4	1	2	4	2	4	4	2	1	5	5	5	1	2	4	4	5
B	P3	5	3	1	1	1	1	1	1	2	1	5	5	1	5	5	5	1	3	5	5	5
A	P4	5	4	2	1	4	3	3	5	1	2	5	5	1	5	5	5	1	5	5	5	5
A	P5	5	2	1	1	4	2	4	5	2	3	5	2	5	5	5	5	1	4	4	4	1
A	P6	4	5	2	2	3	4	2	5	2	2	5	4	4	5	5	5	1	5	5	5	4
A	P7	4	5	1	2	4	2	4	1	2	2	5	4	5	5	5	5	1	5	5	5	5
A	P8	5	5	1	4	5	1	2	5	1	3	5	5	5	5	5	0	1	5	5	5	5
A	P9	5	5	2	2	4	2	2	5	4	2	4	5	5	5	5	5	1	1	4	4	5
A	P10	5	5	1	2	5	1	1	5	1	2	5	4	4	5	5	5	1	5	5	5	5
A	P11	5	5	1	2	5	1	1	5	1	1	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5
A	P12	5	1	2	2	5	4	2	5	4	4	5	5	0	5	5	5	1	1	5	5	5
A	P13	5	5	1	4	4	4	2	5	4	2	5	1	5	5	5	5	1	5	4	4	5
B	P14	5	5	1	4	2	5	2	5	2	1	5	2	5	5	4	4	1	5	4	4	5
A	P15	5	5	1	1	5	1	2	5	2	1	5	2	5	5	5	5	1	5	4	4	5
A	P16	5	5	1	3	4	5	3	5	5	5	5	2	5	5	5	5	1	5	5	5	5
A	P17	5	5	0	4	3	3	3	3	2	2	4	3	2	4	4	5	5	1	3	3	4
B	P18	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	4	5	5	5	5	1	0	2	4
B	P19	5	5	5	2	4	2	2	3	1	2	5	0	0	5	5	5	5	1	5	5	5
A	P20	5	5	1	4	2	2	1	3	3	4	5	5	3	5	5	5	1	2	5	5	5
B	P21	3	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5
B	P22	4	5	1	1	5	1	1	4	2	3	5	2	3	5	4	5	5	2	3	5	5
B	P23	5	5	1	1	5	1	1	5	1	1	5	1	1	5	5	5	1	5	5	5	5
B	P24	5	5	1	2	5	2	2	5	1	1	5	2	4	5	5	5	1	3	5	5	5
B	P25	5	5	1	1	5	1	1	5	1	1	5	1	5	5	5	5	1	5	5	5	5
B	P26	4	4	1	2	2	4	3	5	3	1	5	1	2	5	5	5	1	5	5	5	5
B	P27	4	2	2	3	1	2	2	1	2	3	4	3	4	4	5	5	5	3	4	3	4
B	P28	5	5	2	1	4	2	2	4	2	1	4	2	4	5	4	4	5	1	4	5	5
B	P29	5	5	1	4	5	2	1	5	1	2	5	1	5	5	5	4	1	5	5	5	5
B	P30	5	5	2	2	5	1	1	5	1	2	5	2	3	5	5	5	4	1	4	4	4
B	P31	5	5	1	3	5	1	2	5	2	1	5	1	5	5	5	4	5	1	4	4	4
B	P32	5	5	1	3	5	1	2	4	1	1	4	1	4	5	5	4	5	1	4	5	5
B	P33	4	4	2	2	1	1	3	3	3	1	5	1	5	5	5	5	3	1	2	4	5
B	P34	4	5	1	4	5	2	2	5	3	3	4	1	3	5	5	5	5	2	5	5	3
B	P35	5	5	4	3	1	1	2	5	2	1	5	4	5	5	5	5	5	1	5	4	5

APÊNDICE VI – AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA

ANOVA com um fator: Q1 versus Grupo

Método

Hipótese nula Todas as médias são iguais
 Hipótese alternativa Nem todas as médias são iguais
 Nível de significância $\alpha = 0,05$

Assumiu-se igualdade de variâncias para a análise

Informações dos Fatores

Fator	Níveis	Valores
Grupo	2	A; B

Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Grupo	1	0,00461	0,004605	0,03	0,870
Erro	33	5,59539	0,169557		
Total	34	5,60000			

Sumário do Modelo

S	R2	R2(aj)	R2(pred)
0,411774	0,08%	0,00%	0,00%

Médias

Grupo	N	Média	DesvPad	IC de 95%
A	16	4,813	0,403	(4,603; 5,022)
B	19	4,7895	0,4189	(4,5973; 4,9817)

ANOVA com um fator: Q2 versus Grupo

Método

Hipótese nula Todas as médias são iguais
 Hipótese alternativa Nem todas as médias são iguais
 Nível de significância $\alpha = 0,05$

Assumiu-se igualdade de variâncias para a análise

Informações dos Fatores

Fator	Níveis	Valores
Grupo	2	A; B

Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Grupo	1	24,73	24,734	12,47	0,001
Erro	33	65,44	1,983		
Total	34	90,17			

Sumário do Modelo

S	R2	R2(aj)	R2(pred)
1,40817	27,43%	25,23%	18,32%

Médias

Grupo	N	Média	DesvPad	IC de 95%
A	16	3,688	1,448	(2,971; 4,404)
B	19	2,000	1,374	(1,343; 2,657)

DesvPad Combinado = 1,40817

ANOVA com um fator: Q3 versus Grupo

Método

Hipótese nula Todas as médias são iguais
 Hipótese alternativa Nem todas as médias são iguais
 Nível de significância $\alpha = 0,05$

Assumiu-se igualdade de variâncias para a análise

Informações dos Fatores

Fator	Níveis	Valores
Grupo	2	A; B

Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Grupo	1	0,2541	0,2541	0,09	0,764
Erro	33	91,6316	2,7767		
Total	34	91,8857			

Sumário do Modelo

S	R2	R2(aj)	R2(pred)
1,66635	0,28%	0,00%	0,00%

Médias

Grupo	N	Média	DesvPad	IC de 95%
A	16	3,750	1,770	(2,902; 4,598)
B	19	3,579	1,575	(2,801; 4,357)

DesvPad Combinado = 1,66635

ANOVA com um fator: Q4 versus Grupo

Método

Hipótese nula Todas as médias são iguais
 Hipótese alternativa Nem todas as médias são iguais
 Nível de significância $\alpha = 0,05$

Assumiu-se igualdade de variâncias para a análise

Informações dos Fatores

Fator	Níveis	Valores
Grupo	2	A; B

Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Grupo	1	0,00085	0,000846	0,01	0,904
Erro	33	1,88487	0,057117		
Total	34	1,88571			

Sumário do Modelo

S	R2	R2(aj)	R2(pred)
0,238992	0,04%	0,00%	0,00%

Médias

Grupo	N	Média	DesvPad	IC de 95%
A	16	4,9375	0,2500	(4,8159; 5,0591)
B	19	4,8474	0,2294	(4,8358; 5,0589)

ANOVA com um fator: Q5 versus Grupo

Método

Hipótese nula Todas as médias são iguais
 Hipótese alternativa Nem todas as médias são iguais
 Nível de significância $\alpha = 0,05$

Assumiu-se igualdade de variâncias para a análise

Informações dos Fatores

Fator	Níveis	Valores
Grupo	2	A; B

Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Grupo	1	0,01588	0,01588	0,19	0,664
Erro	33	2,72697	0,08264		
Total	34	2,74286			

Sumário do Modelo

S	R2	R2(aj)	R2(pred)
0,287464	0,58%	0,00%	0,00%

Médias

Grupo	N	Média	DesvPad	IC de 95%
A	16	4,9375	0,2500	(4,7913; 5,0837)
B	19	4,8947	0,3153	(4,7606; 5,0289)

DesvPad Combinado = 0,287464

ANOVA com um fator: Q6 versus Grupo

Método

Hipótese nula Todas as médias são iguais
 Hipótese alternativa Nem todas as médias são iguais
 Nível de significância $\alpha = 0,05$

Assumiu-se igualdade de variâncias para a análise

Informações dos Fatores

Fator	Níveis	Valores
Grupo	2	A; B

Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Grupo	1	0,3850	0,38496	4,02	0,033
Erro	33	3,1579	0,09569		
Total	34	3,5429			

Sumário do Modelo

S	R2	R2(aj)	R2(pred)
0,309344	10,87%	8,16%	0,69%

Médias

Grupo	N	Média	DesvPad	IC de 95%
A	16	5,000	0,000	(4,843; 5,157)
B	19	4,7895	0,4189	(4,6451; 4,9339)

DesvPad Combinado = 0,309344

ANOVA com um fator: Q7 versus Grupo

Método

Hipótese nula Todas as médias são iguais
 Hipótese alternativa Nem todas as médias são iguais
 Nível de significância $\alpha = 0,05$

Assumiu-se igualdade de variâncias para a análise

Informações dos Fatores

Fator	Níveis	Valores
Grupo	2	A; B

Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Grupo	1	0,0211	0,02115	0,02	0,878
Erro	33	29,1217	0,88248		
Total	34	29,1429			

Sumário do Modelo

S	R2	R2(aj)	R2(pred)
0,939402	0,07%	0,00%	0,00%

Médias

Grupo	N	Média	DesvPad	IC de 95%
A	16	4,688	1,250	(4,210; 5,165)
B	19	4,737	0,562	(4,298; 5,175)

DesvPad Combinado = 0,939402

ANOVA com um fator: Q8 versus Grupo

Método

Hipótese nula Todas as médias são iguais
 Hipótese alternativa Nem todas as médias são iguais
 Nível de significância $\alpha = 0,05$

Assumiu-se igualdade de variâncias para a análise

Informações dos Fatores

Fator	Níveis	Valores
Grupo	2	A; B

Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Grupo	1	1,179	1,1789	3,13	0,086
Erro	33	12,421	0,3764		
Total	34	13,600			

Sumário do Modelo

S	R2	R2(aj)	R2(pred)
0,615511	8,67%	5,90%	0,00%

Médias

Grupo	N	Média	DesvPad	IC de 95%
A	16	1,000	0,000	(0,688; 1,312)
B	19	1,368	0,831	(1,082; 1,655)

DesvPad Combinado = 0,613511

ANOVA com um fator: Q9 versus Grupo

Método

Hipótese nula Todas as médias são iguais
 Hipótese alternativa Nem todas as médias são iguais
 Nível de significância $\alpha = 0,05$

Assumiu-se igualdade de variâncias para a análise

Informações dos Fatores

Fator	Níveis	Valores
Grupo	2	A; B

Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Grupo	1	0,0339	0,03393	0,02	0,899
Erro	33	68,9375	2,08902		
Total	34	68,9714			

Sumário do Modelo

S	R2	R2(aj)	R2(pred)
1,44534	0,05%	0,00%	0,00%

Médias

Grupo	N	Média	DesvPad	IC de 95%
A	16	3,938	1,569	(3,202; 4,673)
B	19	4,000	1,333	(3,325; 4,675)

DesvPad Combinado = 1,44534

ANOVA com um fator: Q10 versus Grupo

Método

Hipótese nula Todas as médias são iguais
 Hipótese alternativa Nem todas as médias são iguais
 Nível de significância $\alpha = 0,05$

Assumiu-se igualdade de variâncias para a análise

Informações dos Fatores

Fator	Níveis	Valores
Grupo	2	A; B

Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Grupo	1	0,0685	0,06852	0,12	0,730
Erro	33	18,6743	0,56589		
Total	34	18,7429			

Sumário do Modelo

S	R2	R2(aj)	R2(pred)
0,752256	0,37%	0,00%	0,00%

Médias

Grupo	N	Média	DesvPad	IC de 95%
A	16	4,583	0,829	(4,180; 4,945)
B	19	4,474	0,841	(4,123; 4,825)

DesvPad Combinado = 0,752256

Teste de Kruskal-Wallis: Q11 versus Grupo

Estatísticas Descritivas

Grupo	N	Mediana	Posto médio	Valor-Z
A	16	5	18,6	0,33
B	19	5	17,5	-0,33
Global	35		18,0	

Teste

Hipótese nula H_0 : todas as médias são iguais
 Hipótese alternativa H_1 : no mínimo uma média é diferente

Método	GL	Valor H	Valor-p
Não ajustado para empates	1	0,11	0,741
Ajustado para empates	1	0,20	0,651

Teste de Kruskal-Wallis: Q6 versus Grupo

Estatísticas Descritivas

Grupo	N	Mediana	Posto médio	Valor-Z
A	16	5	20,0	1,06
B	19	5	16,3	-1,06
Global	35		18,0	

Teste

Hipótese nula H_0 : todas as médias são iguais
 Hipótese alternativa H_1 : no mínimo uma média é diferente

Método	GL	Valor H	Valor-p
Não ajustado para empates	1	1,12	0,289
Ajustado para empates	1	3,69	0,055

Teste de Kruskal-Wallis: Q8 versus Grupo

Estatísticas Descritivas

Grupo	N	Mediana	Posto médio	Valor-Z
A	16	1	16,0	-1,06
B	19	1	19,7	1,06
Global	35		18,0	

Teste

Hipótese nula H_0 : todas as médias são iguais
 Hipótese alternativa H_1 : no mínimo uma média é diferente

Método	GL	Valor H	Valor-p
Não ajustado para empates	1	1,12	0,289
Ajustado para empates	1	3,68	0,055