

1 INTRODUÇÃO

A história têm sido profícua em descobertas feitas pelo homem, sendo que a cada nova descoberta, novos desafios se apresentavam, sempre trazendo a reboque a necessidade de se desvendar novos mistérios. É dentro desta dinâmica que o conhecimento humano foi e continua sendo construído. Ao longo da sua trajetória o ser humano busca há séculos e dentro das mais diversas áreas do saber, entender a origem e essência do conhecimento humano, assim como os mecanismos subjacentes aos processos de sua criação e organização. Remontando à época da Grécia antiga, onde surgiram grandes pensadores, como Sócrates, Platão e Aristóteles entre outros, passando pelas idades Média e Moderna, e em regiões geográficas distintas, como a Europa, Oriente e América, quando Descartes, Leibniz, Locke, Kant, e Hume entre outros estabeleceram os fundamentos filosóficos e marcos teóricos para os estudos relativos ao conhecimento. Nos dias atuais, identificam-se pesquisadores dos campos da Filosofia, Psicologia Cognitiva, Linguística, Antropologia, Neurociências, Ciência da Computação e da Ciência da Informação que têm devotado esforços de pesquisa na busca de respostas para as questões relativas à origem e os mecanismos do conhecimento.

O trabalho aqui apresentado, sob um enfoque mais específico, alinha-se com os esforços de pesquisas voltados ao estudo do conhecimento e sua dinâmica, e sob um enfoque mais específico, se desenvolve no âmbito da representação do conhecimento, que é uma das vertentes de pesquisa da Ciência da Informação.

A análise da literatura técnica mostra que a representação do conhecimento se apresenta como objeto de estudo, tanto da Ciência da Informação como da Ciência da Computação que, de forma independente e utilizando cada uma o seu ferramental próprio, têm abordado essa área de formas diferenciadas. No entanto, uma das abordagens dentre as mais comuns nesses dois campos, tem sido a que lança mão de ontologias para a representação do conhecimento. O estudo das ontologias tem tido um lugar de destaque em ambas as áreas, sendo que a Ciência da Computação tem apresentado resultados mais profícuos, através de estudos teóricos e desenvolvimento de metodologias para construção de ontologias.

O campo das ontologias apresenta uma tipologia diversificada, onde as ontologias de domínio, que por ora podem ser definidas como aquelas que organizam e representam o conhecimento de um dado domínio, têm tido um destaque especial e consumido boa parte dos

esforços de pesquisa. A implementação de ontologias de domínio requer a execução de várias etapas, sendo uma delas de grande relevância, a que se refere ao mapeamento e representação do conhecimento do especialista do domínio, especialmente os processos de especificação e conceitualização.

A orientação dada a este trabalho alinha-se com a diretriz seguida por outros pesquisadores (SILVA, 2008; FERNÁNDEZ-LÓPEZ & GÓMEZ-PÉREZ, 2002) que constataram que as metodologias mais citadas na literatura técnica (TOVE, Enterprise Ontology, Kactus, Methontology, 101, entre outras) não apresentam um padrão para construção de ontologias, sendo que os processos são conduzidos de forma artesanal e não como uma atividade científica. A este respeito, a pesquisa desenvolvida por Silva (2008) tem como destaque o fato de apresentar uma proposta metodológica para construção de ontologias, baseada na utilização de ferramentas da Ciência da Computação e da Ciência da Informação.

Além disso, as metodologias acima citadas apresentam em comum o fato de que etapas importantes do processo de construção de ontologias de domínio são descritas de forma bastante compacta, o que torna pouco claro o seu entendimento e dificulta a reprodução da técnica, fato que metodologicamente se revela como uma fragilidade.

A pesquisa desenvolvida neste trabalho propõe-se a oferecer uma contribuição relevante no sentido de apresentar uma abordagem mais detalhada e esclarecedora referente ao processo de representação do conhecimento, na construção de ontologias de domínio. Esta abordagem apresenta ainda como diferencial, o fato de utilizar ferramental e construtos teóricos da Ciência da Informação, como a teoria do conceito, método analítico sintético, análise de assunto, garantia literária e científica, além de fundamentos teóricos de ontologias.

Como resultado desta abordagem, é proposta uma modelagem que antecede dos processos de levantamento, especificação e conceitualização, tem como objetivo organizar e representar o conhecimento de um domínio. A aplicação e validação desta modelagem foi conduzida no âmbito de renomada instituição brasileira de pesquisa agropecuária, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, visando-se organizar e representar o conhecimento científico decorrente das pesquisas voltadas à cultura do sorgo, cereal de origem africana utilizada no Brasil sob diferentes formas (grão, silagem, vassoura, obtenção de etanol, etc.) .

Cabe aqui apresentar a taxonomia científica da planta do sorgo, conforme dada pelo seu descobridor, o botânico alemão Conrad Moench (1744–1805).

Nome comum: Sorgo
Reino: Plantae
Divisão: Magnoliophyta
Classe: Liliopsida
Ordem: Poales
Família: Poaceae
Gênero: Sorghum
Espécie: S. bicolor

Atualmente, o sorgo é mais comumente citado como: *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

1.1 Contexto social, tecnológico e econômico no qual se desenvolve a pesquisa

Sendo esta uma pesquisa realizada no âmbito das ciências sociais aplicadas, torna-se necessário entender o contexto social, científico-tecnológico e econômico no qual ela se desenvolve; assim sendo, é interesse do autor deixar claro que a tese de doutorado aqui apresentada segue uma linha de tempo e está inserida na trajetória de pesquisas que têm no estudo do conhecimento, o seu tema central, conforme apontado na seção anterior.

No contexto social, já se vivencia a chamada sociedade da informação (TOFFLER, 1980; LÉVY, 1993 e 1999; CASTELLS, 1999). Nesta sociedade preconizada por Toffler (1980) no seu livro “A Terceira Onda”, a economia deixa de ser alavancada por recursos físicos e passa a girar em torno de serviços de informação e tecnologias do conhecimento. Já Nicholas Negroponte, pesquisador do MIT, *Massachusetts Institute of Technology*, que seguindo o mesmo raciocínio de Toffler, afirma que a economia deixaria de se basear em átomos (coisas físicas) e passaria a se basear em bits (informação). Dentro deste contexto, se espera dos profissionais de informação, entre os quais se incluem os da Ciência da Informação, ações efetivas alinhadas com o cenário delineado por esta nova configuração da sociedade.

Se por um lado o surgimento da sociedade em rede, conforme preconizado por Castells (1999), tem o poder benéfico de potencializar o nível de conectividade entre as pessoas, por outro lado e principalmente nas economias dos países emergentes, acentua-se o isolamento de uma parcela expressiva da população, que fica marginalizada desta nova configuração da sociedade, caracterizando um contingente de excluídos, tanto em nível informacional quanto digital. Este problema vem adquirindo contornos fortes e indesejáveis e deve ser encarado de

frente pelos estudiosos da Ciência da Informação, incluindo-o na sua pauta de pesquisa, que deve estar orientada à reflexão e busca de alternativas que levem à democratização do acesso à informação no âmbito da sociedade da informação.

Os desafios da sociedade da informação tornaram-se maiores e ganharam novos contornos, a partir do advento da *internet* e do surgimento da *web* que juntas alavancaram o potencial de geração e disseminação da informação e do conhecimento. Embora a *internet* seja um movimento novo ainda não tendo completado duas décadas, já apresenta uma série de desafios a serem enfrentados e outros que ainda estão por vir. Espera-se da Ciência da Informação respostas à altura do crescimento exponencial da informação, o qual exige o desenvolvimento de técnicas e ferramentas mais eficientes para a organização e armazenamento de volumes cada vez maiores de informação (bits).

Considerando o contexto científico-tecnológico, pode-se iniciar esta reflexão com a citação de Saracevic (1996) que argumenta que a Ciência da Informação está inexoravelmente ligada à tecnologia da informação. Em outras palavras pode-se dizer que cada vez mais torna-se inviável pensar na Ciência da Informação sem o vínculo indissociável que possui com a tecnologia da informação, esta por sua vez um componente primordial no desenvolvimento da sociedade da informação. Baseado nesta premissa, e conforme defendido por diversos estudiosos, torna-se um imperativo desenvolver esforços conjuntos de pesquisa envolvendo a Ciência da Informação e a Ciência da Computação, propiciando colaboração mútua e troca riquíssima de competências.

No contexto econômico o fenômeno da globalização, cujos efeitos e desdobramentos vêm sendo amplamente estudados, embora ainda não totalmente conhecidos, elevou os níveis de competitividade, não apenas nos ambientes corporativos mas também no âmbito das nações. Em função disto, a geração de novos conhecimentos e a inovação são consideradas atividades altamente estratégicas pelos governos e pelas organizações. O domínio e o conhecimento sobre uma técnica ou um processo tecnológico específico criam condições favoráveis para a geração de diferenciais competitivos para uma organização ou um país, permitindo-lhes conquistar posições de destaque, sob o ponto de vista político, econômico, social e tecnológico.

A economia atual está vivenciando uma nova realidade, que Shapiro (SHAPIRO & VARIAN, 1999) convencionou chamar de economia da informação ou economia do conhecimento. No

mundo corporativo, simultaneamente à geração de novos conhecimentos e à criação de serviços e produtos inovadores, surge a necessidade premente de preservar o conhecimento gerado pelas organizações, já que este representa um patrimônio de valor incalculável.

O conhecimento pode ser preservado ou protegido através de dispositivos legais de propriedade intelectual ou de registro de patentes, ou através da utilização de outros recursos, garantindo que o mesmo seja organizado, formalmente registrado e documentado. É justamente dentro desta nova perspectiva da economia, que se alinha o presente trabalho de pesquisa, cujo objetivo é capturar, estruturar e representar o conhecimento de um dado domínio, utilizando para este fim ferramentas da Ciência da Informação.

A modelagem para organização e representação do conhecimento científico aqui proposta visa oferecer insumos para a construção de ontologias de domínio, que são ferramentas tecnológicas desenvolvidas pela Ciência da Computação. Além de serem largamente estudadas e utilizadas por esta comunidade, as ontologias têm chamado também a atenção dos pesquisadores da Ciência da Informação que têm otimizado o processo de criação das mesmas, através da adição do ferramental da área buscando a organização e representação da informação e do conhecimento.

1.2 Contexto da pesquisa no âmbito da Ciência da Informação

Ao se analisar o campo da Ciência da Informação, é possível perceber que os estudos focados no conhecimento, têm sido direcionados segundo três diretrizes claras: 1) aspectos cognitivos, aquisição e processamento do conhecimento, 2) aspectos gerenciais - fontes de informação, gestão da informação, sistemas de apoio à decisão e gestão do conhecimento e 3) aspectos ligados ao mapeamento do conhecimento de um domínio - indexação, tesouros, sistemas de classificação e análise de assunto, buscando desenvolver e aprimorar mecanismos para representação do conhecimento, armazenamento e posterior recuperação. A presente pesquisa se insere no contexto desta última diretriz. Por outro lado, analisando o contexto mais específico desta pesquisa, no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação – PPGCI da UFMG, e as três linhas de pesquisa conduzidas pelo programa: 1) Gestão da Informação e do Conhecimento; 2) Informação, Cultura e Sociedade e 3) Organização e Uso da Informação; o escopo da presente pesquisa se enquadra nesta última.

Ao fazer uma retrospectiva, percebe-se que na Ciência da Informação os estudos ligados à organização e representação do conhecimento têm recebido aportes significativos na década atual, a partir da inserção das ontologias no seu universo das pesquisas (ver ANEXO 2). Diferentemente dos estudos desenvolvidos na Ciência da Computação, onde este assunto vem sendo estudado pelos pesquisadores da Inteligência Artificial, desde o início da década de 90; a Ciência da Informação identificou recentemente conexões entre as ontologias e as ferramentas clássicas usadas para a representação do conhecimento, assim como as possíveis contribuições da área para a construção de ontologias e seu uso em sistemas de recuperação de informação.

Disposta a explorar mais profundamente esse objeto de estudo, a Ciência da Informação vem trabalhando na crença de que as técnicas e ferramentas criadas para sistemas de recuperação de informações possuem características que se prestam igualmente para a gestão do conhecimento.

1.3 Inserção da pesquisa no âmbito da representação do conhecimento e do estudo e desenvolvimento de ontologias

O ideal que move, motiva e inspira todo cientista é buscar incansavelmente respostas para questões intrigantes. Este processo de busca, ao mesmo tempo que mantém o pesquisador num salutar estado de inquietação, coloca-o com a mesma intensidade em um desconfortável estado de ignorância. Imbuído deste espírito e considerando a importância das ontologias e da representação do conhecimento como áreas de pesquisas da Ciência da Informação, a tese de doutorado aqui apresentado é fruto de percepções e inquietações centradas nas afirmações abaixo, relacionadas e comentadas a seguir:

- a) Ontologias podem ser vistas como ferramentas tecnológicas sintonizadas com o contexto digital da sociedade da informação. Estas ferramentas apresentam como diferencial a capacidade de fornecer o potencial semântico necessário para dar suporte a atividades de gestão do conhecimento em domínios disciplinares.*

A possibilidade de poder ser operadas por máquinas (computadores) torna as ontologias essenciais no atual contexto digital que ganha destaque na sociedade da informação. Há aproximadamente quinze anos, quando se deu a expansão da *internet*, para além dos

muros das universidades e centros de pesquisas, a sociedade vem ano após ano experimentando transformações profundas e irreversíveis. Uma dessas notórias transformações é percebida pelo volume de informação digital produzido e disponibilizado nesta última década, criando uma nova realidade que interfere diretamente no papel dos profissionais e cientistas da informação, uma vez que estes são sabedores de que a produção de informação implica automaticamente em sua organização e recuperação, devendo estes dois processos andar intrinsecamente ligados.

Percebe-se, portanto, a responsabilidade da qual estes profissionais não podem se furtar, sendo neste contexto que se torna pertinente o desenvolvimento de pesquisas em ontologias. O uso de computador, que inicialmente era restrito a tarefas que exigiam “força bruta” de armazenamento, recuperação e processamento de dados, foi se alterando ao longo do tempo, assim como aconteceu com o perfil dos seus usuários, uma vez que as necessidades destes foram exigindo novas competências de computadores e de *software*. Atualmente têm se intensificado o uso de recursos de informatização e automação, elevando as tecnologias de informação e comunicação - TICs ao *status* de aliadas estratégicas para as organizações.

Este fato abriu novas frentes de gestão do conhecimento e tem demandado mudanças profundas nessa área e na concepção de sistemas de informação. O foco atual tem sido orientado para o uso ‘inteligente’ da tecnologia computacional, já não mais se limitando às suas funções originais, mas agregando inteligência às suas funcionalidades. Sabe-se que os sistemas de gestão de conhecimento e informação devem executar sofisticados processamentos e análises de dados e informações, os quais têm dado suporte em nível gerencial e executivo aos complexos processos de tomadas de decisão que ocorrem nas organizações, permitindo a interação entre pessoas e sistemas computacionais inteligentes, e estes entre si.

Alinhando-se com esta tendência, o desenvolvimento de ontologias não pode ser visto como estando meramente restrito a funções de recuperação da informação, pois o objetivo das mesmas passa também por desenvolver e agregar conhecimento aos seus usuários.

b) Os estudos de ontologias no exterior e no Brasil têm se desenvolvido em diversas frentes

Ontologias têm sido vistas, tanto pela Ciência da Computação como pela Ciência da Informação, como alternativas para a modelagem do conhecimento produzido por um dado domínio. A modelagem de conhecimento, etapa necessária à construção de sistemas especialistas¹ representa um problema de pesquisa que desde a década de 70 tem mobilizado pesquisadores ligados à inteligência artificial, subárea da Ciência da Computação. Esta comunidade tem desenvolvido todo um ferramental próprio para atingir seus objetivos de pesquisa.

A partir da década de 90 a comunidade científica da Computação começou a lançar mão de ontologias buscando dar suporte à construção de sistemas especialistas (LENAT, década de 90; FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al., 1997). Entre os pesquisadores da área da Computação com contribuições relevantes para o estudo de ontologias, destacam-se Gómez-Pérez (1997, 1999, 2003, 2004 e 2008), Corcho et al (2003), Fernández-López (1997, 1999, 2002), Fensel (2001), Fox (1995 e 1998), Gruber (1991, 1992 e 1993 e 2007), Grüninger (1995 e 1998), Guarino (1995, 1996 e 1998), Lenat (1983 e 2002), Staab (2004), Sowa (2000), Uschold (1996 e 1997), Chandrasekaran & Benjamins (1999).

No cenário internacional, a partir do final da década de 90 até os dias atuais o potencial das ontologias começou a ser explorado também por pesquisadores da Ciência da Informação (VICKERY, 1997; SOERGEL, 1999; GILCHRIST, 2003), área que tem na informação e no conhecimento seus objetos centrais de pesquisa.

No cenário brasileiro, destacam-se entre as frentes de pesquisa em ontologias: estudos epistemológicos (MOREIRA, 2003), organização do conhecimento (SALES et al, 2006; OLIVEIRA, 2006; CERQUEIRA, 2007), memória organizacional (ALMEIDA, 2006), recuperação da informação (DUQUE, 2006; ESBÍZARO, 2006; DIAS, 2009), avaliação comparativa de ferramentas para construção de ontologias (SILVA, 2008), etc. Este leque variado de pesquisas mostra que ontologias, enquanto objeto de pesquisa, apresentam-se como um campo desafiador e rico, ainda a ser explorado.

O Anexo 2 apresenta um quadro das pesquisas em ontologias desenvolvidas no Brasil pela Ciência da Informação, em nível de pós-graduação. Este quadro mostra que somente a

¹ Programas constituídos por uma série de regras e heurísticas que analisam informações (em geral fornecidas por usuários) sobre uma classe específica de problemas ou domínio de conhecimento. Um sistema especialista apoiado em conhecimento justificado, a partir de uma base de informações é capaz de emitir uma decisão tal qual faria um especialista de determinada área do conhecimento humano.

partir de 2003 começaram a ser publicadas as primeiras dissertações de mestrado, sendo que em nível de doutorado isto só veio a acontecer a partir de 2006, o que vem a evidenciar a trajetória recente desta área no universo de pesquisas da Ciência da Informação.

c) A construção de ontologias pouco tem aproveitado o ferramental proporcionado pela Ciência da Informação

Neste aspecto, faz-se referência direta às técnicas de modelagem semântica, dentre elas os tesouros e a classificação facetada. O que se tem observado com frequência na prática é a construção de ontologias usando de forma tímida alguns princípios da teoria da classificação; e outras vezes o desenvolvimento de ontologias tem se limitado à construção de tesouros, ferramenta que de forma alguma esgota o potencial de aplicações próprio das ontologias.

O uso do ferramental disponível na Ciência da Informação, tais como método analítico-sintético, análise de assunto e garantia literária, associados à teoria do conceito e fundamentos teóricos de ontologias, tem contribuído para a modelagem do conhecimento de um domínio, permitindo que ontologias implementadas a partir dessa abordagem representem, com maior fidelidade, as entidades e características essenciais de um determinado domínio.

Diante do exposto, ficou evidente que existem algumas lacunas a serem preenchidas e a partir desta constatação, definiu-se o objeto de pesquisa.

1.4 Delimitação do problema de pesquisa

Inserido no contexto da linha de pesquisa Organização e Uso da Informação do PPGCI da UFMG, o trabalho aqui apresentado fundamentou-se na representação e organização do conhecimento, e assumiu o desafio de desenvolver uma abordagem que possibilitasse a modelagem ou estruturação do conhecimento científico produzido por um grupo de pesquisadores pertencentes a um instituto de pesquisa agropecuária.

Buscou-se descrever de forma analítica as etapas a serem seguidas para delimitar o domínio a ser estudado, assim como as técnicas utilizadas para capturar e estruturar o conhecimento a ser modelado, gerando assim os insumos necessários para a construção de uma ontologia de domínio. Fica portanto, caracterizado o objeto de estudo e propósitos da presente pesquisa. A escolha do objeto de pesquisa se deu como resultado de um conjunto de constatações:

1. Ausência de um padrão no processo de construção de ontologias:

Conforme citado por alguns autores (FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al, 1997; SILVA, 2008), existe uma grande diversidade de abordagens para construção de ontologias, as quais embora apresentem semelhanças em alguns aspectos, divergem em outros. Por outro lado, embora o processo de construção de ontologias tenha como um dos seus pontos altos, a estruturação do conhecimento que se pretende representar, verifica-se na literatura científica que esse processo é descrito de forma bastante sucinta, não permitindo que se chegue a uma total compreensão das abordagens utilizadas, inviabilizando assim a reprodução da técnica. A presente pesquisa, ao explicitar detalhadamente sua abordagem pretende preencher esta lacuna, oferecendo assim uma real contribuição para o estudo e construção de ontologias.

2. O crescimento de estudos de ontologias na Ciência da Informação:

A Ciência da Computação foi pioneira no uso de ontologias como ferramenta para representação e gestão do conhecimento, enquanto a incursão nesta área de pesquisa por parte da comunidade da Ciência da Informação se deu mais recentemente, e vem ganhando destaque gradativamente.

3. Ausência de modelagens do conhecimento científico:

A literatura científica nos campos da Administração, Economia, Engenharia de Produção e da Ciência da Informação, que adotam o estudo do conhecimento organizacional como um dos seus temas de pesquisa, é rica em abordagens focadas na gestão do conhecimento organizacional. No entanto, são raros os estudos focados na modelagem do conhecimento tecnológico gerado por empresas cuja atividade principal é a pesquisa científica de ponta.

É importante ressaltar que durante o processo de delimitação do problema de pesquisa foi feito um levantamento preliminar como o objetivo de localizar pesquisas que tiveram como

objetivo a organização e representação do conhecimento no domínio do setor agropecuário. O intuito foi identificar e analisar abordagens e ferramentas utilizadas nestas pesquisas para a estruturação do conhecimento.

Diferentemente de outras iniciativas no âmbito de ontologias, que resultaram em projetos amplamente conhecidos e divulgados na literatura técnica, verificou-se que trabalhos sobre essa temática no âmbito do setor agropecuário são limitados. Foram realizadas buscas nas seguintes fontes: a) *Google*; b) Portal de periódicos da CAPES; e c) site institucional da Embrapa. Os critérios de busca utilizados no *Google* e no Portal da CAPES se basearam na utilização de palavras-chaves simples e compostas envolvendo termos como: ontologia, *ontology*, *ontologies*, agricultura, agriculture, agronomia, *agronomics*, planta, *plant*, representação do conhecimento, *knowledge representation*.

Após exaustivas buscas no Portal da CAPES não foram detectadas ocorrências de artigos científicos que envolvessem uso de ontologias focadas na representação do conhecimento no segmento agropecuário. O resultado das buscas no Google distinguiu claramente duas iniciativas: 1) o projeto conduzido pelos pesquisadores do Plant Ontology Consortium (<http://www.plantontology.org/index.html>); 2) o projeto Gene Ontology Consortium (<http://www.geneontology.org>) e o site da Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, apresentou a iniciativa conduzida pela empresa conhecida como Árvore do Conhecimento.

1.5 Análise de ontologias desenvolvidas no setor de agronomia

O projeto do *Gene Ontology Consortium* é desenvolvido por comunidades de pesquisas biológicas envolvidas no desenvolvimento e na aplicação do *Gene Ontology*. Trata-se de uma iniciativa importante que utiliza abordagens da bioinformática com o objetivo de uniformizar a representação de genes e características dos produtos de genes de diversas espécies, utilizando como principal critério os processos biológicos das espécies. Faz parte também dos seus objetivos desenvolver ferramentas para acessar e processar estes dados.

O projeto do consórcio *Plant Ontology* tem como principal objetivo construir ontologias específicas para mapear o conhecimento em alguns nichos do setor de agronomia. Conforme os próprios autores afirmam, tem o propósito de descrever a estrutura e os estágios de desenvolvimento da planta, não tendo a pretensão de ser uma coleção abrangente de termos.

A iniciativa conduzida pela Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, através das chamadas Árvores do Conhecimento, busca organizar e apresentar através de uma estrutura visual, o conhecimento científico relativo a algumas das culturas pesquisadas pela empresa. Detalhes das árvores do conhecimento implementadas pela Embrapa serão vistos na próxima seção. Com exceção da iniciativa da Embrapa, os projetos acima utilizam como ferramenta para edição e visualização das ontologias o *software* OBO-Edit, que é uma plataforma de código aberto. Os arquivos gerados por este aplicativo estão no formato OBO - *Open Biological Ontologies*, que é uma linguagem para representação de ontologias cuja estrutura se originou a partir de uma derivação do OWL - *Web Ontology Language*.

Face aos esclarecimentos dados pelos próprios consórcios/organizações responsáveis pelas pesquisas, é importante destacar que no caso dos dois primeiros projetos citados, o que é apresentado são estruturas que refletem o vocabulário controlado da área. Sob esta perspectiva é nítido que o resultado das pesquisas desenvolvidas por estes consórcios vai além do escopo conceitual de uma ontologia.

Conclui-se que, em ambos os casos, a metodologia utilizada na estruturação dos termos ficou restrita a uma compilação dos termos da área e a especificação dos seus respectivos conceitos. Não ficou explícito nos projetos citados quais foram os critérios utilizados na fase de coleta destes termos; que fontes de informação foram acessadas e qual a legitimidade das mesmas; que princípios classificatórios foram utilizados na organização dos termos do vocabulário; e como foi feita a validação dos termos e da estrutura semântica como um todo.

Na estruturação do conhecimento da área, os projetos *Plant Ontology* e *Gene Ontology* não fazem uso de conceitos e nem de ferramentas típicas da Ciência da Informação. Essas constatações podem ser consideradas indícios de que a abordagem desenvolvida para organização e representação do conhecimento científico apresentada nesta pesquisa de doutorado representa uma real contribuição da área para a modelagem do conhecimento no segmento agropecuário.

1.5.1 A Árvore do Conhecimento

A equipe técnica da Embrapa Informática Agropecuária, unidade localizada em Campinas – SP, desenvolveu um serviço que permite acessar à informação de cunho tecnológico e o

conhecimento científico do setor agropecuário, resultante das pesquisas desenvolvidas pela Embrapa. Este serviço gratuito encontra-se disponível na *web*, sendo conhecido pelo nome de Agência de Informação e foi estruturado com o objetivo de ser uma ferramenta de organização, armazenamento e disseminação do conhecimento, além da democratização do acesso à informação gerada pelas suas diversas unidades de pesquisa. O uso dessas informações promove mudanças significativas no comportamento dos agentes do agro-negócio, contribuindo para promover ganhos de competitividade ao setor.

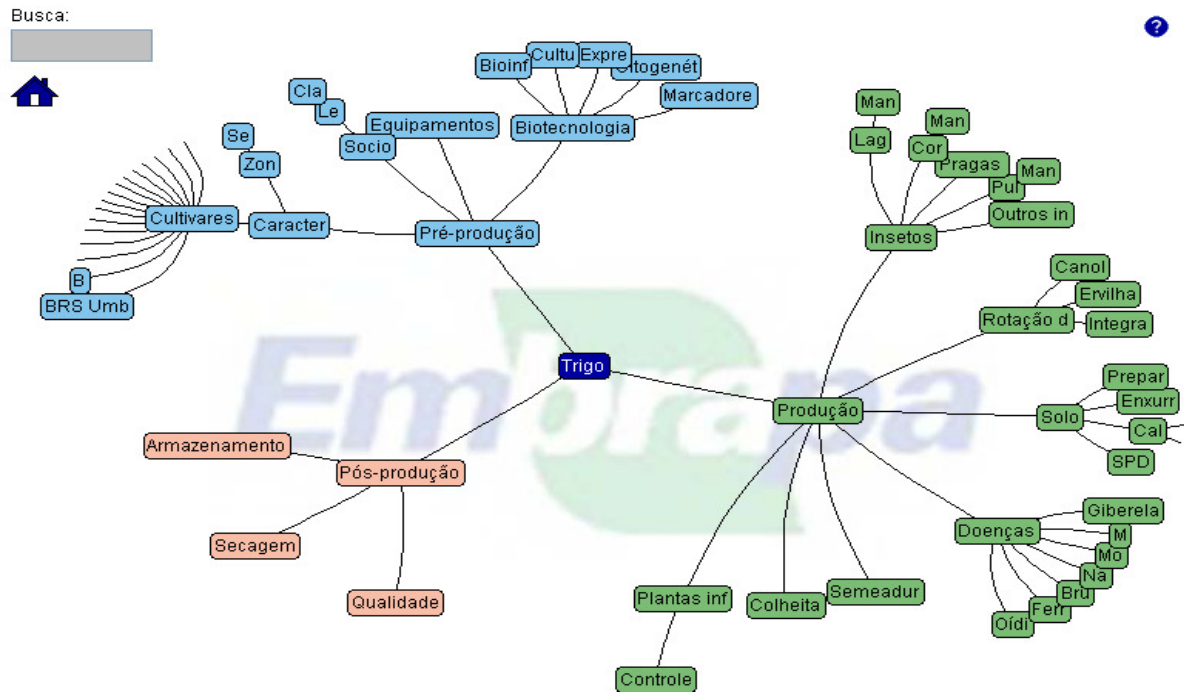
A Agência de Informação é composta pelo conjunto das diversas Árvores do Conhecimento produzidas pelas unidades da Embrapa. Embora as diversas unidades da empresa venham desenvolvendo pesquisas com culturas variadas, até o final de 2009, o site da empresa apresentava somente a Árvore do Conhecimento de apenas seis culturas (arroz, banana, cana de açúcar, feijão, manga e trigo). Observou-se a inexistência de uma árvore do conhecimento sobre o sorgo, fato que reforça a importância da pesquisa desta tese. Esta observação é discutida em detalhes na pág. 76 do capítulo 3 (Delimitação do domínio a ser pesquisado).

As Árvores do Conhecimento utilizam uma representação visual baseada em árvores hiperbólicas que permitem que a informação seja acessada por navegação. Entre as vantagens citadas pelo site da empresa (Embrapa, 2008) se destacam: a) a navegação em árvore hiperbólica possibilita visualizar as ramificações ou subnós de cada nó básico; b) a navegação em hipertexto permite a exibição do conteúdo do nó ou subnó, bem como o acesso à pasta de documentos; c) o serviço de busca permite que o caminho percorrido até a informação seja identificado na árvore hiperbólica ao se digitar o assunto desejado na caixa de busca; d) a busca avançada permite a recuperação da informação com qualidade e precisão.

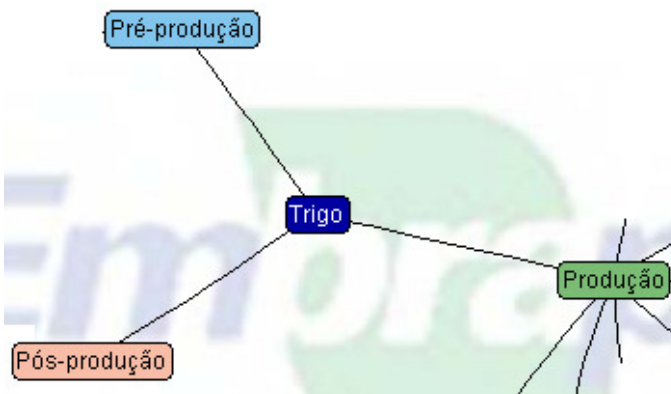
As ramificações da Árvore do Conhecimento são conhecidas como nós e representam as categorias principais em que o conhecimento científico de uma dada cultura é organizado; estas mesmas categorias estão presentes em todas as culturas e representam os três ciclos pelos quais ela passa (ver FIG. 1 a e 1b): Pré-produção, Produção e Pós-produção.

No exemplo apresentado na figura 1, a fase de pré-produção descreve os aspectos socioeconômicos relacionados com a produção do trigo, estatísticas internacionais e nacionais e importância desta cultura para o agronegócio brasileiro. A fase de produção descreve as práticas de produção, desenvolvimento de *cultivares*, semeadura, calagem, adubação, preparo e conservação do solo, controle de plantas daninhas, doenças e insetos-praga. A fase de pós-

produção trata dos aspectos relacionados com a colheita, secagem e armazenamento do trigo, sendo abordados assuntos como regulagem da colhedora, temperatura de secagem dos grãos, manejo de pragas e avaliação da qualidade do material armazenado.



(a) Visão global da Árvore

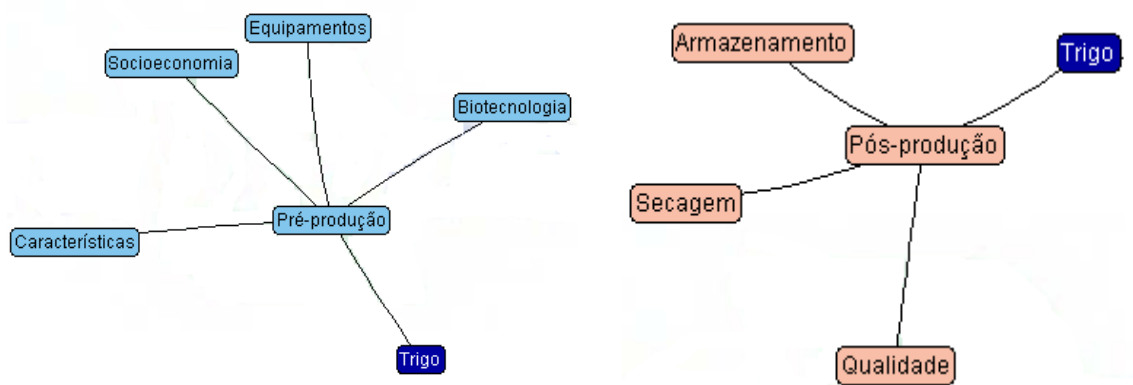


(b) Categorias principais da Árvore

Figura 1 - Árvore do Conhecimento do trigo

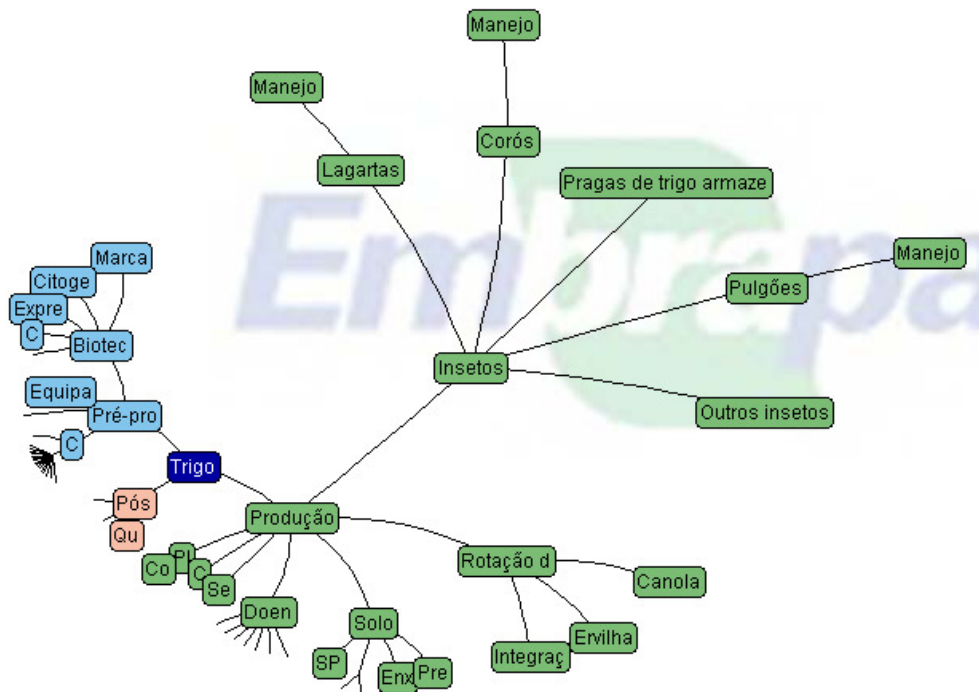
Fonte: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>

As FIGURAS 1a e 1b, representativas da cultura do trigo, mostram respectivamente os sub-nós que se originam a partir das categorias Pré-produção (Características, Socioeconomia, Equipamentos e Biotecnologia) e Pós-produção (Armazenamento, Secagem e Qualidade).



(a) Sub-nós da Pré-produção

(b) Sub-nós da Pós-produção



(c) Detalhes do Sub-nó Produção

Figura 2 – Detalhes dos nós principais da Árvore

Fonte: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>

Portanto, os detalhes apresentados pela árvore do conhecimento, evidenciam a forma como é percebido e organizado o conhecimento científico na Embrapa. Esta classificação está visivelmente fundamentada na lógica dos ciclos do processo produtivo.

Como ponto de destaque da árvore hiperbólica, pode-se citar a sua representação visual que permite ter uma visão clara do todo e das partes que compõem a estrutura do conhecimento que está sendo representada. Apresenta uma interface intuitiva que facilita uma navegação rápida permitindo chegar até a informação desejada.

Enquanto estrutura de conhecimento, percebe-se que a árvore hiperbólica implementada pela Embrapa não apresenta um grau de profundidade ou detalhamento no nível apresentado por outras estruturas de classificação como uma taxonomia ou um tesouro. A este respeito pode-se afirmar que este tipo de representação é bastante limitada se comparada com as possibilidades apresentadas por uma modelagem ontológica. Por outro lado, a navegação através de nós, conduz em muitos casos a informações que são apresentadas na forma de texto linear, ou seja, a estruturação da árvore hiperbólica conduz a informações que não são estruturadas ou passíveis de serem inseridas em um repositório de dados visando a sua utilização em um sistema de informação. É exatamente aqui que reside a maior vantagem da modelagem ontológica pois permite que todas as informações (termos e conceitos) possam ser inseridos na forma de dados estruturados, o que conseqüentemente permite utilizar esta estrutura como base de dados em sistemas de informação.

A modelagem proposta nesta tese lança mão de fundamentos teóricos oriundos da Ciência da Informação tais como: teoria do conceito (DAHLBERG, 1978), método analítico-sintético (DAHLBERG, 1978; ALVARENGA, 1993; ALVARENGA & MOREIRA; 2004), análise de assunto (DIAS & NAVES, 2007) e garantia literária e científica (HULME, 1911; BEGHTOL, 1986 e 1995; BARITÉ, 2007). É importante destacar que durante o processo de modelagem do conhecimento, são utilizadas técnicas de aquisição e representação do conhecimento, que conforme será visto mais adiante, apresentam uma abordagem na Ciência da Informação diferente daquela adotada na Ciência da Computação. Na Ciência da Computação, esta abordagem é utilizada para a construção de sistemas especialistas e é desenvolvida dentro do escopo da engenharia de conhecimento, que apresenta método próprio para a extração e representação do conhecimento através da utilização de linguagens de Inteligência Artificial.

Cabe esclarecer que a modelagem para representação do conhecimento desenvolvida nesta pesquisa foi utilizada na estruturação do conhecimento científico dos diversos aspectos ligados à cultura do sorgo, registrados na literatura científica produzida no período de 2006 a 2008, a partir das atividades desenvolvidas pelos pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

1.6 Definição dos objetivos de pesquisa

Descreve-se a seguir os objetivos geral e específicos da presente pesquisa de doutorado:

Objetivo geral

- Desenvolver e propor a modelagem de uma estrutura semântica para organização e representação do conhecimento científico de um dado domínio utilizando o ferramental da Ciência da Informação, associado a princípios adotados em metodologias para construção de ontologias.

Objetivos específicos

- Mapear o conhecimento referente à cultura do sorgo, a partir da literatura decorrente de pesquisas científicas desenvolvidas na Embrapa Milho e Sorgo, oferecendo vantagens em relação à abordagem baseada em árvores hiperbólicas desenvolvida pela Embrapa. Descrever detalhadamente as etapas que compõem esta modelagem permitindo a sua implementação, podendo desta forma ser adotada como suporte à construção de ontologias de domínio.

Com o intuito de delinear um roteiro sintético que auxilie a leitura deste trabalho, informa-se que a tese está estruturada da seguinte forma:

O capítulo de **Introdução** apresenta o contexto social, econômico e científico-tecnológico no qual se desenvolve a pesquisa, definição do objeto de pesquisa e os objetivos que serviram de motivação pra a mesma. O segundo capítulo, **Fundamentação Teórica**, apresenta os diversos suportes teóricos no âmbito da organização e representação do conhecimento, que foram utilizados no desenvolvimento da modelagem proposta. Entre os suportes teóricos utilizados, destacam-se aqueles oriundos da Ciência da Informação, tais como: teoria do conceito, método analítico-sintético, análise de assunto, fundamentos teóricos da classificação e garantia literária e científica, que se somaram às orientações metodológicas para construção de ontologia e aos princípios enunciados pelo comprometimento ontológico, formando assim o construto teórico desta tese. O terceiro capítulo, **Metodologia da Pesquisa**, descreve cada uma das etapas seguidas no desenvolvimento da modelagem para representação do conhecimento, tendo como premissa apresentar de forma detalhada o processo de mapeamento e representação do conhecimento, buscando assim corrigir uma deficiência

percebida nos métodos de construção de ontologias analisados. No quarto capítulo, **Resultados: Análise e Discussão**, a partir da metodologia desenvolvida e da sua aplicação na organização e representação do conhecimento da cultura do sorgo na Embrapa, analisaram-se os resultados obtidos, a partir do produto final, a estrutura semântica. O quinto capítulo, **Considerações Finais e Estudos Futuros**, destaca aspectos relevantes da pesquisa desenvolvida e aponta caminhos possíveis a serem seguidos, assim como sugere alguns desdobramentos da pesquisa atual, visando dar continuidade ao presente trabalho de pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA, CONCEITUAL E CONTEXTUAL DA PESQUISA

Nesta seção será apresentado o referencial teórico sobre o qual se apóia esta pesquisa. Ressalta-se que refletindo a característica interdisciplinar da Ciência da Informação, esta pesquisa leva a adentrar em disciplinas pertencentes a domínios de campos diferentes do saber. A implementação da modelagem proposta nesta pesquisa recebeu os aportes dos seguintes construtos teóricos:

- a) Teoria do Conceito (DAHLBERG, 1978) e Método Analítico-Sintético (ALVARENGA, 1993; MOREIRA & ALVARENGA; 2004) que em conjunto com as técnicas de Análise de Assunto (DIAS & NAVES, 2007; FUJITA, 2003), se constituíram nos pilares da pesquisa aplicada na modelagem para organização e representação do conhecimento científico, cuja implementação deu origem à estrutura semântica da cultura do sorgo a ser apresentada mais adiante.

A criação desta estrutura semântica passou pela criação de categorias, subcategorias, conceitos e relações entre os conceitos, o que envolveu uma abordagem que exigiu análise criteriosa dos assuntos e dos conteúdos registrados no material de pesquisa levantado, e posteriormente, foi realizado um processo de síntese, através do qual se obtiveram as categorias principais, conceitos, propriedades e características que definem o domínio analisado.

- b) Fundamentos teóricos da classificação (SVENONIUS, 1991; GOMES, 1996; BARITÉ, 2000; CAMPOS & GOMES, 2003 e 2007) que orientaram em relação a princípios de categorização e classificação a serem adotados, na fase de organização do conhecimento e definição da estrutura de classificação.
- c) Princípios da garantia literária, cultural e científica (HULME, 1911; BEGHTOL, 1986 e 1995; BARITÉ, 2007), que ofereceram diretrizes para a construção de sistemas de classificação, sendo que na presente pesquisa foram relevantes na definição dos critérios que nortearam a seleção das fontes de informação representativas de um domínio de conhecimento. Estas fontes por gozarem de reconhecida autoridade são legitimadas como fontes seguras e confiáveis, e por isso são amplamente aceitas no âmbito de uma dada comunidade científica.

- d) Suporte teórico proposto pelo filósofo Willard Quine (1948) e posteriormente utilizado por Smith (2004), estabelecendo as diretrizes referentes ao compromisso ontológico, que é um requisito fundamental inerente a toda modelagem ontológica. Lembrando aqui que o processo de organização e representação do conhecimento, cuja modelagem está sendo proposta nesta pesquisa, é uma etapa essencial na construção de ontologias de domínio.
- e) Fundamentos teóricos de ontologias (GUARINO & GIARETTA, 1995; GUARINO, 1996; GRUBER, 1993; USCHOLD & GRÜNINGER, 1996; VICKERY, 1997; CHANDRASEKARAN & BENJAMINS, 1999; SOWA, 1999; SOERGEL, 1999; GILCHRIST, 2003; SMITH, 2004; ALMEIDA, 2003) de onde serão obtidos os conceitos, princípios, características e aplicações das ontologias, considerando as abordagens e os olhares epistemológicos dos campos da Ciência da Informação e da Ciência da Computação.

O arcabouço teórico formado pelas teorias acima citadas será detalhado no decorrer deste capítulo. Mais adiante, no capítulo de Metodologia da Pesquisa, este *corpus* teórico será retomado procurando mostrar a forma como estes construtos participaram do desenvolvimento da modelagem para representação do conhecimento científico até se chegar à estrutura semântica final, que se considera representativa do conhecimento científico produzido no domínio da cultura do sorgo.

Sendo o objetivo da presente pesquisa, elaborar uma modelagem para representação do conhecimento, e ciente da relevância do conhecimento enquanto área de estudo em diversos campos do saber humano, a próxima seção busca apresentar alguns fundamentos teóricos do conhecimento, embora sem ter a pretensão de cobrir integralmente aspectos da teoria do conhecimento. Ao mesmo tempo apresenta-se um panorama do enfoque dado ao conhecimento em diversos domínios, centrado nas diversas abordagens desenvolvidas e registradas na literatura técnica, voltadas à representação do conhecimento.

2.1 O conhecimento

Ao longo dos séculos e através da ótica de estudiosos de diversas áreas, o estudo do conhecimento tem se desenvolvido de forma a buscar entender aspectos referentes à essência do conhecimento humano, assim como os mecanismos subjacentes aos processos de sua

criação e organização. Contribuições de áreas, como a Filosofia, Ciências Cognitivas, Ciência da Computação e Ciência da Informação, serão apresentadas a seguir.

Entre as diversas modalidades do conhecimento humano, a Filosofia destaca as seguintes: sensação e percepção, memória, imaginação, conhecimento intelectual, idéias de verdade e falsidade, idéias de ilusão e realidade, conhecimento do tempo e do espaço, conhecimento científico. Chauí (2000) afirma que a filosofia tem como compromisso não aceitar como óbvias e evidentes as coisas, as idéias, os fatos, as situações, os valores, os comportamentos de nossa existência cotidiana; isto é, jamais aceitá-los sem antes havê-los investigado e compreendido.

“O conhecimento filosófico é um trabalho intelectual. É sistemático porque não se contenta em obter respostas para as questões colocadas, mas exige que as próprias questões sejam válidas e, em segundo lugar, que as respostas sejam verdadeiras, estejam relacionadas entre si, esclareçam umas às outras, formem conjuntos coerentes de idéias e significações, sejam provadas e demonstradas racionalmente”. (CHAUÍ, 2000, p. 13).

A presente pesquisa irá se basear em algumas características básicas da filosofia, para identificar e compreender fatos, coisas e idéias, assim como irá procurar questionar afirmações comumente aceitas, buscando sondar os princípios que as validam ou não. Acredita-se que dessa forma estar-se-á buscando não apenas um rigor científico, mas também uma maior fidelidade na modelagem para representação do conhecimento.

Indo para o campo das Ciências Cognitivas, considerado o conjunto das ciências que têm como objeto, o conhecimento e os seus processos, o cientista Johnson-Laird afirma na sua obra *The computer and the mind*, que o objetivo da Ciência Cognitiva é explicar como funciona a mente. A cognição, do latim *cognitione* representa a ação de adquirir um conhecimento ou a faculdade de conhecer.

Para John Casti, autor de *Paradigms Lost* (obra publicada em 1990), a ciência cognitiva surgiu como “amálgama da Psicologia, Filosofia, Antropologia, Neurofisiologia, Ciência da Computação e Lingüística, organizadas em torno do uso do computador como uma ferramenta para extrair os segredos da mente e do cérebro”.

Percebe-se em ambas as afirmativas acima, que as Ciências Cognitivas têm como objeto de

estudo a compreensão das diversas e complexas formas utilizadas pelo cérebro e a mente humana no processo de aquisição de conhecimento; têm as suas raízes em estudos que datam da década de 1940 quando se iniciaram as primeiras discussões sobre o funcionamento do cérebro.

A seguir apresenta-se um breve panorama da evolução das pesquisas deste campo de estudo e que evidenciam a evolução do pensamento científico ao longo das últimas décadas.

O marco decisivo que impulsionou as pesquisas foi o conjunto de 10 conferências que ocorreram nos EUA entre 1946-1953 e que reuniu as maiores inteligências do século, entre eles matemáticos, filósofos, engenheiros, cientistas sociais, neurofisiologistas, psicólogos, antropólogos, economistas e pesquisadores de diversas áreas. O conjunto destes encontros fechados ficou conhecido como Conferências Macy (DUPUY, 1996), pois foram patrocinadas pela Fundação Josiah Macy Jr.

A produção científica decorrente destes encontros foi bastante profícua. Foi durante estes encontros que surgiram os conceitos de retro-alimentação (*feedback*), rede de processamento não-linear, circularidade operacional, teoria da informação (teoria matemática da comunicação) e teoria dos jogos.

Na década de 1950 estudiosos da Ciência da Computação, direcionaram suas pesquisas para o desenvolvimento de sistemas computacionais inteligentes, ou seja, sistemas que apresentassem características semelhantes aos apresentados pela inteligência humana. Como desdobramento deste objetivo, os pesquisadores enfrentaram o desafio de desvendar os mecanismos do funcionamento do cérebro humano, procurando entender tarefas ligadas à compreensão da linguagem, aprendizado, memória, raciocínio, e mecanismos de resolução de problemas.

Em função disto, pesquisadores desta área vêm se dedicando desde então a buscar respostas para as seguintes perguntas: Como o conhecimento é adquirido? Qual a melhor forma de representar o conhecimento? Como raciocinar eficientemente utilizando o conhecimento? Como gerar novos conhecimentos? Esta nova área de pesquisa ficou conhecida como Inteligência Artificial ou IA, termo cunhado por John McCarthy em 1956.

Baseado na premissa de que o comportamento inteligente está intrinsecamente ligado ao conhecimento, surge o interesse no desenvolvimento de Sistemas Baseados em

Conhecimento, uma vertente de pesquisas da IA, cuja ênfase se voltou à análise e compreensão da maneira como especialistas humanos de uma determinada área de conhecimento, abordam e resolvem problemas que demandam conhecimento especializado. A idéia era mapear o conhecimento de especialistas e a seguir tentar reproduzi-lo em sistemas computadorizados que teriam ainda a vantagem de poder aprender com os próprios erros, conforme acontece com os seres humanos.

A seção 2.1.2 apresenta diversas abordagens, algumas desenvolvidas pela Ciência da Computação, orientadas à representação do conhecimento.

No âmbito da Ciência da Informação, Barreto (2008) preconiza que a origem como campo de pesquisa se deu no período pós-guerra. Barreto apresenta Vannevar Bush (BUSH, 1945) como o pioneiro da área, e define a data de publicação do seu artigo "*As we may think*", o ano de 1945, como a data fundadora da Ciência da Informação. No referido artigo Bush introduziu a noção de associação de conceitos ou palavras para a organização da informação, pois este seria o padrão que o cérebro humano utiliza para transformar informação em conhecimento. Wash estabeleceu que semelhantemente ao modelo do cérebro humano, os processos para armazenar e recuperar informações deveriam ser operacionalizados por associação de conceitos.

É importante destacar que embora a produção de conhecimento em todas as outras ciências, tenha a informação como insumo básico para o desenvolvimento das suas pesquisas, a Ciência da Informação enquanto campo do saber apresenta a peculiaridade de ter adotado a informação e o conhecimento como seus objetos de pesquisas.

Conforme assinala Le Coadic (LE COADIC, 2004, p. 80), nos seus primórdios, as pesquisas conduzidas pelos cientistas da informação se concentraram no desenvolvimento de técnicas de recuperação da informação. O conceito de relevância, uma das medidas de desempenho na recuperação da informação, esteve durante muito tempo exclusivamente ligado a sistemas informatizados. A década de 1970 é considerada um marco para a área, pois foi a partir deste período que o usuário, que até então tinha um papel secundário nas pesquisas da área passou a ter um papel de destaque, e como resultado, a ênfase nos sistemas informatizados deu lugar à ênfase no usuário. As necessidades informacionais do usuário, que passou a ser percebido como um ser individual e ao mesmo tempo social, foram inseridas nas pautas de pesquisas da área.

Neste contexto, o estudo de usuários entre outras questões, passou a investigar os aspectos cognitivos que envolviam os processos de busca, uso e processamento da informação. Como desdobramento deste movimento, o conhecimento, fenômeno que guarda uma estreita relação com a informação, adquiriu também o *status* de objeto de estudo da Ciência da Informação. A respeito da relação entre informação e conhecimento, vale destacar a afirmação de Brookes “Eu considero conhecimento como uma estrutura de conceitos conectados por suas relações e informação como uma pequena parte de tal estrutura” (BROOKES, 1980, p. 131).

Neste ponto, vale ressaltar que a afirmação de Brookes, ao falar de conceitos e relacionamentos, incorpora uma perspectiva teórica a respeito da representação do conhecimento, que predomina atualmente na maioria das abordagens voltadas a este propósito na Ciência da Informação e também em outras áreas. Obviamente em função do perfil e interesses de cada área (Ciência da Computação, Ciência da Informação, Pedagogia, etc.), os estudiosos de cada uma delas desenvolveram suas próprias ferramentas para conseguir estruturar e conectar os conceitos em um dado domínio do conhecimento.

Movido pelo novo enfoque da centralidade do usuário e seguindo uma tendência alinhada com a natureza interdisciplinar da Ciência da Informação, estudiosos da área incursionaram nos domínios de áreas como a Sociologia, as Ciências Cognitivas e Ciência da Computação entre outras.

A Ciência da Informação encontrou subsídios nas ciências cognitivas para fundamentar as pesquisas ligadas aos processos de cognição humana. Segundo Belkin (Belkin, 1990, p. 11) a essência da abordagem cognitiva da área é “a idéia de percepção humana, cognição e estruturas de conhecimento”. Entre os autores mais representativos da abordagem cognitiva na Ciência da Informação destacam-se Belkin, Brookes, Maturana, Wersig e Dervin. A Ciência da Informação adota no seu *corpus* teórico os estudos destes pesquisadores.

No início da década de 1980, Brookes propôs a equação fundamental da Ciência da Informação, dando ênfase às estruturas do conhecimento e à visão da informação como elemento gerador de conhecimento do indivíduo. No mesmo período, Belkin apresentou a teoria do Estado Anômalo do Conhecimento, que busca explicar o comportamento do usuário de informação. Esta teoria ressalta o fato da grande dificuldade enfrentada, na maioria das vezes, pelo usuário, na correta identificação das suas necessidades, neste caso recomenda-se a utilização de quadros (*framework*) através dos quais os motivos da busca de informação por

parte de um usuário possam ser bem explicitados e seus resultados usados na recuperação de informação.

No ano de 1983 a pesquisadora Brenda Dervin trouxe à luz a abordagem da Construção de Sentido ou *Sense Making*, que buscava compreender como as pessoas constroem sentido em suas realidades e como elas utilizam informações nesse processo. Segundo Bax & Dias (1997), o fenômeno do *sense-making*, é compreendido como a atividade humana de observação e interpretação do mundo exterior, na qual são construídos sentidos pela utilização de esquemas mentais prévios em um determinado contexto sociocultural.

Na década de 1990 foi proposto pelos cientistas chilenos Humberto Maturana e Varela, o construto teórico da biologia do conhecer. Esta abordagem, a partir dos conceitos de organização, estrutura, fechamento operacional e acoplamento estrutural, da teoria da autopoiese, coloca em xeque alguns posicionamentos teóricos da época ao afirmar que não existe a transmissão de informação e que o conhecimento nos seres humanos, não é algo que se adquire a partir do meio externo. A abordagem da biologia do conhecer pode ser resumida na frase “Conhecer é viver, viver é conhecer”.

Mas recentemente, em 1997, William J. Clancey apresentou a teoria da cognição situada, que preconiza que a informação é uma possível perturbação da estrutura biológica do indivíduo e que pode ou não ser determinada em função da sua própria estrutura e da sua história de interações com o meio. Dessa forma nós, seres humanos, não “captamos informações” do meio, ao contrário, construímos um mundo, ao especificarmos quais as configurações do meio são perturbações, e que mudanças estas desencadeiam em nosso organismo.

Além das Ciências Cognitivas, estudiosos oriundos da Sociologia do Conhecimento, subárea de estudo da Sociologia, têm contribuído na formação do *corpus* teórico da Ciência da Informação; neste caso o interesse tem se voltado ao estudo das condições sociais da produção de conhecimento. Vale ressaltar que o conhecimento aqui citado não é o científico, ideológico ou formal, mas refere-se ao conhecimento dos indivíduos comuns dentro de uma sociedade, ou seja, aquele conhecimento cotidiano que faz parte do dia-a-dia das pessoas. Para se entender este tipo de conhecimento, a Sociologia do Conhecimento preconiza que é preciso observar a forma como os indivíduos comuns da sociedade constroem e reconstruem o mundo em que vivem. Entre os principais teóricos da área destacam-se Peter Berger e Thomas Luckmann (BERGER & LUCKMANN, 1973), que na década de 60 lançaram a obra

“A construção social da realidade”.

2.1.1 O Conhecimento Científico

A presente seção oferece subsídios que ajudarão na compreensão do chamado conhecimento científico e como ele se apresenta no contexto da pesquisa no Brasil. Os conteúdos abordados buscam auxiliar na compreensão da lógica trilhada nesta fase da pesquisa, apresentando os elementos teóricos adotados que precederam à fase da implementação da modelagem para organização do conhecimento científico, que culminou na aplicação desta modelagem no contexto da produção científica de um instituto de pesquisa agropecuário. A linha teórica, que será discutida a seguir, foi constituída pelos seguintes elementos: 1) A comunicação científica; 2) Congressos e periódicos; 3) A pesquisa científica no Brasil; 4) Institutos de pesquisa brasileiros; 5) Institutos de pesquisa agrônômica no Brasil;

O conhecimento científico é tido como uma das modalidades do conhecimento humano e tem como uma das suas características o fato de ser factual porque lida com fatos ou tudo aquilo que existe e se manifesta de alguma forma. Segundo Chauí (2000) a sua natureza requer uma atitude que leve sempre a desconfiar da veracidade de nossas certezas, de nossa adesão imediata às coisas, da ausência de crítica e da falta de curiosidade, ou seja, nestes aspectos difere explicitamente do senso comum.

A seguinte afirmativa de Chauí (CHAUÍ, 2000, p. 319) é bastante esclarecedora a respeito dessas diferenças: “A ciência distingue-se do senso comum porque este é uma opinião baseada em hábitos, preconceitos, tradições cristalizadas, enquanto a primeira se baseia em pesquisas, investigações metódicas e sistemáticas e na exigência de que as teorias sejam internamente coerentes e digam a verdade sobre a realidade. A ciência é conhecimento que resulta de um trabalho racional”.

Enquanto a veracidade ou falsidade do conhecimento filosófico é validada através da razão, no conhecimento científico a validação de premissas ou hipóteses são feitas através da experimentação. O conhecimento científico se fundamenta na verificabilidade das suas hipóteses, que precisam ser comprovadas para que sejam admitidas como científicas. Por outro lado, admitir erros ou rever conceitos revela atitude nobre e espírito altruísta da parte do pesquisador, pois “os cientistas devem estar preparados para modificar suas idéias quando

houver indícios que sugerem de modo bastante forte que estão errados” (MEADOWS, 1999, p. 48). É dessa forma que a ciência vai sendo construída e seu progresso não se baseia unicamente no acúmulo contínuo de dados mas também é decorrente do tempo, ao longo do qual vão surgindo novas percepções e formas de ver a natureza do nosso mundo (MEADOWS, 1999)

Ainda segundo Lakatos (1991) o conhecimento científico é falível pois ele não é definitivo e absoluto uma vez que novas proposições podem surgir, alterando ou reformulando o acervo das teorias vigentes. A atitude científica consiste em não dogmatizar os resultados das pesquisas, mas tratá-los como eternas hipóteses que necessitam de constante investigação e revisão crítica.

Ressalta-se que o conhecimento científico no Brasil é construído a partir da ação de diversos atores, entre os quais se destacam o papel das universidades, das agências e institutos de pesquisa e de fomento à pesquisa do governo e o papel dos centros de pesquisas das empresas privadas.

Na prática, a credibilidade de uma dada comunidade científica ou instituição de pesquisa tende a se solidificar em função das parcerias que vão sendo construídas e que se refletem nos investimentos feitos pelo governo através das agências de fomento à pesquisa, acordos de cooperação científica e investimentos por parte da iniciativa privada.

A seção 2.7.1 aborda o papel dos institutos de pesquisa no cenário da ciência no Brasil. A este respeito, ressalta-se que a pesquisa aqui apresentada mapeia o conhecimento científico produzido por uma instituição de pesquisa do segmento agropecuário. O ponto de partida que permitiu fazer a primeira aproximação com este campo de pesquisa, foi a análise da sua produção científica recente. Esta abordagem se justifica pois para entender o avanço da ciência torna-se necessário percorrer e analisar os registros gerados a partir das suas atividades e da sua produção científica. A este respeito um parâmetro relevante é dado pelo volume das publicações da área, assim como as qualidades das suas pesquisas, que somadas dão uma noção clara do nível de maturidade e evolução de uma dada comunidade científica.

2.1.1.1 Critérios de avaliação de pesquisas em comunidades científicas

Ao se tornar membro de uma comunidade científica é importante que o pesquisador conheça as regras de conduta ou as normas sociais que a regem. A este respeito, o sociólogo norte-americano Robert Merton, conhecido estudioso da sociologia da ciência, tendo desenvolvido diversos estudos sobre o comportamento de pesquisadores, propôs quatro normas fundamentais nas comunidades científicas: universalismo, sentido de comunidade, desprendimento e ceticismo organizado. Pelo “universalismo” a comunidade científica avalia as novas contribuições baseada em critérios predefinidos e impessoais, evitando qualquer tipo de avaliação orientada por critérios pessoais, como raça, sexo, religião, nacionalidade, etc. O “sentido de comunidade”, como o próprio nome já diz, estabelece que o conhecimento é de propriedade comum e portanto deve ser disponibilizado aos outros membros da comunidade. O “desprendimento” deve levar ao cientista a uma postura comprometida com o progresso do saber, evitando atitudes de cunho emocional ao lidar com a aceitação ou rejeição das suas idéias. O “ceticismo organizado” deve levar a comunidade científica a assumir uma postura crítica em relação aos conhecimentos que sustenta, procurando sempre possíveis erros. No entanto, segundo Meadows (1999) a prática cotidiana da ciência revela que nem sempre essas normas são seguidas fielmente e acontece de serem constantemente infringidas.

Meadows destaca que as normas estabelecidas por uma comunidade científica e a forma como são seguidas, influencia diretamente o processo de comunicação científica, afetando por exemplo a análise de artigos que são submetidos para publicação em revistas científicas. O critério de universalismo, por exemplo, é utilizado pelos editores de forma a fazer a análise mais imparcial possível, mas em alguns casos essa análise acaba sendo influenciada pelo prestígio do autor do artigo. Em compensação, a análise feita por pares, produz resultados positivos considerando o critério de ceticismo organizado.

Vale destacar que as normas de Merton sugerem um ambiente que pode ser considerado por muitos cientistas como um mundo perfeito ou ideal da ciência, e o que de fato acontece é que muitas vezes estas normas são infringidas, com maior ou menor intensidade. Segundo Meadows (1999) é mais freqüente estas normas serem praticadas nos ambientes de pesquisa das universidades, mas por outro lado raramente elas são praticadas no mundo dos cientistas da indústria, que vivem segundo outra realidade.

Embora o conceito de Comunicação Científica esteja amplamente difundido, é oportuno

apresentar ainda que de forma sucinta algumas definições. A comunicação científica pode ser definida como a troca de informações entre membros da comunidade científica. Este processo se inicia no momento em que um tema de pesquisa é concebido pelo pesquisador e vai até o momento em que os resultados de sua pesquisa são aceitos como constituintes do conhecimento científico de um dado domínio. Esta validação é importante no contexto da ciência pois todo esforço científico é coletivo e requer a análise crítica e imparcial de outros cientistas.

A comunicação científica cobre um amplo leque de etapas que incluem a produção, disseminação e uso da informação, sendo todas elas objetos de interesse da Ciência da Informação, área que segundo afirmam Mueller & Passos (2000), inicialmente abordou a comunicação científica dentro de um enfoque quantitativo, baseado nas citações; sendo posteriormente incorporados nesta abordagem, os métodos baseados na Sociologia da Ciência.

Targino (2000) destaca algumas funções da comunicação dentro do campo da ciência: legitimar novos conhecimentos; redirecionar ou ampliar as áreas de interesses dos pesquisadores e fornecer *feedback* para o aprimoramento da produção científica.

A comunicação científica apresenta-se em duas vertentes: comunicação formal e comunicação informal. A primeira é direcionada a um público potencialmente grande, porém proporciona pouca interação entre esse público e o pesquisador. Ela representa a parte visível do sistema de comunicação científica, se expressa através da linguagem escrita e se materializa na forma de artigos científicos publicados em periódicos, livros, teses, dissertações e anais de congressos, dentre outros.

A comunicação informal é direcionada a um público mais restrito, formado por um grupo seleto de especialistas que tem maior capacidade de oferecer um rápido *feedback* ao pesquisador. É caracterizada pelo contato direto entre pesquisadores, através de *preprints* (artigo ainda não publicado), *e-mails*, relatórios técnicos, reuniões e telefonemas, dentre outros.

No desenvolvimento da modelagem do conhecimento apresentada nesta pesquisa, buscaram-se subsídios na produção científica referente às pesquisas do sorgo. Esta busca se concentrou na análise da comunicação formal, e de um modo mais específico, focou os artigos científicos

publicados em periódicos ou veiculados em anais de congressos. A análise dos 18 artigos científicos publicados no período de 2006 – 2008, pelos pesquisadores da Embrapa, foram fundamentais para atingir os objetivos propostos. A seleção destes artigos fundamentou-se na relevância que publicações têm dentro do contexto da comunicação científica.

Segundo Alvarenga (1996, p. 64), desde o seu surgimento no século XVII, a comunicação via periódico tem sido o meio mais utilizado na comunicação formal, em quase todos os ramos da ciência. O periódico especializado é considerado um meio privilegiado para comunicar informações técnico-científicas e divulgar resultados.

Destaca-se o fato de que com o advento das tecnologias de informação, o suporte de publicação vem evoluindo ao longo do tempo, e atualmente os canais eletrônicos representam o suporte mais utilizado pelos periódicos, sem no entanto, alterar o papel de destaque dos periódicos no processo de comunicação dos saberes institucionalizados. Segundo Ziman (ZIMAN, 1979 apud CASTRO, 2009), este papel de destaque se explica porque “o artigo publicado numa revista conceituada, não representa apenas a opinião do autor; leva também o selo de autenticidade científica dado pelo editor e os examinadores que ele possa ter consultado”, ou seja, o autor do artigo passa pelo crivo e reconhecimento dos seus pares, o que confere legitimidade às suas pesquisas.

No entanto, é importante ressaltar que dentro de um dado domínio de conhecimento, coexistem periódicos com diversos níveis de prestígio no âmbito da comunidade científica daquele domínio. Esta realidade faz com que pesquisadores ao publicar seus trabalhos, procurem submetê-los junto aos periódicos mais conceituados da área, adotando critérios que passam pelo prestígio acadêmico dos pesquisadores que também adotam o referido periódico como veículo para publicação das suas pesquisas.

2.1.2 A representação do conhecimento

Conforme citado anteriormente, o desenvolvimento de estruturas que representassem de forma eficiente o conhecimento humano tem sido um problema de pesquisa que durante décadas tem demandado esforços da parte de estudiosos da Ciência da Computação. Mais recentemente a Ciência da Informação também tem incorporado este problema ao seu universo de pesquisas.

A seguir são apresentadas de forma sucinta algumas das soluções e ferramentas propostas por cada uma das áreas para o problema citado, tais como: Lógica, Redes Bayesianas, Redes Semânticas, Grafos Conceituais, Mapas Conceituais e Ontologias.

Conforme mencionado acima um dos desafios na construção de sistemas baseados em conhecimento está justamente na criação de mecanismos que consigam representar adequadamente o conhecimento do especialista. A Ciência da Computação buscou no ferramental da Lógica, mais precisamente na chamada lógica dos predicados ou lógica de primeira ordem, os recursos necessários para tratar este problema. A representação do conhecimento em nível lógico diz respeito à formalização do conhecimento.

A linguagem da lógica de primeira ordem permite fazer referência explícita a entidades ou objetos, e representar funções sobre essas entidades. Os predicados ou propriedades são declarações a respeito de entidades ou sobre as relações existentes entre elas. Embora a lógica de primeira ordem possua muitas limitações, ela permite fazer raciocínios com facilidade.

É importante entender que na Ciência da Computação, representar conhecimento vai muito além de projetar bancos de dados, pois estes dados quando armazenados precisam estar conectados de forma a poder gerar informações. Outra dificuldade na representação diz respeito ao fato do conhecimento ter como características: ser volumoso, ser preciso e estar em constante evolução.

Segundo Nunes (2010), a utilização da lógica formal deve contemplar os aspectos acima de forma que os seguintes critérios sejam satisfeitos: o conhecimento a ser representado deve ser computável; ser compreendido pelas próprias pessoas que serviram como fonte de conhecimento; gere algoritmos que tornem possível a implementação de mudanças decorrentes da evolução que naturalmente acontece no mundo real que ele representa; possua capacidade de manipular as estruturas de forma a derivar novos conhecimentos a partir de conhecimentos antigos; e por último, atendendo a um requisito de processamento computacional, deve limitar as possibilidades combinatórias.

Ainda segundo a autora acima, através do uso de axiomas e regras de inferência da lógica de primeira ordem, é possível se obter a solução de problemas utilizando os fatos (conhecimento) existentes na base ou através da derivação de fatos a partir dos novos fatos que vão sendo disponibilizados. A este respeito, é importante esclarecer que a IA trabalha com dois tipos de

raciocínio:

- a) Raciocínio monotônico, segundo o qual à medida que novos fatos (conhecimentos) se tornam disponíveis, caso eles sejam considerados consistentes com aqueles que foram definidos anteriormente, serão acrescentados ao sistema sem que nenhum dos fatos existentes sofra alteração. Neste tipo de raciocínio não existe mecanismo de revisão de crenças, ou seja, o sistema aumenta seu estoque de verdade à medida que o conhecimento é acrescentado e inferências são realizadas;
- b) Raciocínio não monotônico, permite que uma inferência não-monotônica possa ser invalidada (derrotada) pela adição de novas informações que violem suposições feitas durante o processo de raciocínio original. Quando um fato novo é acrescentado à base ou um fato é removido, podem acabar ocorrendo contradições entre os fatos existentes, o que exige a necessidade de um mecanismo para lidar com tais conflitos.

No contexto das Redes Bayesianas, é importante destacar que esta técnica para representação do conhecimento deriva da utilização da fórmula matemática, desenvolvida em 1763 pelo Rev. Thomas Bayes, para o cálculo de probabilidades.

Os estudiosos da IA se defrontam diante de problemas cuja solução requer dois tipos de abordagens: o primeiro tipo diz respeito a problemas cujas variáveis são conhecidas e cuja solução deve ser encontrada seguindo um raciocínio lógico baseado nas variáveis conhecidas ou no conhecimento prévio; o segundo tipo trata de problemas onde algumas das variáveis não são totalmente conhecidas e neste caso a solução deve considerar um raciocínio probabilístico que se apóia na lógica das redes Bayesianas.

Sistemas baseados em redes Bayesianas são capazes de gerar automaticamente previsões ou decisões mesmo na situação de inexistência de algumas variáveis ou elementos de informação, ou seja, é uma abordagem adequada para o tratamento das incertezas de um dado problema.

Um sistema que possua habilidade para lidar com situações de incerteza deve ser capaz de atribuir níveis de confiabilidade para todas as sentenças em sua base de conhecimento, e ainda, estabelecer relações entre as sentenças. As redes Bayesianas oferecem uma abordagem para o raciocínio probabilístico englobando teoria de probabilidades para a atribuição de níveis de confiabilidade e teoria de grafos para o estabelecimento das relações entre sentenças.

Percebe-se que redes Bayesianas representam uma abordagem adequada para a representação do conhecimento, fortemente embasada no cálculo computacional de probabilidades, no entanto situações que requerem cálculos que envolvam diversas probabilidades somadas à dificuldades na estruturação de inferências, podem acabar inviabilizando esta abordagem. Como alternativa, nestes casos, costuma-se utilizar abordagens heurísticas, fatores de incerteza ou lógica difusa.

Entre os tipos de problemas mais comuns que são resolvidos através desta abordagem, encontram-se a elaboração de diagnósticos na área médica.

Ainda no campo da representação do conhecimento, uma outra abordagem é a que utiliza Redes Semânticas, estruturas desenvolvidas no âmbito da Ciência da Computação com aplicações na área de Inteligência Artificial. Podem ser usadas na representação do conhecimento ou como ferramentas de suporte para sistemas automatizados de inferências sobre o conhecimento. Segundo Sowa (1992), uma rede semântica consiste em uma notação gráfica composta por nós interconectados por meio de um conjunto de arcos ou ligações. Os nós representam categorias, propriedades ou objetos, e as ligações definem relações: subconjuntos (*subset*) ou relações funcionais. Os nós podem também ser utilizados para representar predicados, classes, palavras de uma linguagem, entre outras possíveis interpretações, dependendo do sistema de redes semânticas em questão.

As redes semânticas podem apresentar características muito boas para determinados tipos de problemas, tais como problemas de reconhecimento de padrões, e de tratamento de linguagem natural. O uso de redes semânticas pode também trazer vantagens com relação à simplificação sobre a forma de representar o problema. Em alguns casos, podem ser estabelecidas relações de causa e efeito de forma bastante simplificada e intuitiva.

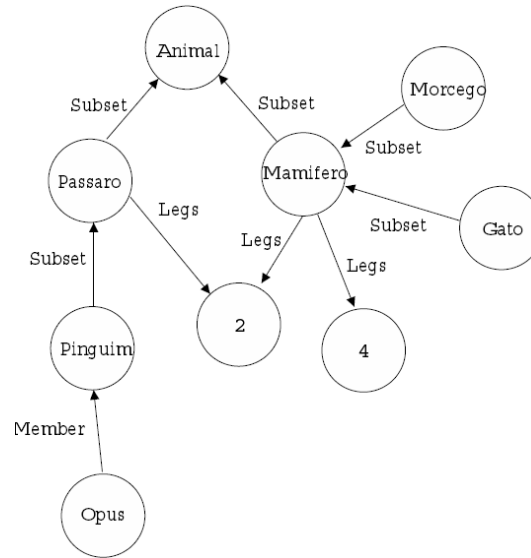


Figura 3 - Representação de uma rede semântica

Fonte: <http://www.comp.ita.br/~carlos/texts/12-RSframes.pdf>

No caso de projeto de Sistemas Baseados em Conhecimento, uma das vantagens de utilizar uma descrição baseada em redes semânticas é que elas tendem a ilustrar relações de modo mais claro, além de mostrar naturalmente o conceito de herança ou hierarquia.

Os Grafos Conceituais representam uma técnica proposta por SOWA (SOWA, 2004) que possibilita fazer a representação de significado utilizando um formato logicamente preciso, humanamente legível e computacionalmente interpretável.

Um grafo conceitual é um grafo finito, conectado e bipartido. Por meio de um mapeamento direto para linguagem, grafos conceituais servem como uma linguagem intermediária para traduzir o formalismo orientado à computação de e para linguagens naturais, são formalmente definidos em uma sintaxe abstrata e independente de qualquer notação, mas o formalismo pode ser representado em várias notações diferentes.

Os Grafos Conceituais são grafos formados por dois tipos de nós: Conceitos e Relações. Os Conceitos são representados como caixas e são ligados através de outros tipos de nós, que representam as Relações entre os conceitos, e são representados por elipses.

Esta técnica tem sido utilizada em uma variedade de projetos de recuperação de informação, projeto de banco de dados, sistemas especialistas, e processamento de linguagem natural.

Uma outra abordagem utilizada é a dos Mapas Conceituais. A teoria do mapa conceitual foi

desenvolvida em 1984 por Joseph D. Novak da Cornell University. Esta teoria foi concebida como uma forma de organizar e representar o conhecimento, e foi fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa desenvolvida em 1980 pelo psicólogo e pedagogo norte-americano David Ausubel, quem argumentou que o conhecimento apreendido por uma pessoa fica armazenado na estrutura cognitiva do indivíduo, podendo ser descrita como um conjunto de conceitos organizados de forma hierárquica que representam o conhecimento e as experiências adquiridas.

Lima (2004) define mapa conceitual como “uma representação que descreve a relação das idéias do pensamento, relação esta pré-adquirida ao longo do processo de aprendizagem na construção do conhecimento e que vai sendo arquivada na memória”.

O mapa conceitual é um diagrama que obedece a uma estrutura hierárquica, sendo capaz de representar conceitos e idéias sobre um dado assunto, estabelecendo através de referências cruzadas, as relações existentes entre os conceitos do domínio. Conclui-se portanto, que mapas conceituais têm como premissa apreender e organizar o processo cognitivo inerente a um dado tema, isto é reforçado pelo fato de que uma das principais funções da mente é interpretar o significado das informações adquiridas e transformá-las em conhecimento, o que se torna mais fácil quando estas são apresentadas visualmente.

Na literatura técnica é comum encontrar o conceito de mapa conceitual relacionado com termos como rede semântica, estrutura do conhecimento, estrutura cognitiva, mapa cognitivo e mapa mental.

Por último, vale destacar o papel das ontologias que vem sendo largamente utilizada na Ciência da Computação e Ciência da Informação com fins de representação do conhecimento. A seção 2.5 apresenta ampla discussão a este respeito, abordando conceituação teórica, finalidades, tipologias, e descrição e análise de metodologias para construção de ontologias.

Nesta seção foram apresentados alguns suportes teóricos que tiveram como intuito adentrar na temática da representação do conhecimento, abordando definições, abordagens e pesquisas existentes, respectivamente nos campos da Ciência da Informação e da Ciência da Computação.

2.2 Organização e representação do conhecimento através de estruturas semânticas

Esta seção descreve as bases teóricas que fundamentaram a criação da estrutura semântica proposta neste trabalho. Pode-se afirmar que a modelagem para representação do conhecimento proposta nesta pesquisa, começou a se delinear e tomar forma a partir do uso do método analítico-sintético, teoria do conceito e análise de assunto. Estes fundamentos são os principais componentes responsáveis pela concepção do arcabouço teórico da modelagem proposta.

2.2.1 Método Analítico-Sintético

O método analítico-sintético foi proposto por Dahlberg (DAHLBERG; 1978) e tem sido utilizado por diversos estudiosos da Ciência da Informação, na construção de estruturas conceituais. Este método foi adotado por Gomes (GOMES; 1990) na construção de tesouros, e em outras pesquisas como as conduzidas por Alvarenga (ALVARENGA; 1993), que o utilizou para propor definições para as “publicações oficiais” no Brasil e em estudo comparativo entre tesouros e ontologias (MOREIRA & ALVARENGA; 2004).

O trabalho de Alvarenga (1993) permite exemplificar o método acima. Na referida pesquisa, a partir da análise da literatura do domínio, a autora fez uma compilação das diversas definições e conceitos sobre publicações oficiais, encontradas na literatura nacional e internacional. Após esta análise foi feita a extração das características essenciais destes conceitos, na seqüência estas características foram organizadas em categorias e por último foi feita uma síntese destas características ou atributos, a partir de todas as categorias de atributos encontradas na literatura analisada, buscando propor uma definição brasileira para publicações oficiais.

Conforme deixa claro o exemplo acima, o método proposto por Dahlberg (1978) é indicado sempre que o objetivo for a organização do conhecimento de um domínio. Complementando esta linha de pensamento, Bräscher e Café (2008, p.6) afirmam que o processo de organização do conhecimento está focado nas unidades do pensamento (conceitos) e o que se busca é a estruturação de conceitos. Portanto, pode-se afirmar que a organização e representação do conhecimento de um domínio passam necessariamente pela organização ou categorização dos termos e/ou vocabulário utilizado pelos especialistas do domínio e pela correta definição das suas unidades conceituais.

O método analítico-sintético de Dalhberg, portanto, é útil na análise e estruturação dos conceitos de um domínio e como o próprio nome indica, a sua implementação requer dois processos: o primeiro requer uma análise dos enunciados verdadeiros referentes a um dado conceito os quais são coletados a partir da prospecção das fontes (livros, artigos científicos, manuais, normas) daquele domínio. A partir deste conjunto de enunciados são obtidas características do conceito, as quais dão origem às categorias fundamentais dentro do domínio estudado. No segundo processo é feita uma síntese destas características dando origem ao termo ou nome, cujo significado é dado de forma precisa através de uma definição. Analisando a definição dada por Dahlberg, que afirma que a intensão de um conceito é dada pela soma total das suas características, pode-se concluir que o método analítico-sintético, por considerar o conjunto de características de um dado conceito fornece uma forma segura de se chegar à intensionalidade de um conceito.

2.2.2 Teoria do Conceito

É importante entender a alta relevância que o estudo dos conceitos e das suas relações, tem para a Ciência da Informação. No caso específico do conhecimento, que é um dos objetos de pesquisa desta área, quando se fala em estruturar o conhecimento de um domínio, conforme se pretende fazer nesta pesquisa, está se falando na construção de modelagens conceituais. Daí a importância de se adotar um referencial teórico consistente que dê suporte no estabelecimento preciso destes conceitos.

Conforme já mencionado anteriormente, a modelagem para representação do conhecimento desenvolvida nesta pesquisa, busca oferecer subsídios importantes para a construção de ontologias de domínio. Dentro desta perspectiva, Guarino & Giaretta (1995) afirmam que uma ontologia precisa lidar com definições precisas dos conceitos e suas relações, mais ainda, estas definições têm que ser baseadas em uma análise intensional, ou seja, este tipo de análise requer que a modelagem esteja baseada em conceitos e relações duradouras e estáveis e não em aspectos circunstanciais ou eventualmente sujeitos a mutabilidade. Somente desta forma a estruturação de conceitos poderá assegurar uma maior consistência semântica.

Dahlberg argumenta que na formação de um conceito participam três elementos: o referente, suas características e o termo. O referente representa o objeto, atividade, característica,

dimensão, fato, etc. que se deseja conceituar; as características são dadas pelo conjunto de enunciados verdadeiros ou predicados atribuídos ao referente. São estes enunciados que contribuem na designação da forma verbal; e a forma verbal é o termo ou vocábulo utilizado para denotar o referente. Portanto na proposta de Dahlberg, o conceito é uma entidade constituída pelo objeto, o termo e seus enunciados, cujas relações entre si, são mostradas no triângulo.

Destaca-se na abordagem de Dahlberg o fato de o conceito poder ser determinado de forma objetiva, e neste ponto, difere de outras abordagens como as de Odgen e Richards (Odgen e Richards, 1923 *apud* Moreira, 2003, p.18) que argumentam que o conceito somente pode ser definido de forma subjetiva, fato que é reforçado pela idéia de que não existe um significado bem definido associado a cada símbolo, valendo esclarecer que na abordagem de Odgen e Richards, o símbolo é entendido como sendo o termo ou palavra que representa um dado objeto. Sob a ótica da Ciência da Informação, a abordagem de Dahlberg é bastante pertinente pois requer que exista uma correspondência unívoca entre termo e conceito (GOMES, 1996).

Do ponto de vista prático, a pesquisadora ensina que todo enunciado de um objeto contém pelo menos um elemento do seu respectivo conceito, e acrescenta que o método analítico-sintético é o mais indicado para se obter os elementos do conceito. Esta teoria identifica três tipos de conceitos: gerais, especiais e individuais; esta divisão obedece ao critério de aplicação dos conceitos em relação aos objetos e estabelece uma diretriz na forma como devem ser analisados. Os conceitos gerais se aplicam à totalidade de uma coleção de objetos, já os conceitos especiais ou específicos se referem a alguns elementos da coleção, e por último os conceitos individuais se referem a um único objeto da coleção.

Dahlberg define característica como sendo um elemento que faz parte do conteúdo de um conceito; a identificação desta característica se dá através de um enunciado a respeito de um atributo que referencia o objeto.

Das definições acima, conclui-se que o conceito pode ser entendido como uma unidade de conhecimento que incorpora as características de um referente ao qual é atribuído um nome ou termo. Dessa forma pode se deduzir que o conhecimento de um domínio é representado pelo conjunto formado por vários conceitos ou pelas suas diversas unidades de conhecimento.

Seguindo o mesmo critério de abrangência utilizado na definição dos tipos de conceitos,

Dahlberg assinala que, baseadas na sua natureza, existem também três tipos de características: essenciais, acidentais e individualizantes, que correspondem respectivamente às características encontradas em todos os referentes de um dado conceito, àquelas encontradas em alguns referentes de um dado conceito e as encontradas em apenas um único referente de um dado conceito.

A organização do conhecimento de um domínio requer que, além de definir e organizar os conceitos do domínio analisado sejam identificadas as relações existentes entre os mesmos. A este respeito, Dahlberg orienta que quando ocorrer de conceitos diferentes possuírem características idênticas, deve-se admitir a existência de relações entre estes conceitos. Uma vez constatado o relacionamento entre conceitos, a tarefa de ordenação dos mesmos passa a ganhar uma diretriz.

2.2.3 Análise de Assunto

Segundo Dias e Naves (2007), a análise de assunto é considerada um dos processos básicos da organização da informação e consiste na compreensão e interpretação do conteúdo de um documento. É uma etapa que se desenvolve dentro das atividades de indexação, portanto, é um processo importante que impacta a eficiência da recuperação da informação.

Fujita (2003) afirma que a análise de assunto é composta de três estágios que se superpõem: a) compreensão do conteúdo do documento; b) identificação de conceitos relevantes que representam o documento e c) seleção de conceitos válidos que serão úteis na recuperação. No primeiro estágio recomenda-se a leitura integral do documento, embora em alguns casos (livros, teses, monografias) isto seja impraticável, apesar de ser a situação ideal. No caso da presente pesquisa conforme relatado na seção 3.4.2 foi realizada a leitura na íntegra dos dezoito artigos científicos produzidos pelos pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo.

O documento da *World Information System for Science and Technology* – Sistema Internacional de Informação para Ciência e Tecnologia – elaborado pela UNESCO fornece algumas diretrizes em relação à prática da análise de assunto, recomendando atenção especial durante a leitura para o título, introdução, as primeiras frases de capítulos e parágrafos; ilustrações, tabelas, diagrama e suas explicações; conclusão; palavras ou grupos de palavras sublinhadas ou impressas com tipo diferente. Por outro lado destaca que os primeiros itens do

texto apresentam, geralmente, as intenções do autor, enquanto que as partes finais comunicam o alcance dessas intenções. Estas orientações foram seguidas durante a etapa de análise dos artigos científicos citados na seção 3.4.2. No segundo estágio, o de identificação de conceitos, que demanda intensa atividade cognitiva, busca-se selecionar conceitos que melhor representem o conteúdo do texto, e neste momento é importante que isto seja feito seguindo-se um esquema de categorias do domínio, caso exista, e que pode ser baseado em processos, propriedades, operações, equipamentos, etc. Por último, no estágio de seleção de conceitos pode acontecer que alguns conceitos identificados na etapa anterior sejam descartados, caso se verifique que os mesmos não são úteis para os objetivos a que se destina a indexação da informação.

Vale destacar que existe um grau de complexidade inerente à análise de assunto, a este respeito Naves destaca que isto se dá por causa do problema de especificação da terminologia e também por causa da subjetividade do indexador, que eventualmente pode se deixar influenciar pelos seus valores individuais.

2.3 - Fundamentos teóricos da classificação

No contexto deste trabalho, o interesse nos fundamentos da teoria da classificação se justifica, pois é neles que se pretende buscar subsídios teóricos para a elaboração da estrutura semântica representativa do domínio da cultura do sorgo. Ressalta-se que na modelagem do conhecimento a ser desenvolvida, a utilização de princípios da classificação vão se somar a outros construtos teóricos, tais como o método analítico-sintético, teoria do conceito e análise de assunto, que já foram apresentados neste capítulo.

A literatura técnica mostra que a importância da classificação está não apenas nos sistemas de recuperação de informação, mas na base de sistemas e atividades que se ocupam da organização do conhecimento em suas diferentes manifestações. Langridge (1977) reforça a relevância da classificação, afirmando que ela representa a principal atividade na organização do conhecimento.

A seguir apresentam-se definições de algumas estruturas semânticas conhecidas utilizadas na organização do conhecimento e recuperação da informação, a partir das quais serão tecidos alguns comentários:

Tesouro, linguagem documentária composta por um conjunto de termos semântica e genericamente relacionados, cobrindo uma área específica do conhecimento (GOMES, 1996). É importante destacar que tesouros são elaborados para organizar o conhecimento de uma área específica e neste aspecto guarda muitas semelhanças com as ontologias, talvez seja esta semelhança a provável responsável pela confusão entre os termos tesouros e ontologias. Taxonomia, classicamente é definida como ciência das leis da classificação de formas vivas. Atualmente é entendida como classificação de elementos de variada natureza. São estruturas classificatórias que consideram a unidade sistemática (taxon), não mais família, gênero, espécie, mas *conceitos* (CAMPOS & GOMES, 2007). Terminologia é o conjunto de termos de uma área de assunto, lidam com *conceitos* que se organizam com base em características (GOMES, 2008). Vocabulários controlados são utilizados para indexar documentos, são termos organizados em uma estrutura relacional. Uma de suas funções é representar a informação e o conhecimento por meio de um conjunto controlado e finito de termos – os descritores - que representam *conceitos*.

Nota-se nas definições acima, que o conceito é um elemento presente, representado nos termos ou expressões, participando ativamente na implementação destas estruturas de classificação. Verifica-se, portanto, que o objetivo de todo sistema de classificação do conhecimento passa pela organização das suas unidades conceituais. Isto se deve, segundo afirma Gomes (1996), ao fato de o conceito estar no bojo da teoria da classificação, uma vez que o que se procura classificar, sistematizar são os conceitos. A partir do exposto acima, a teoria do conceito assume uma relevância ímpar na organização do conhecimento, conforme já foi amplamente detalhada na seção anterior.

Foi mencionado anteriormente que a estrutura semântica aqui desenvolvida visa dar suporte à construção de uma ontologia de domínio, e corresponde às etapas de especificação e conceitualização que precedem à modelagem do conhecimento.

Chama-se a atenção também para o fato de existirem diversos métodos e metodologias para construção de ontologias (ver seção 2.5.4). O presente trabalho dá destaque ao Método 101 (NOY & McGUINNESS, 2001) a ser detalhado mais adiante, como método para construção de ontologias. Um traço comum presente nos diversos métodos é a etapa de criação de classes e subclasses. Campos e Gomes (2007) recomendam que esta etapa seja orientada segundo os seguintes princípios: **Categorização**, que fornece as bases para a apresentação sistemática; **Cânones**, para o trabalho no plano das idéias (princípios para a construção das classes);

Princípios, para a ordenação das Classes e de seus elementos. Seguem-se detalhes dos três princípios acima apresentados.

2.3.1 Categorização

Segundo Barité (2000), historicamente o conceito de categoria teve início com os filósofos da antiguidade como Aristóteles, até chegar aos filósofos da era moderna como Kant e Husserl entre outros. Ao longo do tempo o conceito veio experimentando diversas mudanças e foi somente através de Ranganathan que este conceito extrapolou as definições no contexto da filosofia, migrando para o âmbito da classificação do conhecimento. O matemático indiano foi o responsável pela elaboração de conceitos harmônicos e reflexivos de categorias, e inovou ao introduzir pela primeira vez, a noção de categoria nos sistemas de classificação, criando as conhecidas categorias fundamentais: Personalidade, Matéria, Energia, Espaço e Tempo.

Barité afirma enfaticamente que a definição de categoria no contexto da teoria da classificação não pode ser feita a partir de conceitos emprestados da filosofia ou da metafísica, embora estes campos possam servir como ponto de partida para organizar o discurso científico. A título de fornecer uma definição inicial para categoria, Barité afirma que ela representa uma expressão abstrata extremamente genérica que pode ser percebida em qualquer entidade, elemento ou objeto. Já ao pensar sobre o caráter instrumental das categorias, afirma que elas são ferramentas que permitem descobrir as propriedades dos objetos, donde se conclui que as propriedades de um objeto representam possíveis categorias. Acrescenta ainda que categoria é uma noção extremamente simples que permite analisar qualquer fenômeno e situá-lo em uma dada posição em relação a um objeto.

Barité (2000, p. 5) define categorias como abstrações simplificadas que, quando mediadas pelos esforços intelectuais dos classificadores, permitem investigar particularidades de objetos do mundo físico e do mundo ideal. A análise e representação são feitas visando-se organizar logicamente sistemas de conceitos, sendo adequadas ao contexto de organização do conhecimento de uma forma geral; a análise de assunto particulariza a abordagem ajudando a estabelecer prioridades entre os assuntos de um documento permitindo ordená-los na seqüência de indexação correta.

Portanto, na teoria da classificação, as categorias são instrumentos importantes para a análise e organização de objetos, do conhecimento e de fenômenos, proporcionando dimensões de análises aplicadas na estruturação do conhecimento humano assim como de conceitos, que representam suas principais abstrações.

É preciso estar ciente de que é intelectualmente impossível na análise de um objeto, conseguir abranger a totalidade do conhecimento inerente àquele objeto, pois todo objeto dada a sua complexidade, permite múltiplos aspectos para análise. Considerando esta complexidade, Barité propõe conduzir esta análise a partir dos seguintes atributos dos objetos:

a) Todo objeto é naturalmente dinâmico e mutável, em função disto, recomenda-se apreender o objeto dentro de um momento específico e abstrá-lo da sua realidade; b) Objetos podem ser reais ou ideais. No caso dos primeiros, sua existência pode ser comprovada através de registros de diversos tipos, já no caso dos objetos de natureza abstrata ou existência imaterial, para que sua análise seja feita de modo a apresentar rigor científico é preciso que ela seja feita baseada em convenções ou acordos claramente pré-estabelecidos de forma consensual por especialistas do domínio; c) Alguns objetos têm problemas de delimitação, ou seja, não há consenso entre especialistas a respeito da sua definição, o que acaba gerando dificuldades para enquadrar o objeto em uma dada categoria; d) A grande maioria dos objetos pertence ao *continuum* espaço-tempo. A natureza dinâmica e mutável de alguns objetos, conseqüência da influência de agentes internos e externos, gera mudanças de configuração nos objetos que são perceptíveis ao longo do continuum espaço-tempo. Verifica-se aqui a complexidade de analisar um objeto neste contexto de mutabilidade e estabelecer uma categorização para o mesmo.

Uma importante contribuição a respeito das características que devem ser apresentadas por categorias, é dada pela abordagem da Análise de Conteúdo proposta por Laurence Bardin, (BARDIN, 1988 *apud* FERREIRA, 2010). Segundo Bardin, quando são corretamente estabelecidas, as categorias devem possuir as seguintes qualidades: Exclusão mútua, que estabelece que cada elemento só pode existir em uma categoria; Homogeneidade estabelece que para definir uma categoria, é preciso haver só uma dimensão na análise; Pertinência, ou seja, as categorias devem dizer respeito às intenções do investigador, aos objetivos da pesquisa, às questões norteadoras, às características da mensagem, etc.; Objetividade e fidelidade, estabelece que se as categorias forem bem definidas e ao mesmo tempo, os índices e indicadores que determinam a entrada de um elemento numa categoria forem bem claros,

não haverá distorções devido à subjetividade dos analistas; Produtividade, define que as categorias serão produtivas se os resultados forem férteis em inferências, em hipóteses novas e em dados exatos. As qualidades acima citadas estabelecem diretrizes que norteiam o trabalho do classificador, por estabelecerem direcionamentos claros a respeito da definição de categorias, foram de grande importância na avaliação qualitativa das categorias criadas na estrutura semântica do sorgo.

Segundo Campos e Gomes (2007), quando se faz uma categorização, esta-se analisando um domínio a partir de recortes conceituais que permitem determinar a identidade dos conceitos que fazem parte deste domínio. Ainda, segundo estas autoras, a categorização é um processo que leva a pensar o domínio de forma dedutiva, ou seja, busca determinar as classes de maior abrangência dentro do domínio escolhido. A categorização, portanto, além de fornecer princípios para organização do raciocínio, fornece uma ordem para a ordenação dos tópicos em uma estrutura classificatória. Este processo segue diretrizes que foram claramente estabelecidas por Ranganathan e denominadas de “cânones para o trabalho no plano das idéias”.

2.3.2 Cânones para o trabalho no plano das idéias

Tal como descrito por Shiyali Ramamrita Ranganathan (1892 - 1972) no seu clássico *Prolegomena to Library Classification*, o plano das idéias refere-se ao espaço onde os conceitos de um domínio são organizados formando um sistema de conceitos. A partir de cada categoria, a organização das classes de conceitos que pertencem a esta categoria é feita baseada em alguns cânones que orientam quanto à tipologia do conceito. Estes cânones serão descritos de forma sintética a seguir juntamente com os conceitos de cadeia e renque.

Uma cadeia representa séries verticais de conceitos, que podem ser genéricos (genérico-específico) ou partitivos (parte-todo). Ao organizar em cadeia, conceitos que pertencem a uma classe maior, deve-se ter em mente que a soma destes conceitos ajudam a identificar e organizar subtipos da classe maior e também os elementos constitutivos desta classe. Campos e Gomes (2007) esclarecem que a ordenação das cadeias, e portanto dos conceitos, deve ser feita de uma forma tal, que os conceitos de uma série descendente cresçam em intensão.

A título de ilustração deste conceito, lança-se mão das classes e cadeias que foram definidas

na classificação da cultura do sorgo (Capítulo 4). A classe MANEJO DA CULTURA apresenta as cadeias “Adubação e nutrição do solo”, “Plantio” e “Colheita”, etapas que fazem parte do manejo da cultura, portanto, estas cadeias representam conceitos que possuem uma relação partitiva em relação à classe maior.

Já as cadeias “Clima e Estações” e “Solos” representam tipos de pesquisas conduzidas no contexto do Manejo da Cultura, portanto, apresentam relações genéricas com a classe maior.

Por definição, renques são séries horizontais de conceitos que ocupam um mesmo nível, eles são formados a partir da reunião de elementos em uma classe. Assim como as cadeias, também podem apresentar relações genéricas ou partitivas com a classe maior. A forma como estes elementos são reunidos para formar classes de conceitos deve seguir alguns cânones baseados em critérios de: Exaustividade, as classes devem incluir todos os conceitos daquela classe; Exclusividade, os elementos de uma classe não podem participar na formação de outra classe, ou seja, os renques devem ser mutuamente exclusivos; e Consistência; quando existirem classes semelhantes, a seqüência dos seus elementos deve manter consistência semelhante em cada uma delas.

A título de ilustração do conceito de renque e utilizando a classificação da cultura do sorgo, tem-se a classe SORGO, e uma das suas subclasses, “Teores / Valores“, cujos elementos formadores são: teor de carboidratos solúveis - teor de cinzas - teor de extrato etéreo - teor de fibra bruta - teor de lignina - teor de matéria seca - teor de N-NH₃/NT: nitrogênio amoniacal/nitrogênio total - teor de proteína bruta - teores de fenol - valor de energia bruta - taxa de crescimento radicular - porcentagem de celulose. Todos estes elementos representam conceitos que mantêm um posicionamento horizontal dentro da subclasse, não existindo portanto entre eles, nenhuma prevalência hierárquica.

Há que se levar em conta os princípios para ordenação de cadeias e renques. Estes princípios visam orientar quanto à ordenação da seqüência das classes (cadeias) e dos seus elementos (renques). Sem pretender esgotar a totalidade dos princípios, cita-se a seguir alguns deles: Posterior no tempo, princípio baseado na contigüidade temporal, deve ser aplicado a fenômenos, processos e atividades; Medida quantitativa, baseia-se na noção de quantidade crescente ou quantidade decrescente; Complexidade crescente, princípio aplicado a renques, quando seus elementos apresentarem graus variados de complexidade; e Seqüência canônica, princípio que recomenda adotar, para um conjunto de assuntos, a ordem que tradicionalmente

já é amplamente utilizada e aceita, desde que esta seja conveniente.

2.4 Compromisso Ontológico e Epistemológico

Considerando que ontologias têm como objetivo fazer a representação de uma dada realidade, é necessário que a mesma se alinhe com alguns requisitos fundamentais, que caso não sejam seguidos, colocariam em dúvida a sua validade enquanto instrumento de representação da realidade. A este respeito, serão adotados os seguintes requisitos como os quais a ontologia deverá estar alinhada: compromisso ontológico e compromisso epistemológico.

A noção de compromisso ontológico foi introduzida pelo filósofo americano Willard Quine numa série de ensaios importantes entre os quais figura o clássico “*On What There Is*” (QUINE, 1948), no qual estabelece que a noção de compromisso ontológico se baseia em dois aspectos: a) validação de uma teoria que retrata uma realidade ou experiência e b) comprovação da existência dos objetos que fazem parte da ontologia da teoria.

Branquinho (2008) afirma que, segundo proposto por Quine, uma teoria acerca de um determinado segmento da realidade ou da experiência é simplesmente uma coleção consistente de crenças ou afirmações acerca deste segmento em questão, expressas numa determinada linguagem. Esta teoria será verdadeira se todas as crenças que a compõem, e logo todas as conseqüências lógicas dessas crenças, forem de fato verdadeiras.

Ainda segundo Branquinho, os objetos com os quais uma teoria está ontologicamente comprometida são precisamente aqueles objetos cuja existência é reconhecida e assumida pela teoria, seja de forma explícita ou implícita; tais objetos formam a ontologia da teoria, que se constitui de um conjunto de entidades cuja inexistência traria como conseqüência imediata, a falsidade da teoria. Neste sentido Quine afirma que para que uma entidade seja assumida como tal, basta que ela seja considerada um valor ou ocorrência de uma variável. Para ilustrar este raciocínio, vale analisar o seguinte exemplo: afirmar que existem comerciantes desonestos não gera um comprometimento sobre a existência de comércio e desonestidade, no entanto, para tornar a declaração verdadeira basta apresentar um comerciante desonesto, representando assim o valor de uma variável.

Uma das propostas mais célebres de Quine consiste num processo para determinar com que

objetos, ou com que classes ou categorias de objetos, uma dada teoria está ontologicamente comprometida. Este processo não permite determinar de uma forma ampla e irrestrita, o que há, ou o que existe. O processo por estar restrito ao espectro da teoria apenas permite verificar o que há, ou o que existe, para aquela teoria específica. Por estes motivos, torna-se relevante e significativo determinar com que objetos, e com quais categorias de objetos está ontologicamente comprometido o nosso sistema de crenças.

A título de exemplificar o que foi proposto por Quine, Nicholas (2002) propõe o seguinte diálogo imaginário: uma pessoa ao mostrar para outra duas moedas, afirma que uma moeda possui brilho mais intenso do que a outra, a segunda pessoa retruca afirmando que o máximo que se pode afirmar é que as percepções visuais de ambos são diferentes, reivindicando-se que a análise correta deveria focar aspectos que envolvessem questões sensoriais referentes a sensações de claridade e ofuscamento. Desse diálogo imaginário, conclui-se que a primeira pessoa está comprometida com uma ontologia que envolve o objeto “moeda” e a entidade “brilho”, enquanto a segunda pessoa está comprometida com uma ontologia que envolve as diferenças de percepção visual. Pode-se ainda acrescentar o fato de que a entidade brilho, cuja existência é enfaticamente confirmada pela primeira pessoa e categoricamente negada pela outra, traz ainda o inconveniente de lidar com o termo brilhante, o que implica em estabelecer uma comparação entre duas entidades que são inexistentes para a segunda pessoa, tornando portanto sem validade a afirmação feita pela primeira.

Elaborar declarações com variáveis ligadas não determina o que há, mas unicamente o que eu estou disposto a dizer que há; desde que os debates ontológicos tomam lugar em níveis lingüísticos e semânticos, a identificação dos comprometimentos ontológicos é crucial para o entendimento dos esquemas conceituais subjacentes ao debate.

Na presente pesquisa de doutorado considera-se que a teoria referente ao segmento agropecuário é constituída por um conjunto de afirmações e esquemas conceituais cujos enunciados teóricos foram validados através das experiências desenvolvidas pelos pesquisadores da cultura do sorgo, que por gozarem de prestígio e reconhecimento dos seus pares no âmbito da comunidade científica da qual fazem parte, somados ao reconhecimento internacional que a Embrapa conquistou como centro de excelência no contexto da pesquisa agropecuária, garantem automaticamente o compromisso ontológico da teoria agropecuária assim como do conhecimento científico produzido.

Para o critério de compromisso epistemológico, será utilizado o princípio da garantia literária, cultural e científica. A garantia literária é um importante instrumento que dá suporte à construção de vocabulários controlados e segundo o classificador britânico Wyndham Hulme, que introduziu o conceito em 1911, as classes utilizadas nas linguagens de indexação não deveriam ser definidas somente seguindo critérios de classificação do conhecimento e sim pelas classes encontradas na literatura, ou seja, a própria literatura deve servir como fonte para a especificação do vocabulário utilizado para representar os assuntos que a descreve.

A respeito do conceito de garantia literária, há também importantes contribuições apresentadas por Barité (BARITÉ, 2007), que fazendo uma revisão do conceito levanta questões relevantes tais como: Em quais documentos específicos deve se basear a garantia literária?; Que critérios devem ser aplicados na análise de documentos e que vão permitir uma correta utilização do critério de garantia literária?; É válido basear a garantia literária apenas na literatura mais atual ou deve-se considerar a literatura produzida ao longo do tempo?; e Que tipo de conhecimento deve estar legitimado pela garantia literária?

Algumas respostas às questões acima têm sido apresentadas por pesquisadores de renome, no âmbito da Ciência da Informação, tais como Vickery (VICKERY, 1997) que argumenta que os documentos a serem considerados são manuais, glossários e revistas especializadas. Gilchrist (2003) acrescenta a esta lista, dicionários, enciclopédias, nomenclaturas científicas e linguagens documentárias por ventura existentes. No decorrer da presente pesquisa, buscar-se-á fundamentar alguns critérios aqui adotados baseados nas propostas destes autores.

Por outro lado, Barité (2007) afirma que o princípio que sustenta a garantia literária, deixou há muito tempo de se concentrar nas análises, unicamente do vocabulário da literatura a ser classificada, como originalmente proposto por Hulme, e acrescenta que, atualmente, o princípio foi ampliado de forma a incluir conceitos, como garantia do usuário, garantia cultural e garantia organizacional.

Ainda segundo Riesthuis (Riesthuis, 1994 *apud* Barité, 2007, p.3), a garantia literária deve ser analisada sob um enfoque sociológico, baseado no fato de que a publicação de um documento em revistas especializadas, periódicos, ou anais de congresso, passa por uma aprovação prévia que é conduzida por pareceristas, que assim como os autores do documento avaliado, também são membros daquela comunidade científica, e de certa forma são influenciados pelas opiniões dessa comunidade, o que acaba conferindo legitimidade ao conteúdo técnico do

documento e a aceitação consensual daquela comunidade, validando assim o critério da garantia literária.

Baseado nesta abordagem e durante a análise dos documentos descrita na seção 3.4.1.4 (Produção literária), a presente pesquisa buscou identificar: a) quais centros de pesquisa realizam trabalhos voltados ao sorgo; b) qual o centro de pesquisa que reconhecidamente possui excelência científica e goza de prestígio na área b) quem são os pesquisadores pertencentes a este centro de excelência que atuam diretamente ligados às pesquisas do sorgo; c) identificar os veículos de comunicação científica utilizados por estes pesquisadores para publicação da sua produção científica; e d) avaliar a legitimidade e reconhecimento científico destes veículos (periódico, congresso, etc.) no contexto da comunidade de pesquisadores da cultura do sorgo.

2.5 Ontologias

Até um passado recente, o termo ontologia além de ser considerado um neologismo que dava margem a múltiplas interpretações, representava um terreno científico relativamente novo.

Considerando este contexto, entende-se que o ponto de partida dos estudos deve necessariamente passar pela busca de uma definição precisa do conceito de ontologia, já que paira sobre esse termo uma interpretação ambígua que tem levado a conceitos imprecisos conforme citado por diversos autores (VICKERY, 1997; GILCHRIST, 2003 e MOREIRA, 2003). Torna-se evidente que, compreensões inadequadas (imprecisas, incorretas ou incompletas) a respeito de ontologias, irão conduzir fatalmente a usos inadequados.

Por este motivo a preocupação inicial da presente pesquisa e que se reveste de um caráter desafiador, consiste em levar para os pesquisadores da Ciência da Informação, esclarecimentos adicionais que ajudem a solidificar conceitos sobre esta área de pesquisa, na crença de que, uma vez cumprido este objetivo, estarão disponíveis subsídios concretos para o entendimento amplo do universo de aplicações possíveis de ontologias, o que certamente irá agregar valor às pesquisas nesta área.

Fazendo uma retrospectiva histórica, detecta-se que o estudo de ontologias tem sido objeto de interesse de vários campos do saber distintos, entre eles: Filosofia, Ciência da Informação,

Ciência da Computação e Lingüística. É interessante neste ponto fazer alguns esclarecimentos que situem cronologicamente o tempo de pesquisa dentro de cada campo, o espectro das aplicações e conceitos de ontologias em cada um deles.

Na Filosofia, conforme citado por Lima-Marques (2006) o estudo dessa área, embora não com o nome de ontologia, remonta à antiguidade, destacando-se os estudos de Aristóteles (384-322 a.c.), para quem o estudo do ser enquanto ser, foi denominado Filosofia Primeira. A este respeito, as dez categorias de Aristóteles revelam a sua visão ontológica do mundo.

Segundo afirma Welty *apud* Moreira (2003), o termo ontologia se popularizou somente a partir do século XVII e XVIII, sendo que a gênese do termo foi o ano de 1613, ocasião em que foi cunhado pelo filósofo escolástico alemão Rudolf Goclenius, que o utilizou pela primeira vez para designar um ramo da filosofia. Na Filosofia, o interesse de ontologias tem como foco principal o estudo dos seres e da natureza.

Nos outros três campos do saber acima citados (Ciência da Informação, Ciência da Computação e Lingüística), o estudo de ontologias data de um período relativamente recente. No caso da Ciência da Computação, a publicação dos primeiros trabalhos se deu no início da década de 90, destacando-se o trabalho de NECHES et al. (1991), que na ocasião participava do consórcio de pesquisa *Knowledge Sharing Effort*, ligado ao *DARPA*, do qual também fazia parte Thomas Gruber, autor com rica produção científica na área. Este trabalho pioneiro estava orientado ao desenvolvimento de técnicas de compartilhamento e reuso de bases de conhecimento em sistemas baseados em conhecimento. Na Ciência da Computação, especialmente na área da inteligência artificial, as ontologias são vistas como processos que auxiliam a construção de sistemas inteligentes.

Na Ciência da Informação, a partir do final da década de 90 e início do novo milênio se percebe um maior esforço de pesquisas voltadas a ontologias, as quais têm como espectro predominante de aplicação, a estruturação de domínios de conhecimento.

Por último, deve-se destacar o campo da Lingüística, no qual pesquisas sobre ontologias vêm sendo desenvolvidas usando-se a lingüística computacional, orientadas para a Representação Formal do Conhecimento e Processamento de Linguagem Natural (PLN). Conforme citado por Zavaglia (2005), “ontologia pressupõe um enlace entre os símbolos da linguagem natural (unidades lexicais) e as entidades do mundo real que ela representa”.

Destaca-se que no que diz respeito a pesquisas envolvendo ontologias, a lingüística computacional tem se desenvolvido de forma muito próxima da Ciência da Computação, porém um tanto distante da Ciência da Informação. Ressalta-se ainda que o campo das ontologias é também objeto de estudos de áreas como engenharia de conhecimento, engenharia de ontologias e arquitetura de informação, entre outras.

Considerando-se as peculiaridades dos campos que têm as ontologias como objeto de estudo, as diversas definições do termo apresentam características próprias. Na Ciência da Informação e na Biblioteconomia, ontologias encontram o seu “*habitat natural*”, uma vez que, conforme citado por Soergel (1999), elas são compostas essencialmente por estruturas de classificação, acrescidas de fundamentos da teoria da terminologia, e em função disto se prestam a fornecer a estrutura semântica necessária ao mapeamento do conhecimento de qualquer campo de estudo, assim como para estabelecer o relacionamento entre estes campos.

Tendo em vista a abordagem desta pesquisa, compartilha-se da opinião de Gruber (1993) neste ponto, quando afirma que importante mesmo é entender para que servem as ontologias, pois uma vez que se entendem as finalidades e o potencial que elas apresentam, torna-se mais viável encontrar uma definição mais precisa para as mesmas, considerando-se quais serão suas características para atender determinada finalidade.

Uma visão peculiar a respeito de ontologias é apresentada por Fonseca (2007) que argumenta sobre a necessidade de se fazer na Ciência da Informação uma clara distinção entre as ontologias *de* sistemas de informação das ontologias *para* sistemas de informação. Segundo esse autor, as primeiras são utilizadas na modelagem em um nível conceitual de sistemas de informação de uma forma geral, oferecendo os construtos básicos para a implementação dos mesmos. Já o segundo grupo de ontologias tem como objetivo descrever o vocabulário relacionado a um domínio específico ou a uma tarefa específica, objetivando a implementação de um sistema de informação em particular.

2.5.1 Revisitando o conceito de Ontologias

Considerando-se as peculiaridades dos campos que têm as ontologias como objeto de estudo, as diversas definições do termo apresentam características próprias.

Serão apresentados a seguir, conceitos de ontologias nos três campos citados (Filosofia, Ciência da Informação, Ciência da Computação), começando pela Filosofia. Segundo o Dicionário Oxford de Filosofia, Ontologia é um *“termo derivado da palavra grega que significa ‘ser’, usado desde o século XVII para denominar o ramo da metafísica que diz respeito àquilo que existe”*. *Especificamente na filosofia, a vogal inicial maiúscula é utilizada por muitos autores na grafia da palavra.*

Entre os autores, oriundos dos três campos acima citados, cujos trabalhos tiveram como foco estabelecer conceitos a respeito do termo ontologia, tem-se, na ordem cronológica dos trabalhos publicados: GRUBER (1993), GUARINO e GIARETTA (1995), USCHOLD e GRÜNINGER (1996), VICKERY (1997), CHANDRASEKARAN et al (1999), SOERGEL (1999), SOWA (2000), CORAZZON (2002), GILCHRIST (2003) e POLI (2003).

A Ciência da Computação, conforme mencionado anteriormente tem feito uso de ontologias buscando a construção de Sistemas Baseados em Conhecimento. Tem-se entre as definições clássicas de ontologia, a de Tom Gruber, para quem *“uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceitualização compartilhada”*. É importante entender o contexto em que se enuncia este conceito, pois em Gruber (1991) fica clara a preocupação da época da comunidade de pesquisadores da IA, que perceberam o árduo trabalho que requeria a criação de bases de conhecimento sempre que se desenvolviam sistemas baseados em conhecimento. Buscando uma nova abordagem para este processo, enxergou-se a necessidade de as pesquisas apontarem na direção do desenvolvimento de bases de conhecimento reutilizáveis e que pudessem ao mesmo tempo interoperar com outras bases de conhecimento, o que equivale a dizer, compartilhar conhecimento.

A definição de Gruber encerra vários aspectos que devem ser analisados. O vocábulo “especificação”, refere-se à descrição formal dos conceitos de forma a permitir sua manipulação computacional, e ao mapeamento lógico que permite estabelecer as relações entre estes conceitos. Quanto ao termo “conceitualização”, Gruber se refere ao universo de objetos, conceitos e outras entidades que se supõe existir dentro de uma área de conhecimento, incluindo também as relações entre eles.

Ao citar “entidades que se supõe existir”, a definição acima se vê diante do dilema de abordar uma profunda questão filosófica no que diz respeito à existência, no entanto, este dilema é resolvido de uma forma bastante pragmática pelos pesquisadores da inteligência artificial que

definem “o que existe” como aquilo que pode ser representado. Sendo que para representar “o que existe” a Ciência da Computação lança mão da lógica formal, e através de axiomas e regras de inferência chegam à representação formal e explícita das entidades e dos seus relacionamentos.

Em uma outra definição clássica da área, Nicola Guarino (1996), pesquisador da Universidade de Padova na Itália, também com interesses na área de inteligência artificial, afirma que *“uma ontologia é uma teoria lógica para relacionar o significado pretendido de um vocabulário formal, isto é, seu comprometimento com uma conceitualização particular do mundo”*.

Vale ressaltar nas duas definições anteriores (Gruber e Guarino) que o termo “conceitualização” mesmo não possuindo tradução no português pode ser entendido como o processo de abstração e simplificação do mundo que se deseja modelar, ou em outras palavras, trata-se dos conceitos sobre a realidade que se deseja representar.

É importante ressaltar que o termo conceitualização foi inicialmente definido por Nilsson (1991) e é com esta conotação que o termo é utilizado na definição de ontologias apresentada por Gruber. No entanto, Guarino & Giaretta (1995) destacam que a conceitualização enunciada por Nilsson, considera aspectos extensionais dos objetos e suas relações, sendo que uma ontologia deve considerar aspectos intensionais. O que é questionado aqui é a necessidade de a ontologia lidar com definições precisas dos conceitos (objetos) e suas relações, o que não é possível ser feito a partir de uma análise extensional, que trata de objetos e as relações existentes em dadas circunstâncias, que evidentemente podem ser mutáveis ao longo do tempo. Em outras palavras, ontologias precisam ser modeladas a partir de conceitos e relações duradouras, isto é, que sejam válidas independentemente do estado de coisas ou circunstâncias, permitindo agregar através da estruturação destes conceitos um maior conteúdo semântico.

Podemos ilustrar as diferenças acima citadas, exemplificando através de uma definição para os elementos químicos que fazem parte do grupo dos gases nobres. Utilizando uma definição intensional, ter-se-ia: elementos não metálicos, muito estáveis do grupo 18 da tabela periódica. Com exceção do hélio, todos apresentam oito elétrons no último nível, o mais externo. Já no caso de uma definição extensional, ter-se-ia: hélio, neônio, argônio, criptônio, xenônio e radônio.

Para Uschold (1996), uma ontologia é o termo que designa o entendimento compartilhado de algum domínio de interesse. Ela funciona como um arcabouço unificado, reduzindo ou eliminando confusões terminológicas ou conceituais que possam surgir entre indivíduos com diferentes pontos de vista dentro de uma comunidade específica. A definição proposta por Uschold vai um pouco além da de Gruber, ao afirmar que ontologias melhoram não apenas a comunicação entre humanos, mas também são instrumentos que facilitam a comunicação entre sistemas construídos a partir de modelagens, linguagens e ferramentas diferentes, garantindo portanto, a interoperabilidade. Esta comunicação entre sistemas e a possibilidade de comunicação em ambientes digitais é justamente o que torna uma ontologia em instrumento adequado e de grande importância para lidar com os mecanismos existentes na *web*.

Guarino (1998, p. 5) destaca a importância das pesquisas em ontologias para a engenharia do conhecimento, representação do conhecimento, projetos de integração de banco de dados, modelagem da informação, análise orientada a objetos e recuperação da informação. Guarino apresenta o termo Ontologia (com O maiúsculo) para se referir a uma disciplina particular da Filosofia, enquanto ontologia (com o minúsculo) é o artefato ou ferramenta utilizada na Ciência da Computação para construção de sistemas de informação. Segundo ele, uma ontologia é uma teoria lógica que esclarece o significado pretendido de um vocabulário formal, isto é, seu comprometimento ontológico com uma conceitualização particular do mundo.

Percebe-se que o conceito de ontologias na Ciência da Computação veio evoluindo ao longo dos anos, desde que o conceito começou a ser formulado no início da década de 90. Podemos afirmar que atualmente o conceito já se encontra mais solidificado e estável, assim como a compreensão do universo de aplicações possíveis.

Foi mencionado anteriormente que o interesse da Ciência da Computação pelo estudo de ontologias foi anterior ao da Ciência da Informação, sendo que um dos primeiros artigos que abordaram esta temática foi o de VICKERY (1997). No artigo, Vickery discute o conceito de ontologias dado pelo campo da engenharia do conhecimento e retoma as definições dadas por Gruber e Guarino (acima citadas). Baseado no trabalho de Guarino, Vickery faz um importante esclarecimento a respeito da granularidade das ontologias, se referindo, ao nível de especificidade que a hierarquia de conceitos deve atingir, ressaltando que ontologias devem possuir alta granularidade, de forma a incluir todos os conceitos específicos que ocorrem em

um dado domínio.

Vickery destaca que os primeiros trabalhos científicos tendo ontologias como tema central foram apresentados por pesquisadores da Ciência da Informação em 1996 na conferência da *Informatics in the Scientific Knowledge – ISK*.

Por outro lado, GILCHRIST (2003) publicou um trabalho que apresenta como contribuição relevante o fato de buscar esclarecer a confusão terminológica que vinha se estabelecendo à época na comunidade científica da Inteligência Artificial, estudiosos da *web* semântica e os próprios cientistas da informação, a respeito dos termos tesouros, taxonomias e ontologias. Em comum pode-se afirmar que estes três instrumentos são utilizados para organização e recuperação da informação. A respeito das definições dos termos tesouros e ontologias, a pesquisa desenvolvida por MOREIRA (2003, p. 23-54) é bastante esclarecedora.

O termo taxonomia esteve durante muito tempo ligado ao campo das ciências naturais, em particular à Biologia (Botânica e Zoologia), que a utilizou para fazer a classificação dos seres vivos utilizando critérios que claramente revelam a influência do pensamento Aristotélico de classificação, ao estabelecer “*differentias*” para propriedades que distinguem diferentes espécies do mesmo gênero. Taxonomia é definida como ciência da classificação, ao olharmos retrospectivamente as origens e evolução das teorias classificatórias, pode-se afirmar que as taxonomias se apóiam em fundamentos teóricos da classificação que cronologicamente são anteriores aos tesouros e às ontologias. É importante destacar que a construção de ontologias passa necessariamente pela organização de conceitos em taxonomias, porém esta é apenas uma das etapas do processo.

Enfatiza-se que ainda hoje é comum perceber esta confusão terminológica, inclusive no seio da comunidade da Ciência da Informação, onde algumas vezes os termos tesouros e ontologias são utilizados indistintamente como se os mesmos fossem equivalentes. O objetivo da pesquisa de Gilchrist foi tentar delinear claramente as semelhanças e diferenças existentes entre os três termos. Ele inicia dando as definições dadas pelo Dicionário Inglês Oxford, incluindo na sua análise outros dicionários da área de biblioteconomia e Ciência da Informação. Fazendo um levantamento estatístico nos registros do LISA - Library and Information Science Abstracts, verifica que o termo tesouro aparece 2.313 vezes, taxonomia, 285 vezes e ontologias apenas 163.

A partir do levantamento realizado no LISA, Gilchrist afirma que a literatura não vem acompanhando as novas aplicações que taxonomias vêm experimentando ao longo do tempo (uso em diretórios *web*, portais corporativos, categorização automática). Quanto ao termo tesouro, este parece estar sendo utilizado de forma mais apropriada tanto quanto no seu sentido clássico quanto no mais atual. Por outro lado o termo ontologia quando citado na literatura não segue o significado ancorado na Filosofia (usado pelo dicionário Oxford), e nem o uso atual corrente do termo. Neste ponto, o autor cita a definição clássica de Gruber, já mencionada anteriormente, e dá destaque a ontologias largamente conhecidas como a desenvolvida no projeto CYC.

Quanto à Ciência da Informação, já foi mencionado que por serem estruturas informacionais, as ontologias têm despertado grande interesse nesta comunidade científica, uma vez que a construção das mesmas demanda conhecimentos específicos, tais como teoria da classificação, teoria do conceito, taxonomias que fazem parte do expertise da área. Fica evidente também que o alto potencial semântico que as ontologias incorporam, tem sido percebido e utilizado pelos estudiosos da área interessados na organização e representação do conhecimento.

Diante do exposto, observa-se que há fortes nuances nos conceitos acima apresentados, situação de certo modo compreensível, se considerarmos os olhares e prismas diferenciados sob o qual o assunto é analisado, e que não podem ser ignorados, uma vez que dizem respeito às bases epistemológicas sobre as quais repousa cada uma das ciências acima.

Baseado nos diversos conceitos apresentados e buscando atender aos propósitos deste trabalho, o autor da presente pesquisa propõe a enunciação do seguinte conceito:

“Uma ontologia representa a modelagem de um ser específico ou área de conhecimento específica, que ao ser analisada e estudada nos leva a compreender a essência do Ser, permitindo relacionar de maneira inequívoca, precisa e organizada as suas propriedades, características, e o seu comportamento”.

Vale esclarecer na definição acima que o conjunto de dados que define o ser na sua essência e acidentes prescinde do uso de um vocabulário único baseado em termos e conceitos que gozem do maior consenso possível entre os membros da comunidade. Estes dados devem estar rigidamente estruturados, sendo esta estrutura construída a partir de técnicas

classificatórias, e os seus conceitos fundamentados em assertivas e axiomas baseados em lógica formal. Somente desta forma a modelagem possibilitará que ontologias sejam manuseadas tanto pelo ser humano como por máquinas.

2.5.2 Finalidades e aplicabilidades das ontologias

Ontologias têm servido aos propósitos mais variados, e o seu uso tem sido regido pelas necessidades específicas de comunidades científicas diversas. De uma forma geral, pode-se afirmar que o seu uso surge da necessidade de um entendimento comum e que possa ser compartilhado, que é a premissa para compartilhar conhecimento. Este ponto de vista, a respeito do conhecimento é reforçado por NONAKA e TAKEUCHI (1997) que afirmam que para pessoas partilharem um mesmo significado, é preciso compartilhar o mesmo ponto de vista, a mesma gama de entendimentos implícitos e ter ainda as mesmas capacidades.

Segundo Soergel (1999), comunidades científicas da Lingüística, IA e Engenharia de Software têm feito uso de ontologias em função da especificidade ou refinamento que suas estruturas de classificação oferecem; estas comunidades têm descoberto que além do problema de classificação, as ontologias resolvem o problema de terminologia.

Na comunidade da Inteligência Artificial, o seu uso está amplamente difundido, sendo utilizadas no desenvolvimento de sistemas inteligentes ou Sistemas Baseados em Conhecimento - SBC, como são mais conhecidos, estes sistemas são construídos a partir de sofisticadas técnicas computacionais (redes neurais, lógica nebulosa) e onde o conhecimento (conceitos, relações entre conceitos e regras) é separado do programa. Portanto no contexto da Inteligência Artificial, a representação do conhecimento passa a ser o desafio principal e é onde justamente o uso de ontologias tem se feito presente.

Assim sendo, para que uma máquina possa resolver problemas com a mesma eficiência do ser humano é necessário que a máquina saiba o que o homem sabe sobre determinado assunto. Neste ponto vale lembrar o enunciado de Newell (1982) que apontou que no desenvolvimento de um SBC, deve-se ter em mente duas perspectivas: a do conhecimento processável pelo homem e a do conhecimento simbólico, processável pelo computador.

Assim, pode-se afirmar que a comunidade da Ciência da Informação tem usado o ferramental

da área com o objetivo de aperfeiçoar a representação do conhecimento processável pelo homem, enquanto a comunidade da Ciência da Computação vem ao longo do tempo utilizando o seu ferramental dando maior ênfase ao aprimoramento da representação do conhecimento processável pela máquina. Conforme mencionado anteriormente, é imperiosa a necessidade de se desenvolver pesquisas conjuntas onde a *expertise* de cada área possa ser somada à outra a fim de obter resultados mais abrangentes e satisfatórios.

Considerando aspectos da trajetória da Ciência da Informação no estudo de ontologias, o conceito de ontologias estabelecido pelos estudiosos da informação e a utilização do potencial desta ferramenta na representação do conhecimento, o trabalho de pesquisa aqui apresentado alinha-se com estes três aspectos. Reitera-se que o objetivo da presente pesquisa é oferecer subsídios para a construção de ontologias de domínio, e com este propósito utiliza-se o ferramental da Ciência da Informação para modelar e representar o conhecimento oriundo das pesquisas realizadas com a cultura do sorgo, conduzidas pela Embrapa Milho e Sorgo.

2.5.3 Tipologias

A tabela 1 apresenta de forma resumida os diversos tipos de ontologias, classificadas segundo cinco critérios: função, grau de formalismo, aplicação, estrutura e conteúdo.

Entre as ontologias apresentadas, destacam-se as ontologias de domínio, que são ontologias que expressam conceitualizações de domínios particulares, descrevendo o vocabulário relacionado a um domínio de conhecimento, como por exemplo: Agropecuária, Medicina ou Direito. Tem como objetivo promover consenso entre a comunidade de agentes interessada no domínio em questão.

Ontologias de domínio é o tipo mais comumente desenvolvido, existindo diversos trabalhos registrados na literatura técnica, alguns dos quais serão abordadas na seção 2.5.4. Entre as mais conhecidas tem-se: a METHONTOLOGY, voltada para a área de química (GÓMEZ-PÉREZ et al., 1997), *Enterprise Ontology* (USCHOLD & KING, 1997), o projeto TOVE - *Toronto Virtual Enterprise* (FOX, 1992; FOX et al, 1997; FOX & GRÜNINGER, 1998), 101(NOY & McGUINNESS, 2001), biologia molecular e bioquímica - GENSIM (Karp, 1993) e ciência dos materiais - PLINIUS (Van der Vet & Mars, 1994,1995), entre outras.

Abordagem	Classificação	Descrição
Quanto à função Mizoguchi, Vanwelkenhuysen & Ikeda (1995)	Ontologias de domínio	Reutilizáveis no domínio, fornecem vocabulário sobre conceitos, seus relacionamentos, sobre atividades e regras que os governam.
	Ontologias de tarefa	Fornecem um vocabulário sistematizado de termos, especificando tarefas que podem ou não estar no mesmo domínio.
	Ontologias gerais	Incluem um vocabulário relacionado a coisas, eventos, tempo, espaço, casualidade, comportamento, funções etc.
Quanto ao grau de formalismo Uschold & Gruninger (1996)	Ontologias altamente informais	Expressa livremente em linguagem natural.
	Ontologias semi-informais	Expressa em linguagem natural de forma restrita e estruturada.
	Ontologias semiformais	Expressa em uma linguagem artificial definida formalmente.
	Ontologia rigorosamente formal	Os termos são definidos com semântica formal, teoremas e provas.
Quanto à aplicação Jasper & Uschold (1999)	Ontologias de autoria neutra	Um aplicativo é escrito em uma única língua e depois convertido para uso em diversos sistemas, reutilizando-se as informações.
	Ontologias como especificação	Cria-se uma ontologia para um domínio, a qual é usada para documentação e manutenção no desenvolvimento de <i>softwares</i> .
	Ontologias de acesso comum à informação	Quando o vocabulário é inacessível, a ontologia torna a informação inteligível, proporcionando conhecimento compartilhado dos termos.
Quanto à estrutura Haav & Lubi (2001)	Ontologias de alto nível	Descrevem conceitos gerais relacionados a todos os elementos da ontologia (espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação etc.) os quais são independentes do problema ou domínio.
	Ontologias de domínio	Descrevem o vocabulário relacionado a um domínio, como, por exemplo, medicina ou automóveis.
	Ontologias de tarefa	Descrevem uma tarefa ou atividade, como, por exemplo, diagnósticos ou compras, mediante inserção de termos especializados na ontologia.
Quanto ao conteúdo Van-Heijst, Schreiber & Wielinga (2002)	Ontologias terminológicas	Especificam termos que serão usados para representar o conhecimento em um domínio (por exemplo, os léxicos).
	Ontologias de informação	Especificam a estrutura de registros de bancos de dados (por exemplo, os esquemas de bancos de dados).
	Ontologias de modelagem do conhecimento	Especificam conceitualizações do conhecimento, têm uma estrutura interna semanticamente rica e são refinadas para uso no domínio do conhecimento que descrevem.
	Ontologias de aplicação	Contêm as definições necessárias para modelar o conhecimento em uma aplicação.
	Ontologias de domínio	Expressam conceitualizações que são específicas para um determinado domínio do conhecimento.
	Ontologias genéricas	Similares às ontologias de domínio, mas os conceitos que as definem são considerados genéricos e comuns a vários campos.
Ontologias de representação	Explicam as conceitualizações que estão por trás dos formalismos de representação do conhecimento.	

Tabela 1 - Tipos de Ontologias

Fonte: ALMEIDA & BAX (2003)

As ontologias de domínio oferecem benefícios que, segundo Guizzardi (2000, p. 41) privilegiam três áreas principais:

- **Comunicação entre pessoas:** ajudam as pessoas a se comunicarem, sob várias formas, acerca de um determinado conhecimento. As ontologias podem ajudar as pessoas a raciocinar e a entender o domínio do conhecimento e, portanto, estabelecem os parâmetros para a obtenção do consenso numa comunidade profissional sobre o vocabulário técnico a ser usado nas suas interações. Além disso, constituem excelente guia no processo de elicitação do conhecimento existente em diversas fontes.
- **Formalização:** devido à natureza formal da notação usada, a especificação do domínio elimina contradições e inconsistências envolvendo as restrições, resultando, portanto, em

uma especificação não ambígua. Um outro ponto a ser destacado é que, já que é usada uma notação formal, a especificação formalizada pode ser automaticamente verificada e validada através de um provador automático de teoremas. Utilizando um mecanismo de inferência, é também possível derivar novos conhecimentos de forma automática, a partir da base de conhecimento já presente na ontologia.

- **Representação do conhecimento e reuso:** a ontologia forma um vocabulário de consenso e representa o conhecimento do domínio de forma explícita no seu mais alto nível de abstração, possuindo um potencial enorme de reuso. O conhecimento formalizado na camada de domínio pode ser especializado em diferentes aplicações, atendendo a distintos propósitos de diferentes equipes de desenvolvimento, e em diferentes momentos.

No entanto, o uso de ontologias também apresenta alguns problemas, O' Leary (O' Leary 1997 *apud* Guizzardi, 2000) destaca os seguintes: (i) a escolha de uma ontologia é um processo polêmico, já que nenhuma ontologia pode ser totalmente adequada a todos os indivíduos ou grupos. (ii) ontologias não são necessariamente imutáveis, ou seja, considerando que elas representam aspectos de uma realidade possível, em muitos casos elas devem refletir mudanças que se dão no contexto da realidade modelada. (iii) a integração de ontologias de domínio nem sempre acontece através de um processo direto. Considerando que em geral são estruturadas de maneira precisa podem não se integrar efetivamente com outras por vários motivos, desde a similaridade de vocabulário até visões conflitantes do mundo.

2.5.4 Metodologias, métodos e técnicas para o desenvolvimento de ontologias

Para ajudar a fazer uma análise correta dos diferentes procedimentos existentes para construção de ontologias, é importante abrir um parêntesis, para entender as diferenças conceituais entre metodologias, método e técnicas, tomando como base o que foi proposto pelo Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE, que em 1991 estabeleceu o seguinte: **Metodologia** é uma ampla gama de técnicas e métodos integrados que dão origem a uma teoria geral de sistemas a respeito de como uma classe de pensamento deve ser conduzido. Como exemplos, podem-se citar as metodologias desenvolvidas nas áreas de engenharia de software e engenharia do conhecimento; **Método** é um conjunto ordenado de processos e procedimentos utilizados na engenharia de um produto ou na execução de um

serviço; **Técnica** se refere a um procedimento técnico e gerencial utilizado para atingir um dado objetivo.

Das definições acima, conclui-se que uma metodologia é composta por métodos e técnicas, apresentando um maior nível de complexidade e abrangência.

Em relação às metodologias e métodos para construção de ontologias, é notório que ainda não existe uma que seja amplamente aceita, e o que é comum encontrar de fato na literatura são tentativas de explicitar ou documentar técnicas variadas, que são na verdade resultado do conhecimento tácito, referente a este processo.

A apresentação dos métodos e metodologias para construção de ontologias que será feita a seguir obedecerá a um critério cronológico, assim sendo, será apresentada a seguinte seqüência: KACTUS, METHONTOLOGY, 101, Enterprise Ontology, TOVE. Destaca-se que estas duas últimas ontologias, estão voltadas para a modelagem de processos e atividades no campo das organizações.

Conforme citado na seção 1.4, verifica-se uma ausência de padrão nos processos de construção de ontologias e não há ainda uma metodologia consolidada e que seja amplamente aceita. No caso específico de ontologias de domínio, a etapa referente ao mapeamento do conhecimento do domínio, de grande relevância no processo de construção de ontologias, é descrita de forma muito superficial, conforme poderá ser visto na apresentação de alguns métodos e metodologias que serão descritas a seguir. A seleção de ontologias a serem analisadas se baseou na relevância das mesmas e é reforçada pelos critérios de frequência apontados por Silva (2008, p.. 112-123).

a) Metodo de Uschold e King

Segundo USCHOLD et al. (1995) este método se baseou no desenvolvimento da *Enterprise Ontology*, conduzido pelo *Artificial Intelligence Applications Institute - AIAI* da Universidade de Edimburgo. Esta ontologia foi concebida para dar suporte à modelagem de processos empresariais. Os passos de desenvolvimento do método são:

1. Identificação de propósito: definição do porque construir a ontologia e com qual finalidade será utilizada;

2. Construção da ontologia que compreende: a) identificação dos conceitos-chave e dos relacionamentos no domínio de interesse; definição textual e não ambígua dos conceitos e relacionamentos; b) codificação da ontologia, através da representação dos conceitos e relacionamentos acima em uma linguagem formal; e c) questionamento sobre reutilização de ontologias existentes (deve ser feito em paralelo aos dois passos anteriores);
3. Avaliação da ontologia: através de critérios técnicos como verificação da especificação de requisitos, validação das questões de competência, comparação com o mundo real, etc.;
4. Documentação: deve conter toda a descrição do processo, podendo ter formato diferente para tipos distintos de ontologias, mas que será determinante para o reuso da ontologia desenvolvida.

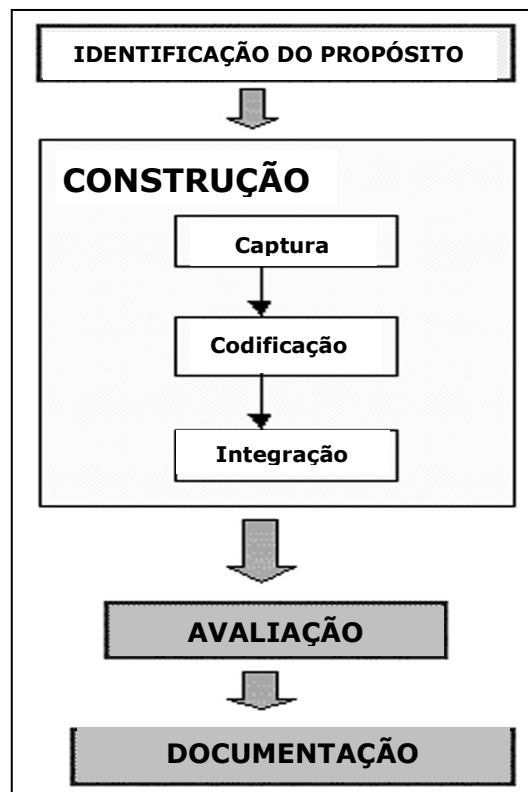


Fig. 4 - Principais passos do método de Uschold e King
Fonte: adaptado de FERNÁNDEZ-LÓPEZ e GÓMEZ-PÉREZ (2002)

A identificação dos conceitos-chave, do passo 2 do método acima descreve a parte referente ao mapeamento do conhecimento do domínio, mas conforme se observa a descrição dada não está baseada em um modelo conceitual, não define a forma como os conceitos-chaves são

obtidos, como os relacionamentos são estabelecidos, nem qual o ferramental teórico que deu suporte à implementação desta etapa.

b) Metodologia de Grüninger e Fox

Esta metodologia apresentada em 1995 é fruto das pesquisas de Michael Grüninger e Mark Fox no Laboratório de Integração Empresarial - IE Lab - da Universidade de Toronto, no Canadá. Foi baseada na experiência de desenvolvimento da ontologia do projeto TOVE – *TO*ronto *V*irtual *E*nterprise, no domínio de processos de negócios e modelagem de atividades. Vale citar que o IE Lab pertence ao Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial, o que ajuda a entender os fundamentos do projeto TOVE, o qual claramente se fundamenta em conceitos de engenharia do conhecimento e em alguns aspectos do CIM - *C*omputer *I*ntegrated *M*anufacturing.

A ontologia é apresentada pelos autores como sendo uma nova abordagem para a área de engenharia de conhecimento, uma vez que a construção de regras do sistema não é obtida a partir do conhecimento do especialista, conforme a abordagem tradicional e sim através da engenharia de ontologias.

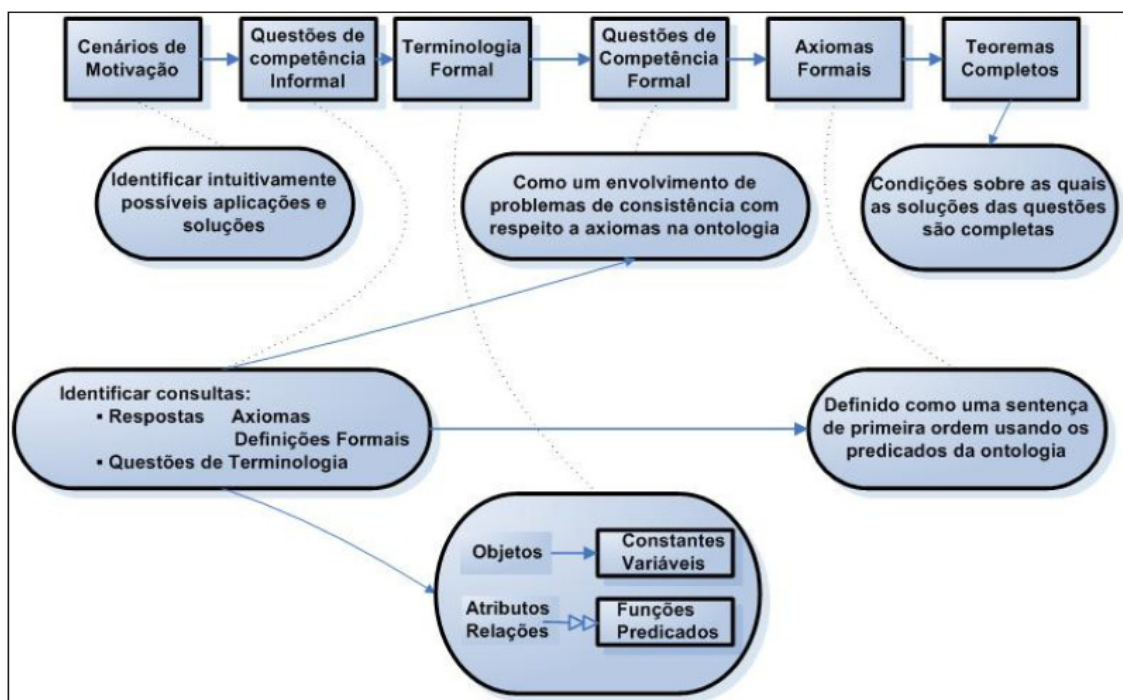


Fig. 5 - Principais passos da metodologia de Grüninger e Fox

Fonte: SILVA (2008) adaptado de FERNÁNDEZ-LÓPEZ e GÓMEZ-PÉREZ (2002)

A proposta do projeto TOVE é desenvolver um modelo organizacional que seja genérico e reutilizável, tendo as seguintes características: a) fornecer uma terminologia comum para as organizações, utilizando lógica de primeira ordem; b) definir o significado de cada termo de uma forma precisa e, tanto quanto possível, sem ambigüidades; c) desenvolver a semântica e um conjunto de axiomas, que habilitem TOVE a deduzir respostas de forma automática para várias questões referentes ao universo do senso comum das organizações, e) definir uma simbologia para representar um termo ou conceito construído a partir de um contexto gráfico.

Segundo Fernández-López & Gómez-Pérez (2002), a metodologia desenvolvida, pode ser descrita conforme abaixo:

1. Descrição de cenários motivacionais: estes cenários são descrições de problemas ou exemplos que não são cobertos adequadamente por ontologias existentes. A partir destes cenários-problemas se chega a um conjunto de soluções possíveis que carregam a semântica informal dos objetos e relações que posteriormente serão incluídos na ontologia;
2. Formulação informal das questões de competência: baseados nos cenários são elaboradas as questões de competência (funcionalidade, generalidade, eficiência, precisão e minimalidade, isto é, número mínimo de objetos ou conceitos que a ontologia deve possuir), com a intenção de que seja possível representá-las e respondê-las usando a ontologia a ser desenvolvida;
3. Especificação dos termos da ontologia numa linguagem formal, obedecendo duas etapas: a) definição de um conjunto de termos/conceitos, a partir das questões de competência. Estes conceitos servirão de base para a especificação numa linguagem formal; e b) especificação formal da ontologia usando uma linguagem de representação de conhecimento, como por exemplo, KIF - *Knowledge Interchange Format*;
4. Descrição formal das questões de competência: descrição das questões de competência usando uma linguagem formal;
5. Especificação formal dos axiomas: criação das regras, descritas em linguagem formal, a fim de definir a semântica dos termos e relacionamentos da ontologia;
6. Verificação da completude da ontologia: estabelecimento de condições que caracterizem a ontologia como completa através das questões de competência formalmente descritas.

Segundo é descrito na metodologia, é utilizada lógica de primeira ordem para definir a terminologia comum no domínio das organizações, desta forma se resolve a questão da formalização, mas fica-se sem compreender que critérios foram utilizados para selecionar estes termos.

Da mesma forma, a representação do conhecimento é feita utilizando uma linguagem de programação, onde a preocupação maior parece ser a interoperabilidade com outras bases de conhecimento, mas igualmente não são fornecidas informações que possam esclarecer como esse conhecimento é modelado. Na definição da semântica dos termos e das regras que vão ditar os relacionamentos entre eles, mais uma vez é utilizada uma linguagem formal.

Portanto, conclui-se que a metodologia de Gruninguer e Fox é sólida quanto aos aspectos da formalização da ontologia, mas é ambígua quanto ao detalhamento das etapas que antecedem ao processo de formalização. A falta deste detalhamento e da indicação dos construtos teóricos nos quais a metodologia se apóia, dificulta a compreensão da mesma e torna difícil a sua reprodução.

c) Método KACTUS

Desenvolvida pela equipe de Amaya Bernaras como parte do projeto Esprit KACTUS (KACTUS, 1996), apresenta um método para desenvolvimento de ontologias voltado para o domínio de circuitos elétricos. Este projeto contou com o suporte de diversas empresas europeias e teve como objetivo principal analisar a possibilidade de modelar e reutilizar o conhecimento de sistemas técnicos complexos a partir do suporte fornecido por ontologias.

Segundo Fernández-López & Gómez-Pérez (2002), o desenvolvimento da ontologia está condicionado ao desenvolvimento da aplicação, ou seja, sempre que uma aplicação é implementada, a respectiva ontologia que contém o conhecimento necessário à aplicação é refinada. A ontologia pode ser desenvolvida a partir da reutilização de outras ontologias existentes, ou ela mesma pode ser integrada a outras ontologias em futuras aplicações.

O método segue as seguintes etapas:

- 1 - Especificação da aplicação, a qual permite conhecer o seu contexto e os elementos que ela pretende modelar. Como resultado obtém-se uma lista de termos e tarefas.

2 - Projeto preliminar que segue a abordagem *top-level* para as categorias ontológicas, onde os termos e tarefas obtidas na primeira fase, servem como dados de entrada para estabelecer as diversas visões do modelo global, definindo assim conceitos, relações e atributos. Nesta etapa, pode-se rastrear ontologias de outras aplicações que possam vir a ser refinadas e utilizadas na nova aplicação.

3 – Refinamento e estruturação final da ontologia até chegar no projeto definitivo.

Conforme é descrito acima, na etapa 1 são obtidos os termos, mas o método não faz considerações sobre como estes termos são selecionados e nem se menciona critérios de validação dos mesmos. A etapa 2 onde é feita a definição das categorias, conceitos, relações e atributos, apenas menciona que é adotada uma abordagem *top-level*, mas não fornece maiores detalhes sobre como é conduzido o processo e nem em que fundamentos teóricos se baseia. Por último, este método não apresenta indícios de utilização de princípios classificatórios.

d) METHONTOLOGY

Metodologia desenvolvida por pesquisadores do laboratório de Inteligência Artificial da Universidade Politécnica de Madri, entre eles FERNÁNDEZ, GÓMEZ-PÉREZ e JURISTO (1997). Baseada em normas de desenvolvimento de software do IEEE, e em metodologias de engenharia do conhecimento. METHONTOLOGY é considerado um *framework* testado com sucesso e confiável que permite definir as atividades que devem ser realizadas na construção de uma ontologia a partir do zero.

Há três grupos de atividades (FIG. 6) que fazem parte deste framework; são eles: atividades de gerenciamento do projeto; atividades de desenvolvimento da ontologia; e atividades de suporte à ontologia.

O *framework* da METHONTOLOGY possibilita a construção de ontologias no nível do conhecimento, incluindo: a) identificação do processo de desenvolvimento da ontologia, b) ciclo de vida com base na evolução do protótipo, c) as técnicas particulares a serem executadas em cada atividade.

No desenvolvimento da ontologia são identificadas as tarefas que devem ser realizadas, tais como: agendamento, controle, garantia de qualidade, especificação, aquisição do

conhecimento, conceitualização, integração, formalização, implementação, avaliação, manutenção e documentação. O ciclo de vida identifica os estágios que a ontologia passa durante seu tempo de vida, e a relação entre este ciclo de vida e o de outras ontologias. Por último, a metodologia especifica as técnicas utilizadas em cada atividade, os produtos resultantes de cada atividade e como estes devem ser avaliados.

As atividades de suporte são desenvolvidas simultaneamente às atividades de desenvolvimento. Faz parte das atividades de suporte, a etapa de aquisição de conhecimento de um dado domínio, no entanto na literatura consultada (FERNÁNDEZ-LÓPEZ; GÓMEZ-PÉREZ; e JURISTO, 1997; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 1999; FERNÁNDEZ-LÓPEZ & GÓMEZ-PÉREZ, 2002; CORCHO et. al, 2003;) não se encontrou maiores detalhes a respeito desta etapa.

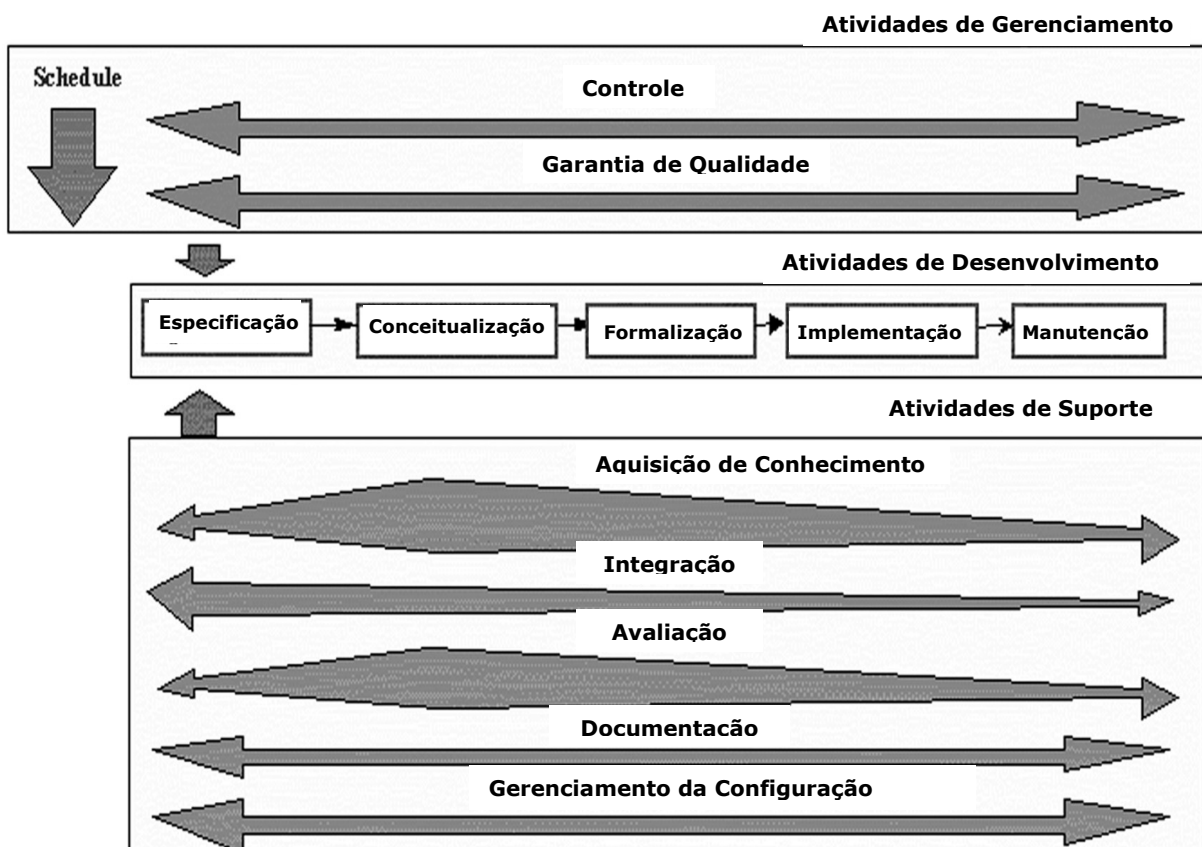


Figura 6 – Ciclo de vida de uma ontologia na METHONTOLOGY
 Fonte: adaptado de FERNÁNDEZ-LÓPEZ e GÓMEZ-PÉREZ (2002)

Esta metodologia apresenta uma abordagem consistente, madura e bastante didática, mas assim como foi constatado nas outras abordagens analisadas, não são dados maiores detalhes de como é implementada a conceitualização, citando-se apenas que tem como

objetivo estruturar o conhecimento do domínio como modelos significativos. Tampouco são descritas as técnicas e os fundamentos teóricos nos quais se baseou a aquisição de conhecimento.

e) Método 101

Segundo este método desenvolvido por Noy e McGuinness (NOY & McGUINNESS, 2001) da Universidade de Stanford – EUA, as etapas recomendadas na construção de uma ontologia são as seguintes:

1º Etapa: Determinar o domínio e o alcance da ontologia. Isto é conseguido através da elaboração de uma relação contendo as questões de competência, ou seja, considerando a base de conhecimento na qual a ontologia está baseada, definir quais questões ela está apta a responder;

2ª Etapa: Considerar a reutilização de ontologias existentes;

3ª Etapa: Relacionar os termos importantes para a ontologia e suas respectivas definições;

4ª Etapa: Definir as classes e suas hierarquias;

5ª Etapa: Definir as propriedades das classes (*slots*) e as relações existentes entre elas;

6ª Etapa: Definir as facetas dos *slots*;

7ª Etapa: Criar as instâncias da ontologia, ou seja, elementos específicos ou dados do domínio.

A 1ª etapa do Método 101 coincide com a afirmação de Souza (2006) que citando autores clássicos da área de classificação, ressalta que toda classificação está relacionada a um determinado propósito, e como tal, este propósito tem que ser claramente definido antes da construção, adaptação ou adoção de uma classificação em qualquer contexto de aplicação visando a recuperação de informação.

Da 3ª à 6ª etapa está-se falando sobre a fase de aquisição de conhecimento sobre o domínio, mas embora sejam especificados os objetivos a serem alcançados, não são descritas as ferramentas nem os processos a serem utilizadas para se atingir estes objetivos. No entanto,

conforme é proposto nesta pesquisa, estas etapas podem ser implementadas através do ferramental da Ciência da Informação, utilizando entre outros, o método analítico-sintético e a teoria do conceito.

2.6 A pesquisa científica no Brasil

O conteúdo aqui apresentado não tem a pretensão de ser um estudo aprofundado sobre a realidade científica brasileira e nem possui a abrangência que um estudo desta natureza requer, uma vez que a realização de estudo com esse nível de densidade demandaria esforços e que estão além do escopo do tema da presente pesquisa de doutorado. A intenção, portanto, é apresentar um breve panorama da pesquisa científica no Brasil.

Se nos Estados Unidos e Europa, somente no século XIX, a ciência passa a ser financiada por grupos industriais e governos (De MEIS & LETA, 1996), na América Latina, somente nos anos 50 e 60, vários países criaram conselhos nacionais de pesquisas para promover e financiar pesquisas científicas, ciência e tecnologia; conseqüentemente, observou-se o aumento nas universidades do investimento em ciência (AYALA, 1995).

A este respeito, é importante considerar que a história da universidade no Brasil é relativamente recente, podendo-se dizer o mesmo da história de pesquisa no Brasil. Data do início do século passado a criação da Universidade de Manaus (1909), hoje conhecida como Universidade Federal do Amazonas. Depois dela vieram a Universidade Federal do Paraná (1912), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (1920), a Universidade Federal de Minas Gerais (1927) e a Universidade de São Paulo (1934), esta última respondeu em 2006 por 28% da produção científica brasileira (<http://www4.usp.br/index.php/a-usp>).

Salienta-se ainda o fato de que o programa de Pós-Graduação da universidade brasileira é muito recente e data da década de 60, o que reforça o fato de que a pesquisa científica no Brasil tem uma trajetória muito curta. A USP destaca-se neste cenário por ser hoje a universidade com maior número de programas de pós-graduação no Brasil.

A seguir é feita uma retrospectiva do cenário brasileiro, iniciando pelo estudo conduzido por Schwartzman (1985), que é considerado um clássico dentro do contexto de delineamento do cenário da pesquisa científica no Brasil. Este estudo focou o desempenho de unidades de

pesquisa, que segundo critério definido pela Unesco, são grupos envolvidos em projetos de pesquisa com duração mínima de um ano e formados por no mínimo um pesquisador sênior e em média por dois assistentes. O estudo de Schwartzman avaliou o desempenho de 288 unidades de pesquisa brasileiras voltadas a várias áreas de conhecimento (ciências biológicas, tecnológicas, exatas, médicas e agrícolas) e apontou na época um total de aproximadamente 5 mil unidades de pesquisa científica que satisfaziam a definição da Unesco. Destas, 60% estavam localizadas em instituições universitárias, 32% em institutos de pesquisa governamentais não universitários, e 8% em empresas orientadas para a produção, públicas ou privadas (mas, em sua maior parte, estatais).

Em relação ao volume de investimentos em P&D realizados em 1982, os dados levantados pelo estudo estão relacionados a seguir em ordem decrescente dos investimentos: 265 milhões de dólares para o Ministério da Agricultura, 111 milhões para o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 106 milhões para o Ministério da Educação e Cultura, 96 milhões para Minas e Energia, e 64 milhões para a Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP. No entanto, a totalidade destes recursos não vai exclusivamente para as atividades de pesquisa e boa parte deles é utilizado para arcar com despesas administrativas. É o caso do CNPq que utilizou 47,1% dos seus recursos na sua administração.

No caso específico da Embrapa, empresa cuja produção científica relativa à cultura do sorgo foi escolhida para aplicação da modelagem do conhecimento científico proposta nesta tese, o estudo revela que em 1982 o seu orçamento total foi da ordem de 142 milhões de dólares, dos quais 30 milhões foram para atividades de “administração e coordenação”, 47 milhões para “fortalecimento da pesquisa agropecuária” e 65 milhões para pesquisas realizadas principalmente nas suas diversas unidades de pesquisas espalhadas pelo Brasil.

Dados mais recentes indicam que o orçamento da empresa foi de R\$ 670 milhões em 2001 e de pouco mais de R\$ 1 bilhão em 2006. Segundo o documento publicado pela Embrapa, intitulado “Balanço Social 2009”, o expressivo apoio do Programa de Fortalecimento e Crescimento da Embrapa (PAC Embrapa) permitiu em 2009 ampliar em 34,17% as receitas da Empresa, que passaram de R\$ 1,35 bilhão para R\$ 1,81 bilhão, o que, em dólares, significa um orçamento superior a US\$ 1 bilhão.

O estudo de Schwartzman destaca que embora a pesquisa esteja fortemente concentrada nos

ambientes universitários, a maior parte dos financiamentos tem sido canalizados para fora deles, principalmente as pesquisas de cunho experimental, que demandam alto volume de recursos. Isto leva a crer que há uma certa predisposição das agências de fomento à ciência e tecnologia a alocar recursos em instituições, cujas atividades de pesquisa possivelmente gozem de maior credibilidade do que as universidades.

Evidentemente passados 25 anos após este estudo, embora muitos traços da pesquisa universitária ainda se mantenham, é percebida uma outra realidade no cenário da pesquisa científica brasileira a qual se encontra em outro nível de desenvolvimento, e qualificação do seu quadro de pesquisadores. Isto não só vale para a pesquisa universitária como também como para os institutos de pesquisa, entre os quais destaca-se a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa.

Para ilustrarmos o foco dado pela Embrapa no alto nível de especialização do seu quadro de funcionários, chama-se a atenção para o fato de em dezembro/2009 a empresa ter publicado edital convocando concurso publico em nível nacional para preenchimento de 697 vagas, a maioria das quais tendo como exigência diplomação em nível de doutorado (Pesquisador) e em nível de mestrado (Analista). Isto revela uma forte orientação da empresa em relação à qualificação técnica do seu quadro de pessoal, orientado para as atividades de pesquisa e suporte à pesquisa.

Por outro lado, citando ainda a Embrapa, diferentemente do que foi assinalado à época pelo estudo de Schwartzman, a empresa possui um plano bem definido de cargos e salários, que permite aos seus funcionários planejar uma progressão na carreira. O seu quadro de pessoal é continuamente avaliado por critérios de produtividade, dentre eles: total de artigos publicados, participação em projetos de pesquisa, participação em palestras e seminários, cursos de aperfeiçoamento e outros.

2.6.1 Institutos de pesquisas agronômicas no Brasil

No Brasil, o processo de institucionalização da pesquisa científico-tecnológica iniciou-se no século XX. O primeiro instituto de pesquisa científica brasileiro de reconhecimento internacional foi o Instituto Oswaldo Cruz, fundado em 1900 no Rio de Janeiro (De MEIS & LETA, 1996).

Um outro instituto de pesquisa com prestígio consolidado é o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), órgão público federal ligado ao Ministério da Ciência e Tecnologia. Em 2009 completou 55 anos de atividades voltadas para a missão de promover a competência, o desenvolvimento de recursos e a infra-estrutura de informação em ciência e tecnologia para a produção, socialização e integração do conhecimento científico-tecnológico do Brasil.

Já no caso dos institutos de pesquisas agronômicos, a história remonta ao século passado. No ano de 1887 foi criada por um decreto de D. Pedro II, a Imperial Estação Agronômica de Campinas, que inicialmente esteve voltada aos estudos da cultura cafeeira, buscando desenvolver variedades adaptadas às condições das diversas regiões brasileiras.

Segundo Salles-Filho (2000), a história dos institutos de pesquisas agrícolas faz parte de momentos importantes da economia e do desenvolvimento do Brasil. Segundo dados da CNA (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil) em 2003 o agronegócio respondia por cerca de 31,5% do PIB nacional, atualmente é o maior responsável pela pauta de exportações brasileiras.

Mais do que números, estes dados refletem o processo de modernização tecnológica da agroindústria nacional do qual participaram ativamente os diversos institutos de pesquisa agronômicos existentes no Brasil (ver Anexo 3).

Os institutos de pesquisas agropecuários têm tido uma atuação pujante no Brasil, e em conjunto têm tido resultados expressivos em ações voltadas ao melhoramento genético de diversas culturas, adaptação de culturas às características específicas de clima e solo das diversas regiões do Brasil, estudo de pragas e doenças visando seu combate e aumento da resistência das culturas a estes elementos nocivos. Destaca-se o importantíssimo papel sócio-econômico que os institutos de pesquisa desempenham através dos seus programas de transferência de novas tecnologias para o pequeno e médio produtor brasileiro. Todos estes esforços de pesquisa têm sido orientados pela busca de sustentabilidade, incremento de produtividade e da competitividade da agropecuária brasileira no cenário internacional.

Destaca-se o papel da Embrapa, que desde sua fundação em 1973, tem transformado profundamente a agricultura brasileira. A empresa é considerada atualmente o maior centro de tecnologia agropecuária tropical do mundo, tendo sido responsável pela inclusão da região

dos cerrados no sistema produtivo, transformando a região em uma das maiores fronteiras agrícolas do mundo. Em 2003, esta região foi responsável por 40% da produção brasileira de grãos. No setor de pecuária, as pesquisas da Embrapa também foram altamente frutíferas, tendo multiplicado por três a oferta de carne bovina e suína, enquanto a de frango experimentou um aumento de dez vezes. A produção de leite, por sua vez aumentou de 7,9 bilhões em 1975 para 21 bilhões de litros, em 2002.

No Anexo 3 estão elencados os principais institutos de pesquisas agrônomicos brasileiros, assim como a descrição sintética da sua área de atuação.

Na próxima seção faz-se uma breve apresentação mais detalhada da Embrapa Milho e Sorgo, empresa escolhida para aplicação da modelagem proposta.

2.6.1.1 Embrapa Milho e Sorgo

Inicialmente conhecida como Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS, este centro de pesquisa foi inaugurado em 1976, aproveitando a infra-estrutura existente do então Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Centro-Oeste (IPEACO). Posteriormente sua denominação foi alterada passando a adotar o nome pelo qual é conhecida até os dias de hoje, Embrapa Milho e Sorgo.

A Embrapa Milho e Sorgo - <http://www.cnpms.embrapa.br> - é uma das 40 unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária espalhadas pelo território brasileiro. Este centro de pesquisa está localizado no km 65 da Rodovia MG 424, que liga Belo Horizonte a Sete Lagoas, esta distante 70 km de Belo Horizonte e 12 km de Sete Lagoas, possui uma área total de 1.933 hectares além de possuir um campo experimental de 125 hectares localizado em Porteirinha, no norte do estado de Minas Gerais.

A unidade dispõe de modernos laboratórios nas áreas de Solos e Nutrição de Plantas, Fisiologia Vegetal, Biologia Molecular, Cultura de Tecidos, Entomologia, Fitopatologia, Análise de Sementes, Microbiologia e Agrometeorologia. Conta ainda com um centro de processamento de dados, uma pequena gráfica e uma ilha de edição de vídeo. Essa infra-estrutura, além de atender às necessidades da Unidade, presta serviços ao público externo, realizando serviços diversos.

A empresa conta com 300 funcionários, dos quais 170 dedicados a atividades de pesquisa. As atividades de pesquisa se concentram nos seguintes núcleos: Núcleo de Recursos Genéticos e Desenvolvimento de Cultivares; Núcleo de Desenvolvimento de Sistemas de Produção; Núcleo de Pesquisa em Fitossanidade; Núcleo de Biologia Aplicada; Núcleo de Água, Solo e Sustentabilidade Ambiental. A atuação da empresa pode ser resumida através da sua missão: “Viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura em benefício da sociedade brasileira”. Os valores que balizam as práticas e os comportamentos da Embrapa e de seus integrantes e representam as doutrinas essenciais e duradouras da empresa são: Excelência em pesquisa e gestão; Responsabilidade sócio-ambiental; Ética; Respeito à diversidade e à pluralidade; Comprometimento; Cooperação. Os objetivos estratégicos a serem alcançados pela empresa podem ser entendidos através da sua visão: “Ser um dos líderes mundiais na geração de conhecimento, tecnologia e inovação para a produção sustentável de alimentos, fibras e agroenergia”. É importante ressaltar que a Embrapa é considerada centro de excelência em pesquisa agropecuária, sendo que a unidade de Sete Lagoas é responsável pelo programa de pesquisas das culturas de milho e sorgo.

2.7 Implicações para a pesquisa

A partir da análise das diversas abordagens apresentadas na seção 2.1.2, voltadas à representação do conhecimento, é notório que existe um traço comum entre elas. Percebe-se nestas abordagens que representar conhecimento implica necessariamente em estabelecer conceitos de um dado domínio e definir os relacionamentos existentes entre estes conceitos.

Embora o ferramental para representar o conhecimento utilizado na Ciência da Informação, seja diferente daquele utilizado na Ciência da Computação, a modelagem desenvolvida nesta pesquisa de doutorado adota também a mesma lógica vista nas abordagens acima, ou seja, busca também estabelecer os conceitos do domínio, neste caso, o da cultura do sorgo, organizar estes conceitos através de uma estrutura semântica e definir os relacionamentos entre os mesmos. Na concretização deste objetivo, tanto a teoria do conceito como o método analítico-sintético oferecem os subsídios necessários que permitirão mapear e estruturar o conhecimento do domínio, conferindo-lhe o conteúdo semântico necessário. Ambos os instrumentos têm sido utilizados pelos cientistas da informação, que tem comprovado a eficiência destas técnicas, na agregação de valor semântico a estruturas informacionais.

O compromisso ontológico, premissa importante para a validação de ontologias, é garantido pelo *expertise* dos pesquisadores do sorgo da Embrapa, conforme detalhado no capítulo 5. Os pesquisadores deste centro de pesquisa, autores dos artigos científicos analisados, têm construído uma trajetória de pesquisa de prestígio, reconhecida pelos seus pares. É este mesmo fato que garante que a produção científica dos mesmos atenda aos requisitos enunciados pela garantia literária e científica.

A apresentação de aspectos referentes ao conhecimento científico e ao papel dos institutos de pesquisa no Brasil se justifica no contexto desta pesquisa, considerando o fato de que a modelagem para organização e representação do conhecimento proposta neste trabalho, foi utilizada para modelar o conhecimento científico produzido por um instituto de pesquisa agropecuário brasileiro, tarefa que foi realizado adotando como material de referência os artigos científicos elaborados pelo seu corpo de pesquisadores, os quais descrevem aspectos diversos das pesquisas desenvolvidas com a planta do sorgo.

Os canais de comunicação científica utilizados pelos pesquisadores assim como a importância dos mesmos para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento científico, conferem autoridade e validam a utilização dos artigos científicos como materiais de referência, por serem representativos do conhecimento que emana das atividades de investigação científica.

3 - METODOLOGIA DE PESQUISA

As seções apresentadas neste capítulo abordam os seguintes assuntos: contexto institucional da pesquisa, natureza e tipologia da pesquisa, escolha da empresa onde será aplicada a modelagem proposta, recorte da pesquisa no contexto do domínio estudado, etapas da abordagem proposta para modelagem do conhecimento científico, aplicação da modelagem desenvolvida, e avaliação dos resultados com a participação dos pesquisadores da área da cultura do sorgo.

3.1 Contexto institucional da pesquisa

Na seção 1.4 cita-se que é freqüente encontrar na literatura técnica, pesquisas voltadas à gestão do conhecimento organizacional. No entanto, existe um tipo particular de conhecimento representado pelas atividades de pesquisa científica que tem sido ainda pouco explorado pelos pesquisadores da Ciência da Informação. A descoberta deste nicho de pesquisa impulsionou a decisão que levou ao desenvolvimento da modelagem do conhecimento científico aqui proposta.

A decisão acima levou imediatamente à necessidade da escolha de uma organização onde as atividades de pesquisa não representassem uma atividade periférica ou secundária como ocorre em muitas empresas que possuem na sua estrutura organizacional o setor de pesquisa e desenvolvimento, o qual acaba sendo somente mais um entre os diversos setores da empresa. Este projeto de tese teve portanto por objetivo selecionar uma organização onde as atividades de pesquisa científica fossem a sua atividade principal ou atividade fim, e cujo conhecimento científico produzido pudesse servir de base para a modelagem proposta. Orientados por esta premissa, iniciou-se a prospecção de uma empresa com estas características.

Uma vez definida a modelagem para representação do conhecimento científico (ver seção 3.4), o projeto desta pesquisa foi apresentado a algumas empresas, entre elas, uma das unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. A unidade contatada desenvolve pesquisas das culturas do milho e sorgo, sendo que sua Chefia de Pesquisa e Desenvolvimento acolheu o presente projeto de pesquisa, proporcionando livre acesso às suas

instalações, localizadas próximas à cidade de Sete Lagoas (MG).

É importante destacar que a oportunidade de desenvolver a etapa aplicada desta pesquisa na Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária foi bastante positiva, por se tratar de uma empresa de pesquisa de ponta e cujo corpo diretivo e técnico conta com pesquisadores (mestres, doutores e pós-doutores) comprometidos com o desenvolvimento científico e sensíveis às demandas típicas do universo científico.

Delimitação do domínio a ser pesquisado

Uma das definições de ontologia, afirma que ela trata do estudo do Ser. Conforme mencionado acima, ao estudar o Ser deve-se buscar a melhor maneira de aproximação e de se estabelecer um contato com o mesmo, de forma a permitir conhecê-lo com profundidade, tendo em mente, porém, conforme citado por Morin (2007, p. 7) uma limitação incontestável que fica evidenciada pela incompletude de qualquer conhecimento. Esta busca, no entanto, não deve se eximir de encontrar caminhos que conduzam a uma boa compreensão da essência do Ser e das suas características.

Foi citado acima que a unidade da Embrapa em Sete Lagoas concentra as suas atividades de pesquisa nas culturas do milho e sorgo. Em função disto, inicialmente tinha-se em mente modelar todo o conhecimento científico relativo às pesquisas destas duas culturas, mas posteriormente após contato com o grupo de pesquisadores da empresa, descobriu-se que embora as atividades de pesquisa se dêem em um contexto multidisciplinar, por meio de equipes formadas por pesquisadores que atuam nas diversas frentes de pesquisa, verifica-se que na prática, alguns especialistas orientaram suas pesquisas com um foco maior na cultura do milho e um outro grupo atua com um foco maior nas pesquisas da cultura do sorgo.

Esta constatação acabou naturalmente estabelecendo um recorte para o trabalho aqui apresentado, dentro do universo de pesquisas agropecuárias. Assim, o autor desta pesquisa fez um recorte, delimitando o domínio a ser estudado, focando a modelagem desenvolvida no contexto do conhecimento científico referente às pesquisas da cultura do sorgo.

Vale ressaltar que até o primeiro trimestre do ano 2010 não havia ainda sido desenvolvida pela Embrapa, a árvore do conhecimento referente ao sorgo, enquanto a da cultura do milho

estava ainda em fase de estruturação. Em função desta carência, o autor desta pesquisa foi encorajado pelos pesquisadores da instituição a concentrar na cultura do sorgo a aplicação da modelagem do conhecimento.

Soma-se a isto o fato de, após contatos feitos junto às bibliotecárias responsáveis pelas bibliotecas da sede da Embrapa em Brasília e da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas, ter sido constatada a inexistência de um glossário técnico ou um tesouro que contenha termos específicos referentes à cultura do sorgo. Foi feita também uma ampla pesquisa na internet na tentativa de localizar algum glossário específico da área, porém esta busca apresentou apenas glossários que abordavam aspectos genéricos de agronomia, sem apresentar maiores especificidades voltadas para o sorgo.

Diante do exposto, pode-se concluir que a presente pesquisa de doutorado, oferece também uma contribuição relevante para a Embrapa, ao implementar uma árvore de termos que revelam as particularidades do sorgo.

3.2 Descrevendo a natureza e tipologia da pesquisa

Para compreender a natureza desta pesquisa, foi adotada a abordagem proposta por Gil (GIL, 2006, p. 26), que especifica que os métodos científicos de pesquisa podem ser classificados em dois grandes grupos: 1) Métodos que proporcionam as bases lógicas da investigação e 2) Métodos que indicam os procedimentos técnicos da investigação.

Ao primeiro grupo pertencem os métodos dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo, dialético e fenomenológico. Considerando estes métodos pode-se afirmar que a presente pesquisa está orientada segundo o *método fenomenológico* que considera que o mundo é criado a partir da consciência do sujeito ou observador. No contexto da relação objeto-sujeito, a fenomenologia dá um destaque ao sujeito no processo de construção do conhecimento, e a realidade não é vista como algo objetivo e único, mas como algo subjetivo e passível de várias interpretações, emergindo a partir dos mecanismos da consciência do sujeito. É importante ressaltar que na presente pesquisa, consideram-se dois sujeitos: o primeiro sujeito é representado pelo especialista da área do sorgo que realiza experiências diretamente nos campos de cultivo assim como nos laboratórios de pesquisas, gerando análises que são frutos das suas observações e que somadas às inferências baseadas no seu conhecimento teórico, contribuem

para a geração de novos conhecimentos que são agregados ao corpus teórico do domínio. Estes conhecimentos são posteriormente relatados através dos canais de divulgação científica. O segundo sujeito é o próprio autor desta pesquisa de doutorado, que na posição de observador, busca analisar, desconstruir e posteriormente reconstruir o conhecimento gerado pelo primeiro sujeito e que se encontra registrado nos artigos científicos por ele produzidos.

Ao propor um modelo para organizar e representar o conhecimento de um domínio, esta pesquisa especifica detalhadamente os elementos que estruturam um domínio e como eles se inter-relacionam. Este processo de compreensão dos elementos formadores dessa realidade é resultado de interpretações diversas, especialmente a partir da produção do conhecimento pelos pesquisadores e da análise do doutorando, a respeito de como um domínio é estruturado, ou como ele se apresenta à consciência.

Retornando ao pensamento de Gil, ao segundo grupo, acima citado, pertencem os métodos experimental, observacional, comparativo, estatístico, clínico e monográfico. Considerando estes procedimentos técnicos, conclui-se que o a presente pesquisa lançou mão do *método observacional*, pois ao analisar o conhecimento produzido por um domínio, visando construir o modelo proposto, está-se observando eventos que já aconteceram e que influenciaram a formação do corpus teórico daquele domínio.

Gil (2006, pag. 43) explica que as pesquisas podem ser classificadas quanto aos seus objetivos específicos e finalidades, e neste perfil enquadram-se as pesquisas exploratórias, descritivas e explicativas. Baseado neste critério, a presente pesquisa enquadra-se como *pesquisa exploratória*. Conforme citado anteriormente, esta pesquisa de doutorado busca desenvolver uma modelagem detalhada para a organização do conhecimento de um domínio, etapa que se verifica ser descrita de forma pouco aprofundada na literatura, embora seja um elemento relevante no processo de construção de ontologias.

Na fase de planejamento da pesquisa consideram-se elementos importantes, os procedimentos utilizados na coleta de dados e outros subsídios importantes para a pesquisa. Esta coleta pode ser feita basicamente a partir de fontes escritas ou a partir de dados fornecidos por pessoas. No caso de fontes escritas, Gil (2006) dá destaque para a pesquisa bibliográfica e documental; já no outro caso, destacam-se a pesquisa experimental e a pesquisa *ex-post-facto*. Levando em conta que foi realizado um extenso trabalho de consulta documental, e considerando os procedimentos técnicos, a presente investigação pode ser considerada como uma pesquisa

documental.

A este respeito vale destacar que a bibliografia consultada representou fonte de dados importante em dois momentos distintos da pesquisa: primeiramente utilizando a literatura técnica da área, onde através da análise de diversos métodos de construção de ontologias, pode-se detectar a fragilidade destes métodos quanto ao detalhamento da fase de mapeamento do conhecimento, em um segundo momento, a bibliografia composta de artigos científicos referente à cultura do sorgo, se mostrou importante para entender e mapear o conhecimento científico produzido a partir dos estudos e experiências ligadas a esta planta.

A pesquisa aqui apresentada enquadra-se como *pesquisa aplicada*, uma vez que busca aplicar a modelagem desenvolvida na organização e representação do conhecimento da cultura do sorgo, descrita através da produção científica de um centro de pesquisa do setor agropecuário.

Por último, entende-se que o enfoque da pesquisa e os resultados obtidos a caracterizam tipicamente como uma *pesquisa qualitativa*, uma vez que a eficiência da modelagem proposta apesar de comprovada, não pode ser aferida quantitativamente.

Segue-se a apresentação do problema básico da pesquisa ora apresentado. Embora não exista um consenso em relação a uma metodologia adequada para construção de ontologias (FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al, 1997; SILVA, 2008), ao analisar os diversos métodos para construção de ontologias, entre eles Enterprise Ontology (USCHOLD e GRÜNINGER, 1996), 101 (NOY e GUINNESS, 2001) e as metodologias propostas pelo projeto TOVE (FOX e GRÜNINGER, 1997), e a Methontology (FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al, 1997), verifica-se algumas variações na abordagem adotadas por cada uma delas. No entanto, para o caso específico de ontologias de domínio, o processo de construção deve contemplar as seguintes etapas: aquisição de conhecimento, conceitualização, representação através de uma linguagem formal e avaliação ao longo das etapas de construção da mesma.

Por outro lado, chama a atenção o fato de que embora a construção de uma ontologia de domínio tem como pré-requisito a realização do mapeamento do domínio, no qual está incluído o processo de aquisição de conhecimento, nas metodologias encontradas na literatura não se encontram explicitados detalhes sobre este processo de forma a permitir uma completa compreensão das técnicas utilizadas.

Sabe-se, contudo que o processo de aquisição de conhecimento é uma etapa complexa, pois trata de responder questões que dizem respeito à delimitação e compreensão da natureza e essência do Ser ou domínio, assim como aspectos que irão definir a abordagem científica mais adequada e que permita estudá-lo melhor. Assim sendo, as seguintes questões precisam ser respondidas:

- a) Qual é o domínio? Como se delimita o domínio ou Ente que se deseja estudar? De que forma se deve cientificamente olhar e fazer a aproximação?
- b) Como captar a essência desse domínio e do conhecimento do domínio? Como se consegue aprender e apreender a sua essência?
- c) Como capturar os entes formadores desse domínio, assim como suas características?

É importante lembrar que o domínio que se pretende modelar é representado pelo conhecimento no segmento agropecuário que se origina a partir de pesquisas científicas de ponta ligadas à cultura do sorgo.

3.3 Considerações sobre modelagem

Conforme já citado a proposta desta pesquisa de doutorado é desenvolver uma modelagem para organizar e representar o conhecimento de um dado domínio. A seção 3.4 descreve as diversas etapas que fazem parte da modelagem. O domínio escolhido no qual será aplicada e testada a modelagem é o do conhecimento científico referente às pesquisas agropecuárias focadas na cultura do sorgo.

Uma vez escolhido o domínio, a decisão seguinte é definir qual a abordagem científica que irá permitir fazer a aproximação mais adequada das entidades que se deseja modelar. A respeito da abordagem a ser adotada, é importante fazer uma breve retrospectiva histórica a respeito dos paradigmas científicos que nortearam a ciência.

No século XVII durante a chamada Revolução Científica, Descartes, Bacon e Newton apresentaram um método para o estudo dos fenômenos e teorias. Segundo esta proposta o estudo dos fenômenos não poderia ser feita adotando uma visão global ou macro sob o risco de o nível de complexidade do fenômeno, acabar inviabilizando a sua apreensão e

compreensão. Portanto, a alternativa mais indicada seria dividir ou reduzir o fenômeno em partes menores, e focar a análise nas propriedades de cada uma destas partes constituintes, a fim de buscar a verdade ou a falsidade. A premissa vigente estabelecia que uma vez analisadas as partes, poderia-se chegar à compreensão do todo. Esta abordagem deu origem ao chamado paradigma reducionista que predominou nos métodos científicos durante os séculos seguintes e que ainda hoje é utilizado. Um dos legados de maior impacto deixados por esta abordagem foi a fragmentação do conhecimento através da divisão das disciplinas, criando a segmentação dos saberes e a especialização.

Outro legado deixado por este paradigma é o princípio da separabilidade entre o observador e a sua observação, a qual sustenta que é possível o observador agir de forma isolada e sem exercer nenhuma influência sobre o objeto ou fenômeno observado.

Na década de 1950, Bertalanffy (1975) formulou a Teoria Geral dos Sistemas, que parte da constatação de que a maior parte dos objetos da física, da astronomia, da biologia, da sociologia, átomos, moléculas, células, organismos, sociedades, astros, galáxias formam sistemas, ou seja, formam conjuntos de partes diversas que constituem um todo organizado. Desta forma foi retomada a idéia, freqüentemente formulada no passado, de que o todo é mais que o conjunto das partes que o compõem.

O foco norteador deste paradigma é o conceito de sistema. Os objetos são modelados com base no conceito de sistema, ao invés de serem modelados como partes isoladas, conforme sugeria o método adotado pelo paradigma reducionista. O paradigma sistêmico conduz a uma forma lógica de apreensão da realidade. É importante destacar que ao se formular sistemas, não se busca obter um reflexo do mundo real, mas sim a descrição ou destaque daqueles traços da realidade, através dos quais é possível perceber aspectos que descrevem sua ordem, processos, atividades e funcionalidades que em conjunto apontam para os objetivos do sistema.

Nestes termos, pode-se definir sistema como uma coleção de entidades ou coisas relacionadas ou conectadas de tal modo que formam uma unidade ou um todo, que propicia a consecução de algum fim lógico a partir das suas interações conjuntas. Cada componente se relaciona pelo menos com alguns outros, direta ou indiretamente, de modo mais ou menos estável, dentro de um determinado período de tempo, formando uma rede causal. Destaca-se o fato de

que a organização em sistema produz qualidades ou propriedades desconhecidas das partes concebidas isoladamente.

Diferente da concepção cartesiana, que fragmenta a realidade em partes que supostamente compõe o todo, a teoria sistêmica vê o mundo como um processo e não como uma estrutura. Segundo esta ótica, não existe somente adaptação dos seres vivos, mas integração, auto-organização e transcendência. A totalidade de um sistema organizado não é somente a somatória das partes que o compõe, mas resulta da interação e interdependência de suas partes.

O estudioso Jean-Louis Le Moigne (1977) também apresentou críticas ao paradigma reducionista mostrando que ele não possibilita modelar todos os fenômenos, pois, quando se estuda um dado problema, excluindo a sua complexidade, incorre-se no erro de eliminar grande parte da riqueza do fenômeno. Afirma ainda que objetos ou fenômenos não podem ser explicados a partir de um número reduzido de elementos constituintes, e nem seu comportamento pode ser descrito através de características numeráveis.

Às críticas de Le Moigne, somam-se a posição de diversos estudiosos que demonstraram que alguns fenômenos não podem ser explicados pelo paradigma reducionista, pois sua natureza é de ordem probabilística. A este respeito, verifica-se que o conhecimento que emana a partir das experiências científicas do sorgo envolve a ocorrência de uma série de eventos cuja natureza é de ordem probabilística e não podem ser previstas de forma determinística.

Alguns eventos do sorgo que possuem características probabilísticas são: perfil dos genótipos, textura do endosperma, absorção de fósforo pela raiz, tolerância ao alumínio tóxico, teor de matéria seca, efeitos provocado pelo pH baixo do solo, efeito de aditivos na qualidade da silagem, efeitos do estágio de maturação, etc.

Deixa-se explícito que a modelagem para representação do conhecimento do sorgo adota como referência os princípios do paradigma sistêmico. Esta abordagem é bem propícia à natureza do fenômeno que se deseja modelar, já que está se propondo uma modelagem orientada ao sistema de produção do sorgo, ou seja, um sistema orgânico aberto que apresenta interação com o meio e as diversas variáveis que dele fazem parte.

Neste contexto considera-se na modelagem não apenas a morfologia do sorgo, mas também aspectos ligados às suas funcionalidades, assim como os mecanismos de interação entre o

sorgo e o ambiente que o rodeia. Pode-se afirmar que esta proposta não se limita à modelagem de um ser vivo, mas conduz a uma compreensão mais ampla, isto é, a modelagem de um sistema vivo.

3.4 - Etapas da abordagem proposta para modelagem do conhecimento científico

A seguir serão apresentadas as etapas que constituem a modelagem proposta pela presente pesquisa. À medida que as etapas forem sendo apresentadas serão tecidos comentários que respaldam e fundamentam as ações inerentes a cada uma delas.

Conforme foi mencionado anteriormente, ao se adotar como objetivo de pesquisa o desenvolvimento de uma modelagem para representação do conhecimento de um domínio específico, tinha-se em mente oferecer subsídios para a implementação de uma etapa importante da construção de uma ontologia de domínio. De forma resumida, relaciona-se a seguir as etapas que compõem a modelagem para representação do conhecimento científico:

1. Levantamento de insumos
 - a. Pesquisadores
 - b. Fontes de informação
 - c. Produção literária
 - d. Veículos utilizados na divulgação científica
2. Análise dos artigos científicos
 - a. Divisão do texto em partes menores
 - b. Divisão do texto criando enunciados significativos
3. Organização do conhecimento do domínio utilizando o método analítico-sintético
4. Avaliação final do modelo conceitual junto aos especialistas

3.4.1 – Levantamento de insumos

Para se cumprir o objetivo de modelar o conhecimento científico, é primordial entender como ele é produzido, ou seja, é necessário conhecer os elementos e insumos que participam do

processo de construção do conhecimento científico. Faz parte deste processo, a identificação e acesso a fontes confiáveis e atualizadas que reflitam de forma abrangente o conhecimento teórico e prático desenvolvido e registrado naquele domínio.

É igualmente importante conhecer a forma como esse conhecimento é compartilhado ou divulgado entre os membros de uma dada comunidade. Conforme citado por diversos estudiosos, é prática corrente em quase todos os ramos da ciência, divulgar os resultados de pesquisas através de artigos científicos, com esta finalidade são utilizados veículos como periódicos, revistas científicas, congressos, seminários e palestras entre outros.

Os elementos e insumos utilizados na modelagem do conhecimento considerados nesta pesquisa foram:

- Pessoas ligadas diretamente às atividades de pesquisa no domínio de interesse, e que por serem especialistas no domínio possuem reconhecido prestígio dentro da comunidade científica a que pertencem. Representam, portanto, fontes primárias de alta confiabilidade.
- No caso do conhecimento já publicado, recorreu-se à biblioteca da Embrapa Milho e Sorgo, que armazena registros desta produção, independente do suporte utilizado (livros, manuais, anais de congresso, CD-ROM, DVD, revistas especializadas, periódicos, vídeos, etc.).
- No caso do conhecimento novo ou recente é importante conhecer os veículos de divulgação, que por gozarem de reconhecido prestígio no seio de uma dada comunidade científica, são os mais utilizados por ela na comunicação oral ou escrita dos seus resultados de pesquisa. Entre estes citam-se os veículos clássicos como congressos e seminários, chegando até- os veículos eletrônicos, como as comunidades virtuais, fóruns e listas de discussão na internet.

Cada um destes insumos acima é descrito detalhadamente a seguir:

3.4.1.1 Pesquisadores

O primeiro passo foi identificar na própria Embrapa, o corpo de pesquisadores que estava

diretamente ligado a pesquisas da cultura do sorgo. A localização destas pessoas-chave permitiria identificar os especialistas do domínio estudado e que posteriormente exerceriam função importante na etapa de verificação e avaliação do modelo conceitual desenvolvido neste trabalho de pesquisa. Assim sendo, identificamos este grupo de pessoas, formada por quatro pesquisadores (3 seniores e um pleno), que têm apresentado produção científica intensa, sendo que boa parte dos artigos científicos é feita em co-autoria.

PESQUISADOR	ARTIGOS	%
José Avelino S. Rodrigues Nome em citações bibliográficas: RODRIGUES, J. A. S.	16	48,5 %
Robert Eugene Schaffert Nome em citações bibliográficas: SCHAFFERT, R. E.	9	27,3 %
Flávio Dessaune Tardin Nome em citações bibliográficas: TARDIN, F. D.	7	21,2 %
Carlos Roberto Casela Nome em citações bibliográficas: CASELA, C. R.	1	3,0 %

Tabela 2 – Pesquisadores do sorgo na Embrapa

Segue abaixo uma breve descrição das especialidades de cada pesquisador:

José Avelino S. Rodrigues <http://lattes.cnpq.br/0466178579226533>

Doutorado em Agronomia / Genética e Melhoramento de Plantas - Univ. de São Paulo

Mestrado em Fitotecnia / Produção Vegetal - Univ. Federal de Viçosa

Robert Eugene Schaffert <http://lattes.cnpq.br/3329917469139420>

Pós-Doutor em Genética - Purdue University

Doutorado em Genética / Cruzamento de Plantas - Purdue University

Mestrado em Genética e Melhoramento Vegetal - University of Nebraska

Flávio Dessaune Tardin <http://lattes.cnpq.br/8691757615547797>

Doutor em Produção Vegetal - Univ. Estadual do Norte Fluminense

Mestrado em Produção Vegetal - Univ. Estadual do Norte Fluminense

Carlos Roberto Casela <http://lattes.cnpq.br/7570288921483888>

Doutorado em Fitopatologia. - Texas A&M University System, TAMUS

Mestrado em Fitomelhoramento.- Universidade Federal de Pelotas

Cabe ressaltar que, além da Embrapa, existem outros centros de pesquisa que dedicam parte das suas atividades à pesquisa do sorgo, entre elas destacam-se: a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, que é um órgão subordinado à Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do governo estadual; o Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa - UFV; Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras - UFL; O Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, fundado em 1887, é um órgão de pesquisa da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, tem sua sede no município de Campinas - SP. A Instituição tem como missão gerar e transferir ciência e tecnologia para o negócio agrícola, visando à otimização dos sistemas de produção vegetal e ao desenvolvimento sócio-econômico com qualidade ambiental.

No entanto a Embrapa Milho e Sorgo é referência nacional em pesquisas ligadas a estas duas culturas. O trabalho aqui apresentado concentrou-se na produção científica deste centro de excelência.

3.4.1.2 Fontes

A biblioteca da unidade da Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas – MG) possui no seu acervo diversas pastas, que são criadas individualmente para cada pesquisador da instituição.

O objetivo destas pastas é registrar a produção científica de cada pesquisador, e nelas são armazenados fisicamente os projetos nos quais houve participação dos pesquisadores, assim como todos os artigos científicos publicados. O acesso na íntegra a estas pastas, que representam fontes relevantes, foi disponibilizado para a análise, para o autor desta pesquisa.

3.4.1.3 Veículos utilizados na comunicação científica

A análise dos veículos de comunicação utilizados pelos membros da comunidade científica ligada ao sorgo, para divulgação e publicação das suas pesquisas é um parâmetro significativo, uma vez que é esta própria comunidade que confere ou não credibilidade ao veículo, o que se reflete tanto na qualidade quanto na quantidade da produção científica

publicada em cada veículo. Dentro desse contexto, foram identificados congressos, publicações, periódicos nacionais e internacionais que reconhecidamente gozam de alto prestígio no seio desta comunidade.

O levantamento dos artigos científicos relativos às pesquisas do sorgo, revelou que os periódicos mais utilizados pelos pesquisadores desta cultura, no período de 2006 a 2008, foram a Revista Brasileira de Milho e Sorgo e o Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, cada um com 42,9% das publicações respectivamente.

Em relação ao papel dos congressos no âmbito da comunicação científica, cumpre destacar o seu importante papel na comunicação formal. Neste contexto, as sessões dedicadas à apresentação oral dos trabalhos científicos viabilizam a divulgação dos avanços obtidos em uma dada área, permitindo ainda que se estabeleça um rápido *feedback* entre o pesquisador e o público, geralmente composto por também por pesquisadores.

Anais de congresso, outrora comumente publicados em mídia impressa, e atualmente distribuídos em mídia eletrônica, como CD-ROM, oferecem a vantagem de registrar a produção científica do evento, potencializando seu poder de divulgação após o evento, entre o público não participante.

O levantamento dos artigos científicos relativos às pesquisas do sorgo revelou que os Congressos onde houve maior participação dos pesquisadores da Embrapa, no período de 2006 a 2008, foram o Congresso Nacional de Milho e Sorgo com 66,8% de artigos apresentados e o Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas com 33,2%. Esta mesma seção apresenta de forma mais detalhada o perfil dos periódicos e congressos, objetivos e a área de concentração de cada um deles, utilizados como veículos de comunicação científica pelos pesquisadores da Embrapa.

Os veículos de comunicação assim como os respectivos totais de publicações produzidas pelos pesquisadores da Embrapa, na área do sorgo, estão relacionados na tabela 3.

VEÍCULO DE DIVULGAÇÃO (PERIÓDICOS)	Artigos	No total de artigos %	Total por Periódico %
Revista Brasileira de Milho e Sorgo	6	26,1 %	42,9 %
Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia	6	26,1 %	42,9 %
Theoretical and Applied Genetics	1	4,3 %	7,1 %
Nature Genetics	1	4,3 %	7,1 %

Tabela 3 – Comunicação científica via Periódicos

VEÍCULO DE DIVULGAÇÃO (CONGRESSOS)	Artigos	No total de artigos %	Total por Congresso %
Congresso Nacional de Milho e Sorgo	6	26,1 %	66,8 %
Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas	3	13,0 %	33,2 %

Tabela 4 – Comunicação científica via Congressos

A seguir é feita uma breve descrição dos objetivos e perfis das publicações acima citadas:

Revista Brasileira de Milho e Sorgo

Trata-se de uma publicação quadrimestral (abril, agosto, dezembro) da Associação Brasileira de Milho e Sorgo – ABMS que tem por objetivo publicar artigos científicos originais de todas as áreas referentes às culturas do milho, sorgo e espécies afins que sejam significativos para o desenvolvimento das ciências agrárias e do agronegócio.

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

É um periódico científico publicado bimestralmente pela Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, ligada à Escola de Veterinária da UFMG. O periódico publica desde 1943 artigos originais de pesquisa sobre temas de medicina veterinária, zootecnia, tecnologia e inspeção de produtos de origem animal e áreas afins relacionadas com a produção animal. É indexado na base SCIELO além das principais bases de dados da área: Medlars, Lilacs, ISI, Referatvnyi Zhurnal e Bibliografia Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.

Theoretical and Applied Genetics

Periódico internacional editado pela Springer, publica pesquisas originais em todas as áreas-chaves da genética de plantas, incluindo genomas e biotecnologia de plantas.

Nature Genetics

Periódico internacional, editado pela Springer, publica pesquisas de altíssimo nível na área de genética.

Congresso Nacional de Milho e Sorgo

É considerado um evento-referência nas discussões técnicas sobre as duas culturas e que acontece desde a década de 50. Tradicionalmente, participam pesquisadores, professores, estudantes, produtores rurais, empresários ligados ao agronegócio, representantes de multinacionais que trabalham com milho e sorgo, entre outros segmentos.

Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas

Organizado pela Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas – SBMP, trata-se de um congresso bianual que em 2009 encontrava-se na sua 5ª edição. Tem como objetivos agregar os pesquisadores brasileiros de plantas de instituições públicas e privadas, e estimular as pesquisas na área de melhoramento genético vegetal.

3.4.1.4 Produção literária

O levantamento inicial do material analisado foi realizado considerando o suporte teórico proposto por Barité (BARITÉ, 2007) referentes à garantia literária e científica, o qual foi detalhado na seção 2.4.

Sendo o objetivo desta pesquisa desenvolver uma modelagem para organização do conhecimento de um domínio, ressalta-se aqui que alinhando-se com os pressupostos da garantia literária, a organização do conhecimento não foi feita baseada unicamente em critérios pré-estabelecidos de classificação do conhecimento e sim principalmente adotando-se como base os assuntos registrados na própria literatura.

Considerou-se o critério proposto por Barité, referente ao perfil de documentos que devem ser tomados como referência na análise do conhecimento de um domínio. A presente pesquisa

assumi que, quando analisada sob a ótica da garantia literária e científica, a produção científica dos pesquisadores citados na seção anterior é bastante significativa e representativa do conhecimento produzido nas pesquisas ligadas à cultura do sorgo. Este conhecimento encontra-se registrado nos artigos científicos e relatórios técnicos que foram localizados na pasta de cada pesquisador. Outra questão colocada por Barité diz respeito à amostra da literatura (ao longo do tempo) que pode ser considerada significativa, quando se busca validar a garantia literária. A amostra da presente pesquisa foi delimitada utilizando-se um critério temporal, após consulta aos pesquisadores; optou-se por considerar para efeitos de amostragem, a produção científica compreendida no período de 2006 até 2008. Este período engloba os interesses de pesquisa mais recentes dos pesquisadores, e que podem ser entendidas a partir das demandas pautadas pelo cenário agropecuário brasileiro que, por sua vez, são orientados por aspectos econômicos do agronegócio que estimulam levar o setor a galgar níveis cada vez mais competitivos no cenário internacional.

Por último cumpre ressaltar: que o tipo de conhecimento que se encontra legitimado na literatura selecionada é solidamente ancorado em pesquisas de ponta realizadas nos laboratórios da própria empresa; que nessas pesquisas são utilizadas técnicas laboratoriais, procedimentos e metodologias de pesquisas baseados em padrões internacionais e amplamente aceitas no seio da comunidade científica; e que o outro tipo de conhecimento que se encontra registrado na literatura selecionada é aquele desenvolvido nos campos experimentais existentes nas próprias dependências da Embrapa Milho e Sorgo, onde técnicos agrícolas, seguindo rigorosamente especificações fornecidas pelos pesquisadores, realizam experiências de campo, buscando analisar variáveis e parâmetros diversos relativos às culturas do milho e do sorgo.

Na etapa de levantamento de dados, baseada na análise da literatura verificou-se no currículo Lattes dos pesquisadores a citação de alguns artigos que não foram localizados fisicamente nas pastas dos mesmos. A partir desta constatação e com o intuito de dar maior credibilidade e exatidão à amostra levantada, decidiu-se fazer um cruzamento e verificação dos artigos descritos em ambos os suportes (pastas e currículo Lattes), sendo que em alguns casos só se obteve acesso à integra destes artigos após realizar exaustiva busca, conseguindo localizá-los utilizando mecanismos de buscas da internet. Houve ainda situações em que artigos citados na plataforma Lattes não foram localizados nem nas pastas e nem estavam indexados nos mecanismos de buscas; quando isto ocorreu foram os próprios pesquisadores que forneceram

cópias digitais destes artigos.

O levantamento da amostra, contendo a produção científica da área ligada ao sorgo, no período de 2006 a 2008, resultou num total de vinte e três artigos, dos quais foi possível ter acesso na íntegra a dezoito. Os cinco artigos restantes, na ocasião, encontravam-se no prelo, e portanto não foram disponibilizados para consulta.

A produção científica dos artigos acima mencionados reflete as diversas subáreas de pesquisas desenvolvidas na Embrapa, entre as quais se destacam:

- **Genética:** pesquisas focadas em Melhoramentos de Plantas e Desenvolvimento de Cultivares² modernas e superiores buscando desenvolver espécies mais resistentes a doenças e pragas, condições climáticas adversas, que apresentem perfil de nutrientes adequados para alimentação animal (suínos, bovinos, avícola) e que tenham custos de produção competitivos;
- **Sistemas de Produção:** identifica problemas e demandas do agronegócio, considerando as interações entre os componentes agro-ecológicos e socioeconômicos. Têm como meta adequar as tecnologias desenvolvidas através da pesquisa com os interesses dos produtores rurais;
- **Fitossanidade:** voltada ao estudo e combate de doenças, insetos-pragas, nematóides priorizando a produção de alimentos seguros e a redução do impacto ambiental causado pelos métodos de controle;
- **Biologia Aplicada:** fornece auxílio aos programas de melhoramento de plantas, tendo como meta oferecer a tecnologia dos transgênicos aos agricultores brasileiros e dando ênfase às características de resistência a insetos-praga e tolerância a herbicida;
- **Água, Solo e Sustentabilidade Ambiental:** desenvolve ou adapta tecnologias para sistemas de produção agropecuária que possibilitem o uso racional, a conservação, promoção e melhoria dos recursos naturais, de forma a manter a sustentabilidade ambiental.

²

Cultivar = cultiv(ated) + var(iety). Representa uma variedade híbrida obtida mediante cultivo

3.4.2 Análise dos artigos científicos

No seu estudo sobre garantia literária, Barité (2007) sugere refletir sobre os critérios que serão aplicados na análise de documentos e que vão permitir uma correta utilização das diretrizes propostas pela garantia literária. A este respeito, a análise dos dezoito documentos selecionados na amostra, foi embasada em dois critérios: o referencial teórico proposto pela análise de assunto (DIAS & NAVES, 2007; FUJITA, 2003) e o conceito de compromisso ontológico (SMITH, 2004).

No caso da análise de assunto, a leitura seguiu os seguintes estágios:

- a) Leitura integral dos artigos buscando compreender o seu conteúdo.

Baseado no referencial teórico da análise de assunto e utilizando as ferramentas disponíveis da Ciência da Informação, foi realizada a leitura e análise dos artigos. Foi necessário adotar uma estratégia que exigiu uma dupla leitura de cada trecho ou página analisada, a primeira leitura tinha como objetivo ter uma visão panorâmica do assunto, enquanto a leitura seguinte, feita de forma mais detalhada, buscava compreender o conteúdo descrito. Destaca-se que a análise de conteúdo (BARDIN, 1988) representou um aporte importante nesta etapa, através das diretrizes mencionadas na pg. 43.

- b) Identificação de conceitos relevantes, seus respectivos termos e definições

Neste estágio, já tendo compreendido o assunto do trecho analisado, procurou-se levantar conceitos e definições que foram considerados essenciais no espectro do conhecimento do especialista, ou seja, foram selecionados conceitos que além de não fazerem parte do vocabulário do público leigo, representa assim o vocabulário que faz parte de domínio dos especialistas e é utilizado para se comunicarem entre si. É importante ressaltar que nesta etapa procurou-se auxílio de dicionários especializados da área de agronomia e em algumas situações os próprios pesquisadores da Embrapa ajudaram na definição de conceitos que apresentavam alto grau de especificidade.

As seções seguintes apresentam mais alguns detalhes referentes ao processo de análise de assunto conduzido nesta pesquisa. Ao final da seção 3.2 buscando orientar a etapa de captura do conhecimento, foram levantadas algumas questões importantes cujas respostas levarão à compreensão da natureza e essência do domínio analisado (conhecimento que emana a partir

das pesquisas científicas voltadas à cultura do sorgo). Em outras palavras, deseja-se apreender ou conhecer sobre o conhecimento, isto é, os seus entes formadores e as suas características. Neste ponto é de extrema valia o suporte oferecido pelas reflexões que orientam o conceito de compromisso ontológico, as quais foram utilizadas como pano de fundo na leitura de todos os artigos.

Sabe-se que o conhecimento científico é construído em cima de teorias, as quais segundo assinala Quine (1948) cumprem o papel de retratar um determinado segmento da realidade e são formadas por uma coleção consistente de crenças a respeito desta realidade ou experiência. A leitura dos artigos científicos evidenciou a existência de teorias agropecuárias diversas que compõem o corpo de conhecimento fruto das pesquisas científicas na área do sorgo. Percebe-se através da leitura dos artigos, que cada teoria proposta está respaldada em várias outras afirmações, crenças ou subteorias, cuja veracidade é tida como consensual no seio daquela comunidade científica, mantendo-se assim um rigor científico e coerência lógica que em conjunto ajudam a fortalecer e validar a concepção desta realidade, garantindo assim o seu comprometimento ontológico.

3.4.2.1 Divisão do texto em partes menores

Conforme mencionado na seção anterior, buscando estruturar o conhecimento do domínio analisado, foi realizada a leitura na íntegra de cada um dos dezoito artigos selecionados.

Utilizando um editor de texto, foi criado um arquivo onde à medida que a leitura do artigo era feita, foram sendo separadas e transcritas frases extraídas do artigo que forneciam informações ou conceitos sobre os entes formadores do domínio. As frases selecionadas faziam referência a procedimentos, atividades, características, relações de causa e efeito, e índices referentes a variáveis passíveis de mensuração da cultura do sorgo e que compunham o conhecimento do domínio estudado.

Cada frase foi transposta para esse arquivo, atribuindo-se a cada um, um índice numérico seqüencial que indicava a sua ordem no referido texto e um número identificador que a vinculava a esse artigo científico. Este procedimento se mostrou extremamente útil, pois permitiu sempre que necessário, identificar a qual artigo científico o trecho pertencia, assim como a sua localização dentro do referido artigo.

Com o intuito de ilustrar o procedimento descrito, seguem abaixo alguns exemplos de frases extraídas dos artigos. Observar que os números que os precedem correspondem respectivamente ao número do artigo, neste caso variando de 1 a 18, e ao número seqüencial a ordem da frase dentro do referido artigo:

Exemplos:

(1-7) Na literatura, têm sido descritos grãos de sorgo com endosperma completamente farináceo (textura muito macia) até grãos com endosperma completamente vítreos (textura muito dura).

(2-2) O uso de forragem cultivada é geralmente indicado como alternativa para reduzir o efeito dos períodos de carência alimentar dos animais em pastejo.

(2-6) O sorgo oferece facilidade de cultivo, resistência à seca, rapidez de estabelecimento e crescimento, facilidade de manejo para corte ou pastejo direto, além do bom valor nutritivo e da alta produção de forragem.

(4-12) É importante identificar características da morfologia do sistema radicular de linhagens de sorgo para a seleção de genótipos eficientes em baixo fósforo

Os textos selecionados nesta etapa continham termos que se percebeu serem de uso freqüente e constituírem o vocabulário corrente empregado entre os pesquisadores e especialistas da área. Deve-se enfatizar que conhecer o vocabulário específico utilizado pelos especialistas é de extrema importância por ajudar a entender a linguagem particular empregada; esta linguagem é composta por termos cujos conceitos carregam intrinsecamente o conhecimento da língua de especialidade do domínio que todo especialista deve possuir.

Segundo Hayes-Roth (1983) o vocabulário inicialmente usado pelo especialista para falar sobre o domínio com um novato é inadequado para a solução de problemas. Isso acontece porque quando o especialista detecta que não está sendo compreendido nos termos triviais (mas específicos da sua área), ele precisa usar termos gerais, que podem ser compreendidos por leigos. Mas esses não são os termos que expressam sua maneira natural de pensar e resolver problemas do domínio. Portanto, qualquer tentativa de criar uma pseudo-linguagem, buscando simplificar ou “traduzir” o vocabulário utilizado pelos especialistas, carece de legitimidade científica quando o objetivo é retratar com fidelidade o conhecimento do

domínio.

A tabela 5 relaciona cada um dos artigos, assim como o respectivo total de trechos que foram separados, e que denotam unidades específicas de significação na área da cultura do sorgo. O Apêndice 2 relaciona cada um dos artigos assim como as respectivas frases que foram separadas.

ARTIGOS	TRECHOS
1 - Valor nutritivo de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma para leitões	23
2 - Potencial forrageiro de seis híbridos de sorgo com capim sudão	26
3 - Desenvolvimento Radicular de Híbridos Isogênicos de Sorgo Avaliados em Cinco Níveis de Alumínio em Solução Nutritiva	5
4 - Caracterização da Morfologia Radicular de Linhagens de Sorgo Contrastantes para Eficiência no Uso de Fósforo	22
5 - Avaliação de Linhagens de Sorgo Cultivadas em Estresse de Fósforo para a Liberação de Compostos Radiculares	11
6 - Avaliação de Produtividade de Linhagens Recombinantes Contrastantes para Gene de Tolerância ao Alumínio Tóxico em Sorgo - AltSB.	10
7 - Avaliação de Dez Cultivares de Sorgo em Dois Níveis de Fósforo em Solo de Cerrado em Casa de Vegetação.	5
9 - Padrão de fermentação da silagem de cinco genótipos de sorgo	12
10 - Avaliação da silagem do híbrido de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) BR 601 com aditivos. 1- pH, Nitrogênio amoniacal, matéria seca, proteína bruta e carboidratos solúveis.	40
11 - Genetic diversity for aluminum tolerance in sorghum	12
12 - Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma	13
13 - Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação.	31
18 - Valor nutricional de híbridos de sorgo com capim sudão em comparação ao de outros volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens	17
19 - Valor nutritivo de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma para frangos de corte	14
20 - Avaliação de Silagens de Sorgo de Diferentes Genótipos com e sem Tanino Condensado	10
21 - Qualidade e Valor Nutritivo das Silagens de Três Híbridos de Sorgo	53

(Sorghum bicolor L.) Colhidos em Diferentes Estádios de Maturação	
22 - Avaliação de Quatro Genótipos de Sorgo pela Técnica “In Vitro” Semi-Automática de Produção de Gases	20
23 - Qualidade nutricional de seis híbridos de sorgo com capim Sudão submetidos a épocas de plantio e cortes distintas	27
	351

Tabela 5 – Totais de trechos selecionados por artigo

Fonte: desenvolvido pelo autor

3.4.2.2 Divisão do texto identificando enunciados significativos

Nesta etapa foram criadas fichas de termos e/ou expressões significativas. O processo para preenchimento dessas fichas obedeceu ao seguinte critério: a partir das diversas frases selecionadas na etapa anterior foi realizada uma fatoração dos seus elementos isolados de significação, considerando o escopo do domínio focalizado. Desta forma cada uma das frases analisadas deu origem a vários termos ou expressões significativas.

Com este procedimento buscou-se rastrear e destacar termos que denotassem objetos substantivos, fenômenos, processos e atividades relevantes e atributos que representassem inequivocamente o conhecimento do domínio analisado. Cada ficha criada continha o índice referente à porção do texto donde foi extraído, mantendo também a identificação do artigo que lhe deu origem. Outro dado importante contido em cada ficha diz respeito ao número de ocorrências de cada termo dentro do total de artigos analisados.

Como forma de ilustrar o processo utilizado segue um exemplo de uma porção de texto selecionado de um artigo, e a seguir as frases e termos que dele foram extraídos.

O sorgo grão tem sido utilizado com intensidade crescente na criação de aves e suínos, principalmente nas regiões produtoras desse grão, como substituto ao milho, por apresentar menor custo de produção ou de aquisição, por encontrar-se mais disponível no mercado nos últimos anos e por apresentar valor nutritivo próximo ao do milho.

O trecho acima deu origem aos seguintes termos:

- Criação de aves

- Criação de suínos
- Sorgo grão
- Milho
- Custo de produção
- Custo de aquisição
- Valor nutritivo

Simultaneamente ao processo de seleção de conceitos e termos, procurou-se cuidadosamente estabelecer suas conexões, sendo que esta tarefa será realizada fundamentada nas bases teóricas propostas pela teoria da classificação facetada, teoria do conceito e o método analítico sintético, com os quais pretende-se construir o sistema de conceitos.

Por último vale destacar que sempre que se julgou necessário e com o objetivo de dar maior completude à modelagem, o indexador (autor desta pesquisa) criou termos que embora não constassem nos textos analisados, foram incluídos nas fichas por entender que ajudam na compreensão de alguns conceitos e relações. Os termos criados segundo este critério foram sinalizados através de colchetes.

3.4.3 Categorização do domínio utilizando o método analítico-sintético

É importante ressaltar que a etapa de categorização é composta por tarefas cuja natureza demandou grande atividade cognitiva da parte do pesquisador. Esta etapa teve como objetivo organizar o conhecimento relativo às pesquisas do sorgo de forma que pudesse ser representada e visualizada através de uma estrutura semântica, onde cada categoria, respectivas subcategorias e divisões destas incorporassem conceitos e o conhecimento do domínio analisado. Esta estrutura de classificação que será apresentada mais adiante é o principal produto da presente pesquisa.

Da criação de uma estrutura de classificação, fazem parte dois processos que envolvem grande subjetividade e abstração: o primeiro diz respeito à criação das categorias principais, subcategorias e divisões de maior abrangência dentro do domínio escolhido, e o segundo que se refere à incorporação dos conceitos existentes nesse esquema categorial.

No processo de criação de categorias, a construção da estrutura semântica foi fundamentada nas orientações advindas de vários aportes teóricos. Este estágio da pesquisa exigiu portanto, um olhar retrospectivo dos fundamentos da teoria da classificação, cujo embasamento teórico encontra-se descrito na seção 2.3. Para se chegar à modelagem conceitual para representação do conhecimento de um domínio, tornou-se imprescindível compreender conceitos como categoria, categorização, tendo como subsídios o pensamento de Ranganathan. (RANGANATHAN *apud* CAMPOS & GOMES, 2003).

No processo de definição de conceitos, buscaram-se subsídios na teoria do conceito e no método analítico-sintético (DAHLBERG, 1978). Segundo afirma Dahlberg, a técnica utilizada quando se deseja atribuir um conceito a um determinado objeto, consiste em obter enunciados verdadeiros a respeito deste objeto. É fácil perceber que cada enunciado armazena na sua essência, atributos ou características do objeto. Portanto, cada um destes enunciados representa uma parte menor do conceito e o conjunto de todos os enunciados verdadeiros forma o conceito na sua totalidade, ou seja, o conjunto de características que denotam aquele objeto. Estes procedimentos evidenciam claramente duas etapas: a primeira que requer a análise das características presentes nos enunciados, e a segunda que busca sintetizar e representar o conjunto destas características através de um conceito. Baseado nisto, pode-se afirmar que os elementos de um conceito são obtidos através do método analítico-sintético.

Analisado sob outra ótica, pode se afirmar que a criação de uma estrutura semântica envolve dois processos: um relativo à forma e que diz respeito à organização das categorias e outro relativo ao conteúdo e que diz respeito à especificação dos conceitos. Mas ambos os processos por envolverem capacidades cognitivas do classificador, desenvolvem-se num contexto de subjetividade. No entanto, esta subjetividade deve ser minimizada através da aplicação de alguns princípios teóricos que ajudam a organizar o pensamento e o raciocínio.

Daqui em diante, procurar-se-á descrever os passos seguidos na implementação das duas etapas acima citadas (criação de categorias e definição de conceitos). No entanto, é importante ressaltar que dependendo de quem estiver analisando o domínio, a criação de categorias pode apresentar como resultados formas diversas. É o que será mostrado a seguir, quando serão apresentadas duas lógicas distintas utilizadas na organização do conhecimento de um domínio.

Foi mencionado anteriormente (capítulo 1), que a Embrapa possui um serviço denominado

Agência de Informação, cujo objetivo é organizar, armazenar e disseminar o conhecimento produzido pelos pesquisadores da empresa. A organização deste conhecimento, focado nas culturas pesquisadas pela empresa, foi feita baseada na lógica do processo produtivo, estando ancorada nas etapas de Pré-produção, Produção e Pós-produção. Já no caso da presente pesquisa de doutorado, a modelagem para a organização do conhecimento científico foi baseada na análise da literatura científica produzida pelos pesquisadores da área do sorgo. Portanto, o processo de criação de categorias, se fundamentou nos insumos gerados pelas atividades científicas destes pesquisadores.

Segundo afirma Barité (2000), as categorias representam os fundamentos, nem sempre visíveis, de qualquer sistema de organização do conhecimento. Parafraseando Barité, pode-se dizer que ao organizar o conhecimento de um domínio, as categorias representam as colunas ou pilares sobre o qual se edifica este domínio, e a argamassa que dá forma ao corpus teórico é representado pelos conceitos existentes neste domínio.

A definição das categorias fundamentais, representativas das pesquisas da cultura do sorgo, representou uma etapa crucial na criação da estrutura de classificação e somente se deu após a conclusão da leitura integral dos artigos científicos selecionados, quando já se tinha feito uma imersão no domínio e tido uma percepção clara das suas entidades, características, processos e propriedades.

3.4.4 Avaliação final do modelo conceitual junto aos especialistas

A modelagem desenvolvida na etapa anterior deve representar o conhecimento do domínio estudado. Evidentemente, entende-se que inicialmente a modelagem proposta não está totalmente isenta da necessidade de ajustes (inserções ou alterações), e para realizar este ajuste será fundamental a intervenção dos pesquisadores da Embrapa. Uma reflexão sobre esta modelagem, conduziu às seguintes perguntas, que foram apresentadas aos especialistas:

1. Qual a representatividade do conhecimento científico do sorgo produzido pela Embrapa, contida na estrutura classificatória do sorgo?
2. As categorias principais (SORGO / GENÉTICA E MELHORAMENTO / MANEJO DA CULTURA / ALIMENTAÇÃO ANIMAL / PESQUISA

AGROPECUÁRIA) são adequadas, ou seja, representam uma classificação possível para o conhecimento científico do sorgo?

3. Qual o nível de completude que você atribui à estrutura apresentada, em relação ao número de classes e subclasses?
4. Os conceitos e definições apresentados no Glossário, relativos aos termos da estrutura são cientificamente corretos?

As respostas dos especialistas foram baseadas na análise da modelagem desenvolvida nesta pesquisa de doutorado, a qual pretende representar o conhecimento científico resultante das atividades de pesquisa agropecuária, as quais foram organizadas através da estrutura classificatória do sorgo.

Concluída esta etapa espera-se ter estabelecido um material que reflita as especificidades do domínio de conhecimento modelado, que seja ao mesmo tempo consensual e abrangente. Na sua essência, esta etapa desenvolve o que nas palavras de Gruber e Guarino foi chamado de conceitualização, ou seja, através de um processo de abstração está-se definindo os conceitos sobre o domínio que se deseja modelar, conceitos que devem ser compartilhados pela comunidade de especialistas. A representação do conhecimento da área estaria incompleta se além de definir o vocabulário não se estabelecesse claramente a estrutura ou forma como os conceitos se relacionam entre si. Desta forma estaria se organizando ou estruturando aquilo que se encontra solidamente mapeado na mente dos especialistas, e que faz parte do seu conhecimento.

4 – RESULTADOS: ANÁLISE E DISCUSSÃO

Serão apresentadas a seguir as categorias, subcategorias e divisões de subcategorias que emergiram dos conteúdos analisados. O Apêndice I apresenta os resultados completos da pesquisa que incluem os elementos específicos da cultura do sorgo³ (FIG. 7) identificados a partir da análise da literatura científica. O presente capítulo apresenta em detalhes o produto final desta pesquisa, evidenciada na estrutura classificatória do sorgo, que resultou da aplicação da abordagem proposta para a organização e representação do conhecimento, descrita no capítulo anterior.



(a) Plantação do sorgo



(b) Tipos de sorgo

Figura 7 - Planta de sorgo

As principais categorias (FIG. 8) que emergiram da análise da literatura foram: 1 – Sorgo; 2 – Genética e Melhoramento; 3 – Manejo da Cultura; 4 – Alimentação; 5 – Pesquisa Agropecuária e 6 – Pessoas.

A seguir, essas categorias, suas respectivas subcategorias e divisões serão analisadas e comentadas. Para efeitos de auxiliar na localização de uma dada categoria ou subcategoria dentro da estrutura semântica, foram indicados entre parêntesis no texto, seus índices correspondentes.

Os conceitos relativos a cada divisão da estrutura semântica se encontram especificados no

³ Definição do sorgo consta na página 2

APENDICE 1.

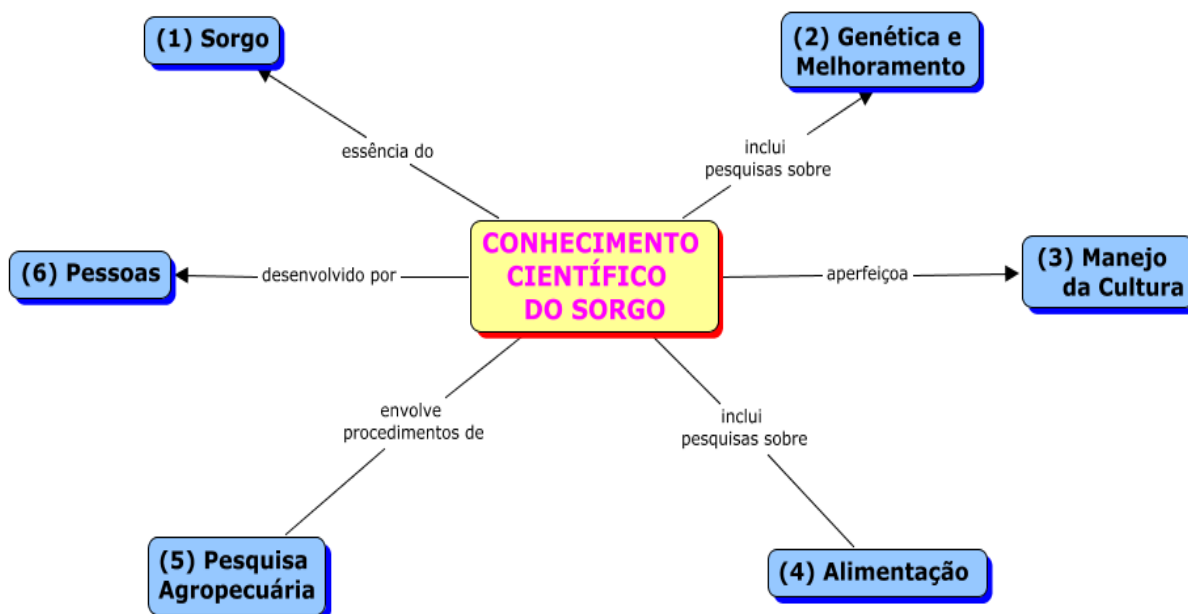


Figura 8 - Mapa geral do conhecimento científico do sorgo
Fonte: desenvolvido pelo autor

Categoria 1: SORGO (FIG. 9)

Esta é a categoria mais significativa e através do seu conteúdo torna-se possível conhecer a essência da cultura do sorgo que está sendo modelada. Tanto as subcategorias associadas a esta categoria principal, suas divisões, assim como os conceitos a elas associados, vão gradualmente revelando e detalhando a natureza da cultura do sorgo.

Conforme é citado na literatura analisada e pode ser observado na subcategoria Tipologia (1.1), considerando a sua finalidade, o sorgo pode ser classificado em quatro tipos genéricos: forrageiro, granífero, sacarino e vassoura, esta classificação é mostrada na divisão Genérico (1.1.1). Ainda em relação à tipologia, na divisão Específico (1.1.2) são descritos alguns tipos de sorgo quanto a sua finalidade e são apresentados os diversos Genótipos⁴ do sorgo (1.1.3), representados pelas suas linhagens e híbridos, alguns deles desenvolvidos nos laboratórios da Embrapa Milho e Sorgo.

A subcategoria Características (1.2) fornece através da divisão Gerais (1.2.1) um panorama geral das múltiplas características do sorgo. Uma característica a ser destacada diz respeito à

⁴ Constituição genética de um organismo

utilização do sorgo na alimentação animal, participando da composição de rações e dietas específicas, apresentando claras vantagens em relação a outras culturas como trigo, aveia e cevada. Ainda dentro deste contexto, a literatura científica analisada ressalta as vantagens da utilização desta cultura comparativamente ao milho (1.2.2).

Outros aspectos específicos que revelam a essência do sorgo podem ser conhecidos através das suas características Morfológicas, Bromatológicas, Fisiológicas, Adaptativas Naturais e Nutricionais.

Em relação à sua Morfologia (1.2.3), detalhes do sorgo são visualizados através de: relações partitivas que indicam suas partes constitutivas (1.2.3.1). Em relação à Textura do grão/endosperma (1.2.3.2), que tem influência direta sobre a digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta na alimentação animal, ressaltam-se as inúmeras pesquisas registradas na literatura analisada, que procuram avaliar a relação existente entre a textura do grão do sorgo e sua taxa de digestibilidade. A Altura média da planta (1.2.3.3), que define o tipo de utilização do sorgo, e as Propriedades (1.2.3.4) do sistema radicular, que têm grande impacto na absorção de nutrientes do solo pelo sorgo. Outra característica morfológica importante é a relação folha/haste que é útil na previsão do valor nutritivo desta forrageira.

A divisão Bromatológicas (1.2.4) engloba algumas práticas científicas voltadas ao estudo das características alimentares deste cereal, permitindo obter informações relativas ao uso do sorgo na alimentação animal e ainda conhecer seus mecanismos naturais de defesa, entre eles, o tanino condensado que tem a propriedade de tornar o sorgo resistente a fungos e insetos atuando também como defesa química contra ataques de pássaros, fato comum no campo. Este composto por ser adstringente torna o grão do sorgo pouco palatável para pássaros. No entanto, se por um lado, o tanino condensado apresenta as vantagens agronômicas acima citadas, por outro lado, no caso específico do Brasil, onde 90% dos grãos de sorgo são destinados a alimentação de aves e suínos (monogástricos), isto é uma desvantagem, uma vez que este composto tem um efeito anti-nutricional, sendo responsável pela diminuição da taxa de digestibilidade. A divisão Bromatológicas apresenta também os efeitos do FDA e FDN sobre o valor nutritivo e a digestibilidade do sorgo.

Os aspectos Fisiológicos (1.2.5) dão a conhecer as atividades orgânicas, funções vitais, mecanismos de crescimento e maturação deste cereal.

A divisão Adaptativas naturais (1.2.6) evidencia a grande capacidade adaptativa desta cultura em condições de cultivo que seriam consideradas prejudiciais em outras culturas. A literatura científica analisada nesta pesquisa destaca com frequência, a elevada capacidade de resistência do sorgo a fatores abióticos (privação hídrica, baixa qualidade do solo, baixa disponibilidade de fósforo, presença de alumínio tóxico e altas temperaturas) e resistência a fatores bióticos (pragas e doenças).

Por último, as características Nutricionais (1.2.7) do sorgo, considerando sua utilização na alimentação animal, têm sido estudadas pelos pesquisadores da Embrapa que têm procurado desenvolver híbridos de sorgo que apresentem alto valor protéico em relação a outros volumosos. Alguns dos Componentes genéricos do sorgo (1.2.7.1) tais como amido, carboidrato, glicídio, matéria seca, matéria verde, etc., encontram-se representados na estrutura semântica. O Valor nutricional (1.2.7.2) do sorgo está relacionado ao nível de aproveitamento dos nutrientes e pode ser medido indiretamente através do coeficiente de digestibilidade da matéria seca.

Na estrutura semântica também são definidos os diversos Parâmetros de qualidade do sorgo (1.3), que se subdividem em fatores que beneficiam ou prejudicam esta cultura, destacando-se o efeito nocivo provocado pelo alumínio tóxico.

Na subcategoria Teores / Valores (1.4) estão agrupados os índices que são utilizados para aferir quantitativamente diversas características do sorgo.

A subcategoria Fatores que afetam a produtividade (1.5) descreve fatores climáticos, características do sorgo e aspectos de manejo da cultura que têm impacto direto na sua produtividade, revelando aspectos da pesquisa desenvolvidos pela Embrapa, na área de fitossanidade⁵ c

Completando a análise da cultura do sorgo, apresentam-se os Fatores econômicos – custo (1.6) que descrevem as vantagens econômicas que decorrem do uso desta cultura na alimentação animal, quando comparadas a outras culturas.

⁵ Corpo de conhecimentos sobre os agentes que interferem na sanidade das plantas e sua interação no agroecossistema. Busca adotar medidas adequadas para reduzir ou evitar efeitos nocivos à eficiência econômica, quantitativa e/ou qualitativa da produção.

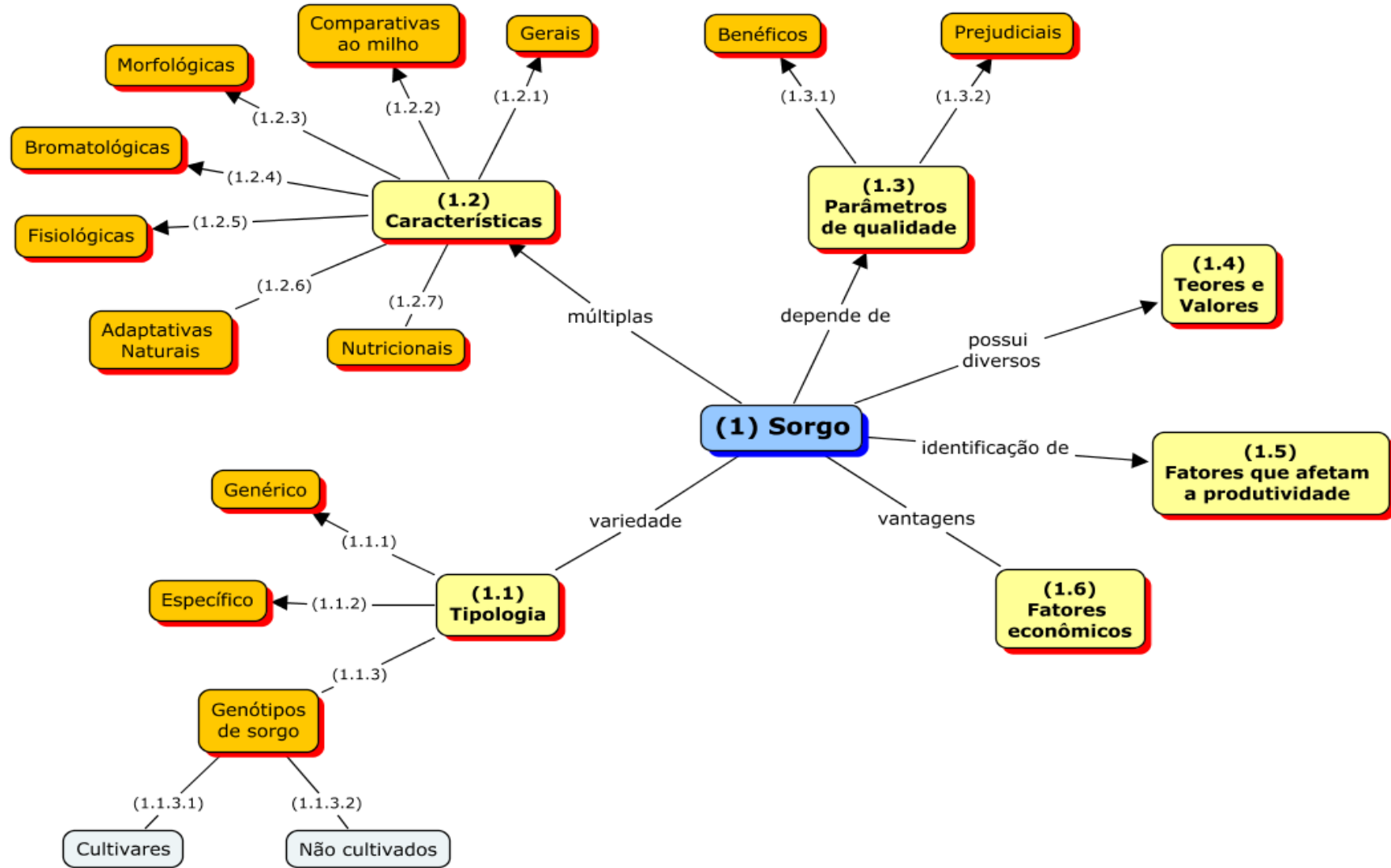


Figura 9 - Mapa conceitual da classe Sorgo

Fonte: desenvolvido pelo autor

Categoria 2: GENÉTICA E MELHORAMENTO (FIG. 10)

Esta categoria elucida a respeito das atividades de pesquisa que têm como objetivo principal propiciar melhorias significativas nas características do sorgo, através de procedimentos de manipulação genética. Esta categoria é composta pelas subcategorias Componentes genéticos (2.1), destacando-se o genótipo, fenótipo e germoplasma; Métodos (2.2); e Objetivos do melhoramento (2.3), a ser detalhada mais adiante.

O sorgo é por natureza uma planta bastante rústica que possui alta capacidade adaptativa, ou seja, ele se desenvolve em condições adversas de clima e solo, que dificilmente seriam suportadas por outras culturas. A resistência do sorgo a fatores adversos decorre em função de suas características genéticas e que são passíveis de serem modificadas buscando a produção de linhagens específicas de sorgo.

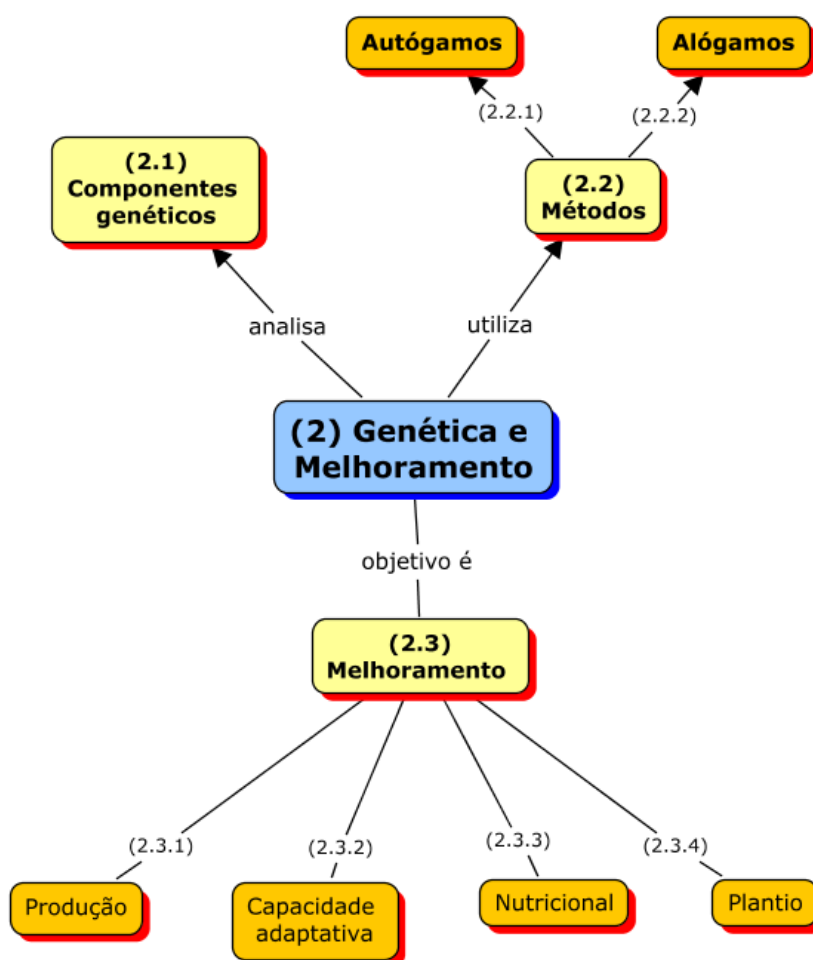


Figura 10 – Mapa conceitual da classe Genética e Melhoramento

Fonte: desenvolvido pelo autor

A subcategoria Melhoramento (2.3) abrange as intervenções genéticas conduzidas pelos pesquisadores ou os chamados melhoristas, cujos objetivos estão voltados ao incremento quantitativo e qualitativo dos parâmetros responsáveis pela Produção (2.3.1) de grãos e forragens e pela sua Capacidade adaptativa (2.3.2) a estresses abióticos diversos tais como: seca ou privação hídrica, distribuição irregular de chuvas, tolerância ao alumínio tóxico, solos com baixo teor de fósforo, temperaturas elevadas, etc.

Há outras duas divisões importantes que carregam intrinsecamente o conhecimento científico das pesquisas do sorgo, uma delas trata do melhoramento Nutricional (2.3.3) do sorgo que inclui pesquisas que têm forte impacto econômico na pecuária, onde o sorgo desempenha importante papel na alimentação animal (gado bovino, aves e suínos), já que tradicionalmente no Brasil, o sorgo não é destinado ao consumo humano, conforme acontece em alguns países africanos. A importância do sorgo se dá em função do seu valor nutritivo, equivalente ao do milho, e ao seu baixo custo de produção, características que somadas conferem vantagens significativas a esta planta. Dentro deste contexto as pesquisas estão voltadas ao incremento do valor protéico, do valor energético e das taxas de digestibilidade, visando oferecer maior quantidade de nutrientes e aumentar a absorção dos mesmos durante a alimentação animal. A outra divisão foca o melhoramento no Plantio (2.3.4) onde se busca a adaptabilidade desta cultura a certas condições de plantio que incluem aspectos climáticos.

Categoria 3: MANEJO DA CULTURA (FIG. 11)

Esta categoria engloba todos os aspectos relativos ao ciclo produtivo do sorgo e dos fatores que influenciam seu desempenho, produtividade e rentabilidade econômica.

Fazendo uma comparação com a *Árvore do Conhecimento* e baseado nos três níveis de classificação (Pré-Produção, Produção e Pós-Produção) que a compõem, observa-se que o nível de Produção representado no mapa hiperbólico (FIG. 1 e 2), tem uma correspondência com a categoria Manejo da Cultura (FIG. 10) existente na estrutura semântica aqui proposta. No entanto, daí em diante os sub-níveis da *Árvore do Conhecimento* e as categorias da estrutura semântica do sorgo, embora em alguns pontos apresentem convergência em outros divergem, o que é compreensível, dados os critérios particulares adotados em cada uma das modelagens.

Ainda, conforme assinalado em diversos trechos dos artigos analisados, o sucesso de um sistema de produção está intrinsecamente ligado ao correto manejo da cultura. Baseado nesta premissa e considerando que a Embrapa cumpre um papel estratégico no desenvolvimento da agricultura brasileira, alavancando a sua competitividade no contexto do agronegócio, as subcategorias apresentadas na estrutura semântica evidenciam as ações de pesquisa e a *expertise* acumulado pelos seus especialistas.

De acordo com os resultados da presente pesquisa, a análise dos artigos científicos mostra que boa parte dos esforços de pesquisa dos especialistas da Embrapa está direcionada a temas diversos tais como: análise do Clima e Estações (3.1), área voltada ao estudo do desempenho do sorgo sob o efeito das chuvas e durante o período de estiagem; Solos (3.2), avaliando os fatores favoráveis (3.2.1) e os fatores desfavoráveis (3.2.2) que influenciam a qualidade do solo; aspectos ligados a Adubação e nutrição do solo (3.2.3) onde estudos avaliam a utilização e a eficiência de corretivos e fertilizantes químicos e orgânicos com o intuito de minimizar impactos negativos gerados por elementos agressivos do solo;

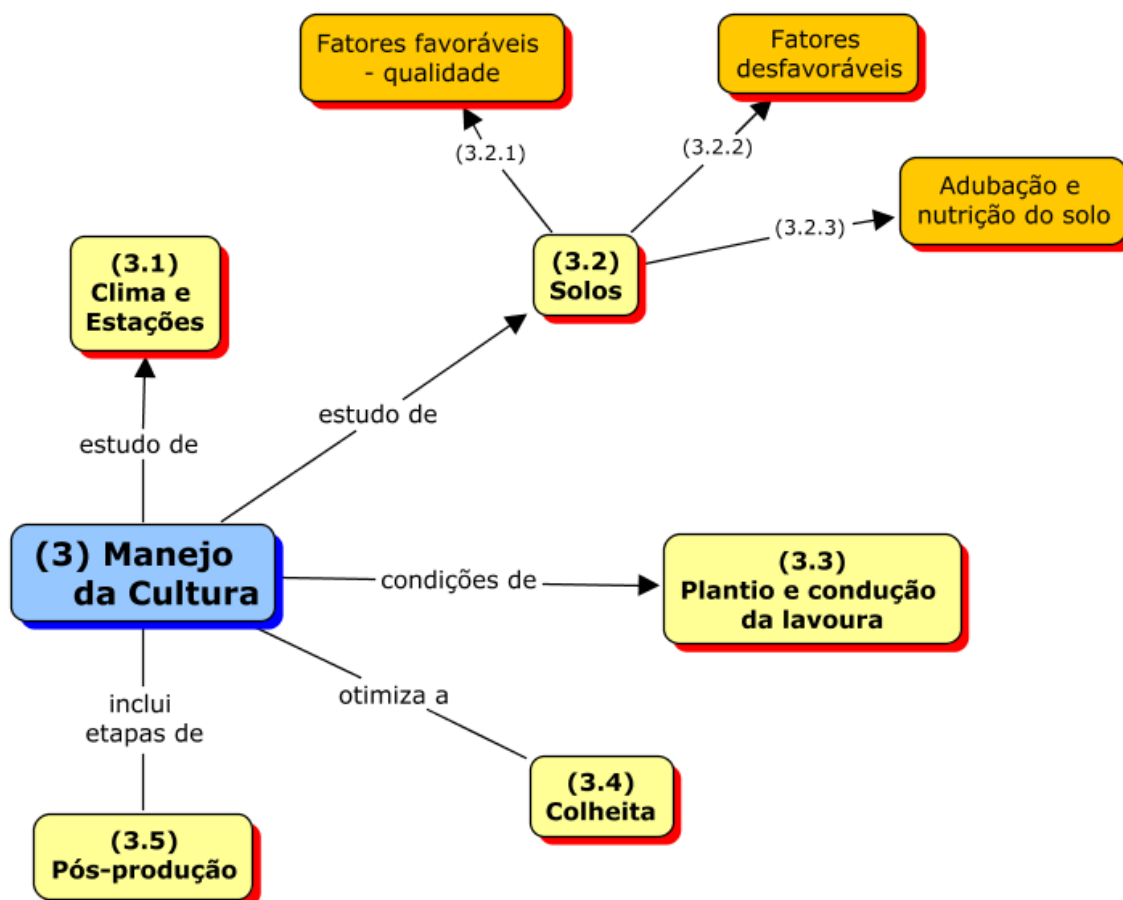


Figura 11 – Mapa conceitual da classe Manejo da Cultura

Fonte: desenvolvido pelo autor

A subcategoria Plantio e condução da lavoura (3.3) apresenta técnicas recomendadas para a otimização do plantio e tratamento fitossanitário adequado, que se traduz em ações corretivas e preventivas, tais como: controle de plantas daninhas, pragas e doenças.

A subcategoria Colheita (3.4); destaca boas práticas a serem utilizadas na época da colheita e fornece parâmetros de desempenho para a mesma.

O ciclo produtivo do sorgo inclui a chamada etapa de Pós-produção (3.5), onde são desenvolvidas diversas pesquisas, cujos resultados fornecem indicativos para aumentar a eficiência no processo de compactação da silagem, armazenamento dos grãos do sorgo, condições ideais de silagem através da avaliação do padrão de fermentação de híbridos de sorgo visando assegurar sua boa preservação, e análise de processos de secagem dos grãos. Destaca-se que a análise das técnicas de armazenamento e dos processos de fermentação exigiu um aprofundamento na compreensão dos efeitos gerados na silagem pelo uso de aditivos e inoculantes bacterianos, pois segundo afirma RODRIGUES et. al (2007) “bons aditivos devem reduzir perdas de matéria seca, melhorar a qualidade higiênica da silagem, limitar a fermentação secundária, melhorar a estabilidade aeróbica, aumentar o valor nutritivo e dar ao produtor um retorno maior em produção animal que o custo com o aditivo”.

Ressalta-se que através de treinamentos e programas de transferência de tecnologia, esta *expertise* é sistematicamente repassada da Embrapa para o extensionista rural, e deste para o pequeno e médio agricultor das diversas regiões do Brasil, através de cartilhas, livros, manuais, etc. Desta forma a Embrapa, alinhada com a sua missão institucional, cumpre o seu papel social, buscando o desenvolvimento da agricultura no Brasil.

Ainda em relação às pesquisas desenvolvidas no âmbito do manejo da cultura, é importante destacar, que em função do amplo leque de assuntos envolvendo domínios de conhecimento diversos que são abordados com altos níveis de complexidade, as pesquisas são desenvolvidas por equipes multidisciplinares, envolvendo profissionais de diversas áreas.

Categoria 4: ALIMENTAÇÃO (FIG. 12)

O grão do sorgo é utilizado na alimentação humana e a planta (folhas e grãos) é utilizada na alimentação animal. No primeiro caso, o consumo humano é bastante difundido em alguns

países da África. No segundo caso, constata-se que no Brasil esta cultura é de grande relevância no contexto agropecuário brasileiro, considerando que sua principal destinação é a alimentação animal, conforme citado por Rodrigues et al. (2006, 2008). A sua Destinação (4.2.1) inclui Ruminantes (4.2.1.1), como os bovinos, ou Monogástricos (4.2.1.2) como é o caso de frangos e suínos.

Pesquisas agropecuárias incluem análises do Estado nutricional (4.2.3) de animais. Considerando-se sua Tipologia (4.2.4), a alimentação animal, o sorgo está presente na composição de dietas, e é fornecido também na forma de pastagem, forragem ou silagem. No caso de dietas específicas, o sorgo tem participação importante como suplemento protéico, suas especificidades estão registradas na subcategoria Dieta (4.2.4.1).

A utilização do sorgo na Pastagem (4.2.4.2) se dá durante a etapa anterior à do florescimento do grão. Sabe-se que na região central do Brasil a produção de pastagem cai drasticamente em abril, em função disto parte da pastagem é vedada para uso durante a época das chuvas, para sua posterior utilização no período da seca, esta prática é conhecida como pastagem diferida.

O sorgo na forma de Forragem (4.2.4.3) é aproveitado na alimentação de bovinos, sendo fornecido picado no cocho. Existe ainda a possibilidade de obtenção do feno através do processo de secagem da forragem.

A utilização do sorgo como Silagem (4.2.4.4) permite disponibilizar uma reserva alimentar para o gado, através do armazenamento da forragem em depósitos próprios. Considerando sua importância estratégica para a pecuária, existe todo um esforço de pesquisa desenvolvido pelos especialistas da Embrapa Milho e Sorgo, orientados para o desenvolvimento de técnicas adequadas para a ensilagem do sorgo. A subcategoria Silagem apresenta as Propriedades (4.2.4.4.1) que caracterizam a silagem, os Processos (4.2.4.4.2) que ocorrem na mesma, e revelam o leque de pesquisas cujos estudos e experiências laboratoriais têm como foco garantir o valor nutricional e a qualidade da silagem orientando o agricultor no conhecimento das variáveis que devem ser controladas de forma a evitar efeitos prejudiciais no material ensilado.

Ainda a respeito do processo de silagem, a análise dos artigos científicos revelou a necessidade de se criar uma subdivisão específica que tratasse de diversos fatores que tivessem relação direta com a Qualidade da silagem (4.2.4.4.3), esta subdivisão apresentou

um grande e rico volume de informações que por sua vez foram agrupadas da seguinte forma: Efeitos Benéficos (4.2.4.4.3.1), Efeitos Prejudiciais (4.2.4.4.3.2) e Causa x Efeito (4.2.4.4.3.3).

Embora o método analítico-sintético tenha sido utilizado ao longo de toda a estrutura classificatória do sorgo, foi nas três subdivisões acima citadas e em função da amplitude e diversidade do conhecimento nelas contidas, que este método mostrou de forma particular o seu real potencial na organização do conhecimento de um domínio. A estruturação e organização destas três últimas subdivisões demandaram esforços significativos de análise, pois conforme podem ser verificadas nestas subcategorias, as referências encontradas em cada uma delas estavam disseminadas em diversos artigos. Para exemplificar a afirmação acima, segue abaixo algumas das afirmações referentes aos Efeitos prejudiciais da lignina:

- teor de lignina
 - principal fator limitante da digestibilidade (13.19 - 13.20 - 18.8 - 21.40 - 21.48)
 - reduz o valor energético das forragens (21.32)

Observa-se que as informações referentes ao teor de lignina, encontram-se espalhadas em três artigos diferentes (13, 18 e 21), havendo em cada um deles, diversas citações.

São descritos também os efeitos benéficos apresentados pela presença na silagem de elementos como ácido acético, ácido láctico, uréia e carboidratos solúveis; destaca-se também a utilização de aditivos e inoculantes bacterianos. Fatores como alto pH, teor de lignina, nitrogênio amoniacal, alta teor de ácido acético, umidade excessiva, tanino condensado e outros, prejudicam a obtenção de silagens de qualidade.

Ressalta-se a importância do bloco Causa x Efeito (4.2.4.4.3.3) onde se buscou relacionar uma grande quantidade de variáveis ligadas ao sorgo, que ao serem dispostas aos pares, revelaram relações de causa e efeito entre ambas. A seleção de cada par de variáveis analisadas foi feita a partir da leitura dos textos, e a relação de causa x efeito foi estruturada pelo autor desta pesquisa, de forma a propiciar uma maior compreensão da dinâmica da cultura do sorgo.

A título de esclarecimento, seguem abaixo alguns exemplos extraídos da estrutura semântica:

- ácido láctico x teor da matéria seca (13.28)
 - decrece com o aumento do teor da matéria seca (13.28)

- qualidade da silagem x colheita da planta de sorgo (21.4)
depende do momento de colheita da planta de sorgo (21.4)
- aumento da porcentagem de lignina x valor nutritivo
Reduz valor nutritivo à medida que a planta envelhece (13.23 - 21.41)

Nos exemplos acima, na primeira linha são apresentadas as duas variáveis envolvidas, na linha seguinte é descrita a relação causa-efeito entre a primeira variável e a segunda.

Na seqüência, a categoria Alimentação apresenta as subdivisões Resíduos (4.2.5) da alimentação animal; Processos digestivos / fermentativos (4.2.6), que descreve pesquisas sobre cinética da fermentação e da digestão animal em ruminantes, produção de gases, perdas fecais e urinárias e degradação da matéria seca, entre outros; e Medidas de digestibilidade (4.2.7), onde se destacam índices utilizados para avaliar a digestibilidade na alimentação animal, entre estas podemos citar: taxa de digestibilidade, energia digestível aparente, taxa de fermentação e digestibilidade da matéria seca, entre outros. Encerrando a categoria Alimentação estão os Fatores econômicos na pecuária (4.2.8).

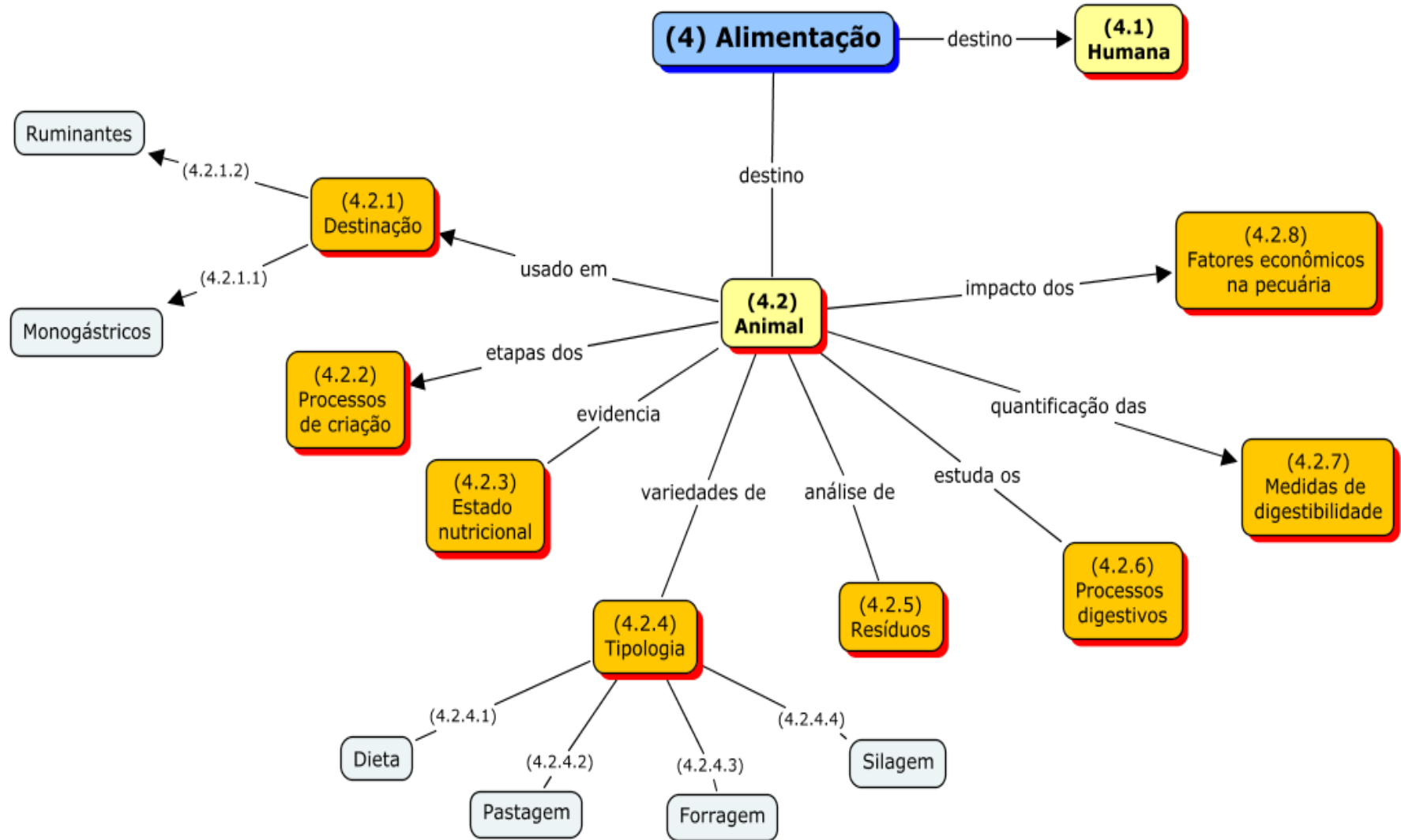


Figura 12 – Mapa conceitual da classe Alimentação

Fonte: desenvolvido pelo autor

Categoria 5: PESQUISA AGROPECUÁRIA (FIG. 13)

Conforme mencionado anteriormente, a Embrapa é considerada um centro de excelência no Brasil e no exterior, e a produção científica do seu corpo de pesquisadores; além de ser considerada referência na área, é responsável pela construção do *corpus* teórico no segmento de agropecuária tropical. Como fruto das pesquisas, tem-se a geração de novo Conhecimento (5.2) aplicáveis ao manejo da cultura, e Produtos (5.1), sendo o de maior destaque a obtenção de novas *cultivares* resultado de melhoramento genético.

A categoria Pesquisa Agropecuária e respectivas divisões incorpora também as diversas Técnicas (5.3), métodos e Procedimentos (5.4) utilizados pelos especialistas na condução das pesquisas do sorgo.

Destaca-se o rigor científico com que estas atividades de pesquisa são conduzidas, sempre baseadas em rigorosos padrões internacionais amplamente aceitos pela comunidade científica. O objetivo desta categoria e das suas respectivas subdivisões é retratar as ações de pesquisa desenvolvidas principalmente no ambiente de laboratório, onde são utilizados ferramental e equipamentos específicos para realizar procedimentos *in vitro* e *in situ*, coletas de amostras, e análises de fezes, urina, energia bruta, proteína bruta, etc.; além de avaliações e diagnósticos diversos.

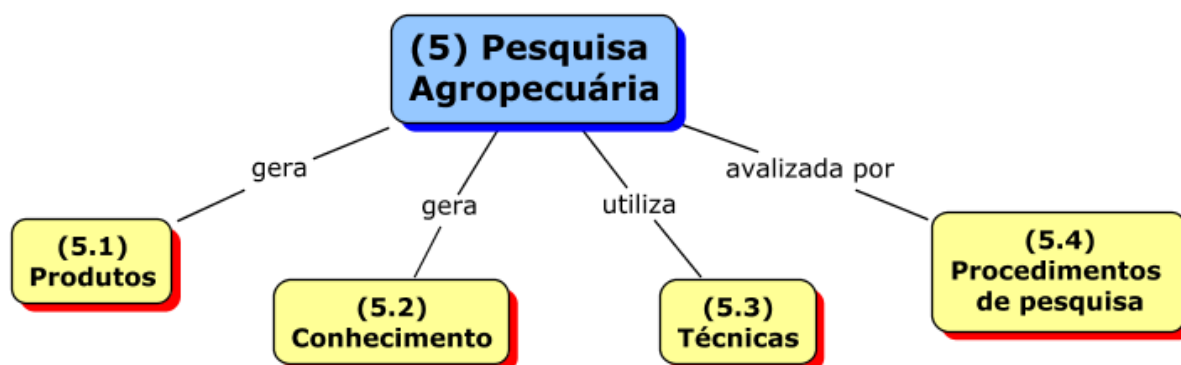


Figura 13 - Mapa conceitual da classe Pesquisa Agropecuária

Fonte: desenvolvido pelo autor

Categoria 6: PESSOAS (FIG. 14)

Esta categoria engloba os atores diretamente envolvidos no contexto da pesquisa. É importante entender a cadeia que envolve o ciclo de pesquisa, que se inicia com os

Pesquisadores (6.1), responsáveis diretos pelo desenvolvimento das pesquisas; os Extensionistas (6.2) rural, que cumprem um papel importante na difusão de produtos e novas tecnologias junto aos Produtores (6.3) rurais, representados pelo pequeno e médio agricultor, ligados diretamente às atividades agropecuárias, tais como os criadores de gado e aves, isto é, aqueles que ocupam o elo final do ciclo e que são beneficiados diretamente pelas pesquisas desenvolvidas pela Embrapa, que conforme foi dito anteriormente, cumpre um papel social relevante através de iniciativas de transferência de tecnologias para o.

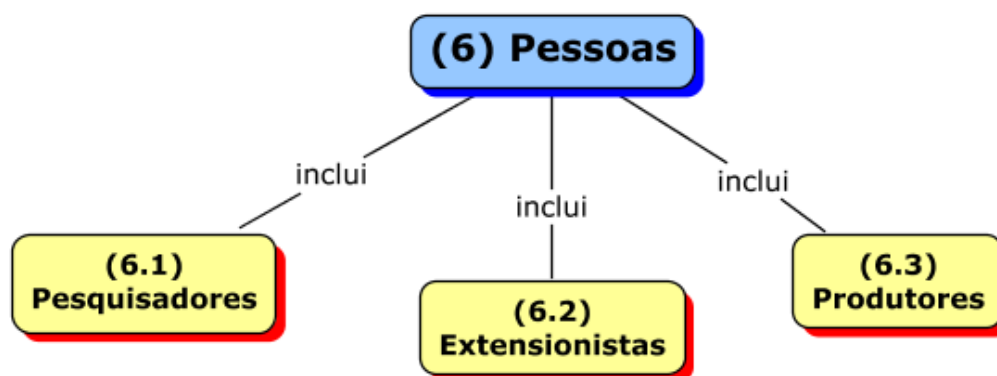


Figura 14 – Mapa conceitual da classe Pessoas

Fonte: desenvolvido pelo autor

É importante ressaltar que durante a elaboração da estrutura de classificação foram estabelecidos contatos com os produtores dos textos, visando um diálogo sobre o trabalho em andamento. Após se chegar à versão final desta estrutura, os pesquisadores do sorgo da Embrapa foram novamente abordados, a fim de se obter sua percepção sobre o produto final da pesquisa. Nesse momento os pesquisadores foram entrevistados e levados a responder um questionário, cujas respostas são descritas a seguir. Ressalta-se que após cada questão eles foram encorajados a fazer comentários livres adicionais sobre o produto.

A análise das respostas às perguntas formuladas aos pesquisadores (ver seção 3.4.4) permitiu fazer uma avaliação crítica sobre o trabalho de pesquisa aqui desenvolvido. Após examinar a estrutura semântica final do sorgo que foi distribuída a cada um dos pesquisadores, os mesmos destacaram os seguintes aspectos:

- Em relação à representatividade do conhecimento científico do sorgo gerado através das pesquisas da Embrapa, foi atribuído o nível 4 à estrutura, considerando uma escala de 1 a 5 (1 – não é representativa e 5 – é representativa). Conforme destacado por um

dos respondentes, a estrutura classificatória foi considerada representativa dentro do intervalo analisado (2006 – 2008).

- Em relação à organização do conhecimento científico do sorgo, visualizada através das categorias principais e as respectivas subcategorias que foram criadas, foi atribuído o nível 4 à estrutura, considerando uma escala de 1 a 5 (1 – classificação inadequada e 5 – classificação adequada). É importante destacar que o nível atribuído à estrutura classificatória reflete o alinhamento desta estrutura em relação à forma como o conhecimento encontra-se organizado na mente dos especialistas, ou seja, a organização dada pela estrutura reflete em nível cognitivo a forma como o especialista pensa o domínio do sorgo.
- Em relação ao rigor científico dos conceitos e definições explicitadas na estrutura, foi atribuído o nível 5 à mesma, considerando uma escala variando de 1 a 5 (1 – incorretos e 5 – corretos). Considerando que esta avaliação foi feita pelos próprios especialistas do domínio, o nível atribuído a este quesito é de grande relevância, pois certifica e qualifica a metodologia de pesquisa e a modelagem aqui apresentados, a partir da ótica de pessoas altamente qualificadas.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E ESTUDOS FUTUROS

Iniciando estas considerações finais volta-se ao objetivo principal desta pesquisa, e às questões que subjazem ao estudo desenvolvido. No Capítulo 1 se estabeleceu como objetivo principal desta tese o desenvolvimento de uma modelagem semântica para a organização e representação do conhecimento científico no domínio da cultura do sorgo. Foram apresentadas algumas questões, que suscitaram uma reflexão a respeito da delimitação e compreensão da natureza e essência do domínio a ser modelado.

As questões levantadas foram: 1) Como se delimita o domínio que se deseja estudar? De que forma se deve cientificamente olhar e fazer a aproximação deste domínio?; 2) Como captar e modelar a essência do conhecimento científico do sorgo? Como se consegue aprender e apreender a essência do sorgo, seus processos, etc.?; 3) Como capturar os entes formadores do sorgo, assim como suas características?. Estas perguntas foram sendo respondidas em diversos momentos da pesquisa, conforme será exposto a seguir.

Para responder a primeira questão, buscou-se definir o olhar científico a ser adotado no estudo do domínio, o que exigiu reflexões que levaram a decidir sobre qual paradigma científico deveria ser utilizado na modelagem a ser desenvolvida: o paradigma cartesiano/reducionista ou o paradigma da teoria de sistemas. Em função das limitações apresentadas pelo paradigma cartesiano e dada a natureza probabilística de alguns eventos peculiares ao sorgo, que impossibilitam a utilização de uma modelagem determinística, concluiu-se que a abordagem mais indicada seria a proposta pelo paradigma sistêmico, que trata da questão da complexidade dos fenômenos, permitindo assim modelar grande parte da riqueza do fenômeno estudado.

Dentro desta perspectiva e compreendendo-se que a organização em sistema produz qualidades ou propriedades desconhecidas das partes concebidas isoladamente, assume-se que a modelagem aqui proposta está orientada a cobrir um espectro que abrange o sistema de produção do sorgo, ou seja, um sistema orgânico aberto que apresenta interação com o meio e as diversas variáveis que dele fazem parte.

A natureza da segunda pergunta, conduziu a uma reflexão filosófica, pois ao tratar da questão da essência do domínio, exigiu respostas que perpassam pela definição do que é real e a

respeito da existência. Para responder a esta questão, utilizou-se como suporte filosófico a noção de compromisso ontológico, que coloca no centro da discussão o fato de ter que se comprovar a existência dos objetos que fazem parte de uma teoria, sendo esta comprovação restrita ao âmbito daquela teoria.

No caso do conhecimento científico do sorgo, é importante destacar que os atores envolvidos nas atividades de pesquisa, são cientistas que, além de possuírem sólida formação acadêmica (ver tabela 4), possuem experiência e *expertise* reconhecidos pela comunidade científica da qual participam. No caso específico da Embrapa Milho e Sorgo, este corpo de pesquisadores é responsável pelas pesquisas de ponta envolvendo a cultura do sorgo e é a partir destas atividades que grande parte do *corpus* teórico da área é produzido e validado. Portanto, pode-se afirmar que os processos, entidades, produtos e relações que compõem as teorias do segmento agropecuário no domínio possuem comprometimento ontológico, por estarem automática e intrinsecamente garantidos pelo conhecimento destes pesquisadores.

Ainda a respeito do compromisso ontológico, pode-se afirmar que o conceito de garantia literária e científica, representou um importante instrumento utilizado na avaliação da representatividade e legitimidade das teorias analisadas e do conhecimento nelas contidas, assim como o conjunto de objetos e categorias de objetos com o qual deve existir comprometimento ontológico.

No que tange à conceitualização e considerando os aspectos acima citados, pode-se afirmar que a Ciência da Informação pode dar grande contribuição para o estudo de ontologias através da utilização de técnicas como o método analítico-sintético e a teoria do conceito; já no que tange à especificação, ou seja, no momento da transcrição do conceito para uma linguagem lógica e computadorizada este campo não detém maiores conhecimentos. Diante da necessidade de complementação dos saberes, percebe-se que a multidisciplinaridade no trato com as ontologias deve ser vista como condição *sine qua non*.

Para definir o procedimento para capturar os entes formadores e as características do domínio, foco da terceira pergunta, os referenciais teóricos utilizados foram o método analítico-sintético e a teoria do conceito, cujos fundamentos encontram-se detalhados nas seções 3.2.1 e 3.2.2 respectivamente. A utilização do método analítico-sintético apresentou como vantagem o fato de permitir fazer uma abstração a respeito da cultura do sorgo e permitir se chegar a um maior conhecimento ao seu respeito. Isto se traduziu em um trabalho de análise e compilação

das diversas características e conceitos sobre o sorgo, e por último, síntese destas características. O domínio analisado, ou seja, o conhecimento científico da cultura do sorgo foi apresentado na forma de uma estrutura semântica, em cuja implementação foram utilizados fundamentos da teoria da classificação, apoiados em princípios de Ranganathan, no contexto dos chamados cânones, para o trabalho no plano das idéias.

À medida que as perguntas acima foram sendo respondidas, a metodologia da pesquisa foi sendo gradualmente consolidada, e a sua implementação permitiu chegar à estrutura semântica do sorgo apresentada no Apêndice 1, produto final desta pesquisa, assim como em sua versão parcial apresentada por mapas conceituais (Capítulo 4).

Pode-se constatar que os objetivos propostos inicialmente na seção 1.6 foram alcançados. A modelagem proposta para a organização do conhecimento científico foi construída utilizando ferramentas da Ciência da Informação e mostrou-se satisfatória quando aplicada para modelar a entidade sorgo, sendo capaz de captar a essência, complexidade e as mais variadas dimensões dessa cultura.

No processo de construção da estrutura semântica do sorgo, a participação dos pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo foi relevante, pois suas opiniões e sugestões dadas nesta fase propiciaram um ajuste contínuo da estrutura até se chegar ao produto final, que ficou enriquecido através da participação dos especialistas do domínio modelado. Destaca-se ainda que a estrutura semântica desenvolvida nesta tese oferece vantagens em relação à abordagem das árvores hiperbólicas utilizada pela Embrapa já que nesta última a informação não se encontra estruturada. A estrutura semântica, diferentemente da árvore hiperbólica, quando implementada em ontologias de domínio, permite que o conhecimento seja formalmente estruturado, sendo assim processável por máquinas e não somente por pessoas.

Como limite da pesquisa é importante ressaltar que em função do recorte de pesquisa realizado, que delimitou o período 2006-2008 das publicações científicas, o recorte efetuado deixou evidente os interesses de pesquisa daquele período, e portanto, era de se esperar que não necessariamente englobasse todas as linhas de pesquisa existentes sobre a cultura do sorgo, em razão disso, a modelagem aqui apresentada embora cubra um espectro significativo das pesquisas do sorgo, não tem a pretensão de abranger a totalidade do conhecimento referente a esta cultura. Esta constatação, contudo, não invalida a modelagem proposta, pois a ênfase desta pesquisa está nos processos e técnicas utilizadas na implementação desta

modelagem, podendo-se garantir que caso fosse considerado um período maior de publicações, isto geraria como resultado, um espectro maior do conhecimento do sorgo, conseguindo-se assim um ganho quantitativo, sem no entanto, alterar o nível qualitativo da modelagem feita.

A afirmação acima pode ser exemplificada com a observação de que no período considerado, os pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo não publicaram trabalhos cujos temas girassem em torno do estudo de pragas e doenças destas culturas, assunto que não foi explorado nem mesmo de forma periférica, em nenhum dos 18 artigos analisados, embora seja reconhecidamente uma linha de pesquisa de alta relevância no contexto da pesquisa agropecuária. Caso houvesse sido encontrado nos artigos conteúdo referente a esta linha de pesquisa, certamente ela iria constar entre as categorias principais da cultura do sorgo.

A ausência de pesquisas envolvendo este tema relevante, no período de 2006 a 2008, pode ser explicada por ter sido este justamente um período em que institucionalmente a Embrapa passou por um período de transição, no qual parte significativa do quadro de funcionários da organização, incluindo entre eles membros do seu corpo científico, deixou os quadros da empresa por motivos de aposentadoria. Outra parte do pessoal deixou a empresa incentivado pelo programa de demissão voluntária. Este período atípico refletiu diretamente na produção científica da Embrapa, que viu algumas frentes de pesquisa sofrerem uma redução drástica de trabalhos.

Conforme foi definido inicialmente nos objetivos de pesquisa, buscou-se desenvolver uma modelagem para organização e representação do conhecimento científico em um dado domínio, neste caso, o domínio da cultura do sorgo. Esta modelagem pode ser utilizada no processo de construção de ontologias de domínio, na etapa referente ao mapeamento do conhecimento do domínio.

A título de estimular estudos futuros e dar continuidade à presente pesquisa, sugere-se aproveitar esta modelagem na construção de uma ontologia no domínio do sorgo. Vale destacar que a estrutura semântica desenvolvida nesta tese cumpre os requisitos de conceitualização propostos por GUARINO & GIARETTA (1995), uma vez que contém conceitos elaborados segundo uma análise intensional, além de contemplar o universo de objetos e entidades de uma área de conhecimento, incluindo também as relações entre eles.

Segundo proposto pelo método 101, os termos de maior relevância e suas respectivas definições foram estabelecidos, e a estrutura encontra-se organizada em vários níveis hierárquicos. As propriedades, restrições e característica de cada categoria, foram relacionadas nesta estrutura do sorgo e por último, as instâncias da ontologia, ou seja, elementos específicos / dados do domínio também foram estabelecidos.

A implementação de uma ontologia no domínio do sorgo poderá vir a ser viabilizada com a participação de profissionais da área de Ciência da Computação, que poderão assumir a etapa de formalização da ontologia. Nessa fase poderão ser usados, como insumos os diversos enunciados verdadeiros (axiomas) encontrados no processo de análise desenvolvido para a construção da estrutura semântica do sorgo ora apresentada e que podem ser considerados como subprodutos da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. B. *Inter-operabilidade entre fontes de dados heterogêneas: um meta-modelo baseado em ontologias*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação, 2003.

ALMEIDA, M. B. *Um modelo baseado em ontologias para a construção da memória organizacional*. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação, 2006.

ALMEIDA, M. B.; BAX, M. P. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. *Ciência da Informação*. v. 26, n. 1. p.39-45, set./dez. 2003.

ALVARENGA, L. *A institucionalização da pesquisa educacional no Brasil: estudo bibliométrico dos artigos publicados na Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos -1944-74*. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, 1996.

ALVARENGA, L. Definição de publicações oficiais. *Revista da Escola de Biblioteconomia da UFMG*, Belo Horizonte, v. 22, n. 2, p. 127-292, 1993.

ALVARENGA, L. A teoria do Conceito revisitada em conexão com ontologias e metadados no contexto das bibliotecas tradicionais e digitais. *DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação*, v.2 n.6, dez/01.

ALVARENGA, L.; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, A. P. Thesaurus and Ontology: a study of the definitions found in the Computer and Information Science Literature, by Means of an Analytical-Synthetic Method. *Knowledge Organization; International Journal*, Würzburg, v. 31, n. 04, p. 231-244, 2004.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1988. 225p.

BARITE, M. G. The Notion of Category: its implications in subject analysis and in the construction and evaluation of indexing languages. *Knowledge Organization*, 27 (nº 1 e 2). 4-10 refs., 2000.

BARITE, M. G. La Garantia Literaria: Vigencia y Proyección Teórico- Metodológica. VIII ENANCIB – *Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação*. Salvador - Bahia, Out. 2007.

BARRETO, A. A. Uma quase história da ciência da informação. *DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação*, v.9 n.2 abr/08

BAX, M. P.; DIAS, E. W. A abordagem Construção de Sentido. Relatório apresentado em *Workshop da ECA/USP* em São Paulo. fev/1997. Disponível em <http://www.bax.com.br/Bax/Disciplinas/UsuInfo/sensema6.html>. Acessado em mar/2008.

BELKIN, N. J. The cognitive viewpoint in information science. *Journal of Information Science*, v. 16, 1990, p. 11-15.

BEGHTOL, C. Semantic validity: Concepts of warrant in bibliographic classification systems. *Library Resources & Technical Services*, 30(2), 109-125, 1986.

BERGER, P. L.; LUCKMANN, T. *A construção social da realidade*. 13 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1973. 247p.

BERTALANFFY, L. V. *Teoria geral dos sistemas*. 2ed. Petrópolis: Vozes, 1975. 351p.

BRÄSCHER, M.; CAFÉ, L. Organização da Informação ou Organização do Conhecimento? In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação*, 9, 2008, São Paulo, Anais. São Paulo: ANCIB, 2008. Disponível em: <http://www.enancib2008.com.br>. Acessado em março de 2009.

BRANQUINHO, J.; MURCHO, D. Compromisso Ontológico. In: Enciclopédia de Termos Lógico-Filosóficos. Disponível em <http://www.joaobranquinho.com/compromisso.pdf>. Acessado em agosto de 2008.

BUSH, V. As we may think. *The Atlantic Monthly*, July 1945. Disponível em http://net.pku.edu.cn/~course/cs410/reading/bush_aswemaythink.pdf

CAMPOS, M. L. C.; GOMES, H. E. Organização de domínios de conhecimento e os princípios ranganathianos. *Perspectivas em Ciência da Informação*. Belo Horizonte, UFMG, v.8, n.2, jul./dez. 2003.

CAMPOS, M. L. A.; GOMES, H. E. Taxonomia e Classificação: a categorização como princípio. VIII ENANCIB – *Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação*. Salvador - Bahia, Out. 2007.

CASTELLS, M. *A Sociedade em Rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999. 617p.

CASTRO, J. V. R. de. *Análise da Produção Científica dos Pesquisadores em Ciência da Informação nos Periódicos Brasileiros*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação, 2009.

CHANDRASEKARAN, B.; JOHNSON, T. R.; BENJAMINS, V. R. What are Ontologies and why do we need them?. *IEEE Intelligent Systems*, Washington, v. 14, n. 1, p. 20-26, Jan./Fev.1999.

CHAUÍ, M. *Convite à Filosofia*. São Paulo: Ática, 2000.

CORAZZON, R. Ontology (2002). A Resource Guide for Philosophers. Disponível em <http://www.formalontology.it/index.htm>. Acessado em novembro de 2007.

CORCHO, O; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M; GÓMEZ-PÉREZ, A - Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point?. *Data & Knowledge Engineering*, 46 (2003) 41–64.

DAHLBERG, I. Teoria do Conceito. *Ciência da Informação*, Rio de Janeiro, 7(2): 101-107, jul./dez. 1978.

DIAS, E.W; NAVES, M. M. L. *Análise de Assunto*. Brasília: Thesaurus, 2007. 116 p.

DUPUY, J. P. *Nas origens das Ciências Cognitivas*. São Paulo, UNESP, 1996. 228 p.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Site institucional: <http://www.embrapa.gov.br>

Embrapa Milho e Sorgo – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Site institucional: <http://www.cnpms.embrapa.br>

FENSEL, D. *Ontologies: a silver bullet for knowledge management and electronic commerce*. New York: Springer-Verlag, 2001. 138 p.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; JURISTO, N. METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering. *Proceedings of the AAAI97 Spring Symposium Series on Ontological Engineering*, March, 1997, p. 33-40.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M. Overview of methodologies for building ontologies (1999). Disponível em <http://www.lsi.upc.es/~bejar/aia/aia-web/4-fernandez.pdf>. Acessado em setembro de 2007.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M; GÓMEZ-PÉREZ, A.; Overview and Analysis of Methodologies for Building Ontologies. 2002. Disponível em http://journals.cambridge.org/article_S0269888902000462. Acessado em fevereiro de 2008.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M; GÓMEZ-PÉREZ, A.; A survey on methodologies for developing, maintaining, evaluating and reengineering ontologies. 2002. Disponível em http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/ysu/publications/OntoWeb_Del_1-4.pdf. Acessado em fevereiro de 2008.

FERREIRA, B. W. Resumo do Método de Análise de Conteúdo. Disponível em <http://www.ulbra.br/psicologia/psi-dicas-art.htm>. Acessado em abril de 2010.

FONSECA, F. The Double Role of Ontologies in Information Science Research. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(6):786–793, April, 2007.

FOX, M. S. "The TOVE Project: Towards A Common-sense Model of the Enterprise", Enterprise Integration Laboratory Technical Report. 1992. Disponível em <http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/papers/index.html>. Acessado em fevereiro de 2008.

FOX, M. et al. An Organization Ontology for Enterprise Modeling. 1997. Disponível em <http://citeseer.ist.psu.edu/fox97organization.html> Acessado em fevereiro de 2008.

FOX, M.; GRUNINGER, M. Enterprise Modeling. 1998. Disponível em <http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/papers/fox-aimag98.pdf>. Acessado em fevereiro de 2008.

FUJITA, M. Identificação de conceitos no processo de análise de assunto para indexação. *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, Campinas, v. 1, nº 1, p. 60-90, jul./dez. 2003.

GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Atlas, 2006. 206 p.

GILCHRIST, A. Thesauri, taxonomies and ontologies; an etymological note (2003). EN: *Journal of Documentation* 59(1). 7-18.

GÓMEZ-PÉREZ, A. et al. Towards a Method to Conceptualize Domain Ontologies.

Disponível em <http://citeseer.ist.psu.edu/483876.html>. Acessado em fevereiro de 2008.

GÓMEZ-PÉREZ, A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; CORCHO, O. *Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*. Springer, 2004. 403 p.

GOMES, H. E. Classificação, Tesouro e Terminologia - Fundamentos comuns. (1996) Disponível em <http://www.conexaorio.com/bit/tertulia/tertulial.htm>. Acessado em dezembro de 2008.

GOMES, H. E. (Coord.) *Manual de elaboração de tesouros monolíngües*. Brasília: Programa Nacional de Bibliotecas de Instituições de Ensino Superior, 1990. 78p.

GRUBER, T. et al. Enabling technology for knowledge sharing (1991). *AI Magazine* 12 (3) pages 36–56. Disponível em <http://tomgruber.org/writing/AIMag12-03-004.pdf> Acessado em fevereiro de 2008.

GRUBER, T. What is an Ontology? (1993). Disponível em <http://www.ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>. Acessado em setembro de 2007.

GRUBER, T. Toward Principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. *International Journal Human-Computer Studies*, March, 1993a , 43, p.907-928.

GRUBER, T. Ontologies. Disponível em <http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm>. Acessado em janeiro de 2008.

GRUNINGER, M.; FOX, M. Methodology for the design and evaluation of ontologies. 1995. Disponível em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.44.8723>. Acessado em 19/12/2008.

GUARINO, N. Understanding, Building, and Using Ontologies, 1996. Disponível em <http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/guarino/guarino.html#Heading1>. Acessado em janeiro de 2008.

GUARINO, N. Formal Ontology and Information Systems. *Proceedings of FOIS'98*, Trento, Italy, June, 1998. Disponível em <http://www.loa-cnr.it/Papers/FOIS98.pdf>. Acessado em julho de 2007.

GUARINO, N.; GIARETTA, P. Ontologies and Knowledge Bases. Towards a Terminological Clarification. Padova, Italy, 1995. Disponível em: <http://www.loa-cnr.it/Papers/KBKS95.pdf>. Acesso em janeiro de 2007.

GUIZZARDI, G. *Uma abordagem metodológica de desenvolvimento para e com reuso baseada em Ontologias formais de Domínio*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Informática, 2000.

HAYES-ROTH, F.; Waterman D. A.; Lenat, D. B. *Building Expert Systems*. 1983, Massachusetts: Addison-Wesley.

HULME, E. W. (1911). Principles of Book Classification. *Library Association Record*, 13: 444-449, Dec. 1911. Disponível em http://www.db.dk/bh/Core%20Concepts%20in%20LIS/Hulme_444-449.pdf . Acessado em 19/12/2008

KACTUS, 1996, The KACTUS Booklet Version 1.0 Esprit Project 8145. Disponível em:

<http://www.swi.psy.uva.nl/projects/NewKACTUS/Reports.html>. Acessado em fevereiro de 2008.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Metodologia Científica*. São Paulo: Atlas, 1991.

LANGRIDGE, D. W. *Classificação: abordagem para estudantes de biblioteconomia*. Tradução de Rosali P. Fernandez. Rio de Janeiro: Interciência, 1977.

LE MOIGNE, J. L. *A teoria do sistema geral: teoria da modelização*. Lisboa: Instituto Piaget, 1977.

LÉVY, P. *As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. São Paulo: Editora 34, 1993. 203p.

LIMA, G. A. B. Mapa Conceitual como ferramenta para organização do conhecimento em sistema de hipertextos e seus aspectos cognitivos. *Perspectivas em Ciência da Informação*, Belo Horizonte, v.9 n.2, p. 134-145, jul./dez. 2004

LIMA-MARQUES, M. *Ontologias: da filosofia à representação do conhecimento*. Brasília: Thesaurus, 2006.

MAGALHÃES, P. C; RODRIGUES, W. A; DURÃES, F. O. M. Tanino no grão de sorgo – bases fisiológicas e métodos de determinação. Circular Técnica 27. Sete Lagoas. Embrapa – CNPMS, 1997. 26p.

MEADOWS, A. J. *A comunicação científica*. Brasília: Briquet de Lemos, 1999. 268 p.

MOREIRA, A. *Tesauros e Ontologias: estudo de definições presentes na literatura das áreas das Ciências da Computação e da Informação, utilizando-se o método analítico-sintético*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação, 2003.

MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. Lisboa: Instituto Piaget, 2007.

MUELLER, S. P. Machado; PASSOS, E. J. Lima (org.). *Comunicação Científica*. Brasília: Departamento de Ciências da Informação e Documentação da UnB, 2000, 144p, vol.1

NECHES, R., FIKES, R.E., et al. Enabling Technology for Knowledge Sharing. *AI Magazine*, 12(3), 36-56, 1991. Disponível em <http://tomgruber.org/writing/AIMag12-03-004.pdf> . Acessado em janeiro de 2008.

NICHOLAS, N. Quine e o compromisso ontológico. Notas de aula de ontologia (2002). Disponível em <http://www.cfh.ufsc.br/~dkrause/QuineOntol.doc>. Acessado em setembro de 2008.

NILSSON, N. Logic and artificial intelligence. *Journal of Artificial Intelligence*, p. 31-56, 1991. Disponível em <http://ai.stanford.edu/users/nilsson/OnlinePubs-Nils/PublishedPapers/logicai.pdf> Acessado em fevereiro de 2008.

NONAKA, I; TAKEUCHI, H. *Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação*. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 358p.

NOY, N. F.; McGUINNESS, D. L. - *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. Disponível em

http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101-noy-mcguinness.html. Acessado em abril de 2006.

NUNES, M. A. S. Sistemas de Representação de Conhecimento. Disponível em http://ww.dcomp.ufs.br/~gutanunes/hp/IA/aulas_IA/aula4.ppt. Acessado em maio/2010.

POLI, R. Descriptive, Formal and Formalized Ontologies. 2003. Disponível em <http://www.formalontology.it/essays/descriptive-ontologies.pdf>. Acessado em janeiro de 2008.

QUINE, W.V.O. *On What There Is*, 1948, In: From a Logical Point of View, 2nd revised edition, Harvard University Press: Cambridge, Mass., 1980, pp. 1-19. Disponível em http://en.wikisource.org/wiki/On_What_There_Is. Acessado em 19/12/2008.

SALLES-FILHO, S. L. et alii. *Ciência, Tecnologia e Inovação - A reorganização da Pesquisa Pública no Brasil*. Campinas: Editora Komedi, 2000.

SARACEVIC, T. Ciência da Informação: origem, evolução e relações. *Perspectivas em Ciência da Informação*, Belo Horizonte, v.1, n 1, p. 41-62, jan./jun. 1996.

SCHWARTZMAN, S. Desempenho das Unidades de Pesquisa: Ponto para as Universidades. *Revista Brasileira de Tecnologia* (Brasília, CNPq), 16,2, Março-Abril, 54-60, 1985.

SHAPIRO, C.; VARIAN, H. R. *A Economia da Informação – Como os princípios econômicos se aplicam à era da Internet*. Rio de Janeiro: Campus, 1999, 337p.

SILVA, D. L. da. *Uma proposta metodológica para construção de ontologias – Uma perspectiva interdisciplinar entre as Ciências da Informação e da Computação*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação, 2008.

SMITH, B. *Ontology and Informations Systems* (2004). Disponível em <http://www.ontology.buffalo.edu/ontology>. Acessado em maio de 2008.

SOERGEL, D. The rise of ontologies or the reinvention of classification. *Journal of the American Society for Information Science*, October 1999; 50(12): pp. 1119-1120.

SOUZA, R. F. Organização e Representação de Áreas do Conhecimento em Ciência e Tecnologia: princípios de agregação em grandes áreas segundo diferentes contextos de produção e uso de informação. Enc. Bibli: *R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf.*, Florianópolis, n. esp., 1º sem. 2006.

SOWA, J. F. Building, Sharing and Merging Ontologies, 1999. Disponível em <http://www.jfsowa.com/ontology/ontoshar.htm>. Acessado em dezembro de 2007.

SOWA, J. F. - Ontology, Metadata, and Semiotics. Berlin, August 2000. Disponível em <http://www.jfsowa.com/ontology/ontometa.htm>. Acessado em dezembro de 2007.

SOWA, J. F. Semantic Networks. 2002. Disponível em <http://www.jfsowa.com/pubs/semnet.htm>. Acessado em maio de 2010.

SOWA, J. F. Conceptual Graphs. 2004. Disponível em <http://www.jfsowa.com/cg> Acessado em 25 de setembro de 2009.

STAAB, S. ; STUDER, R. *Handbook on Ontologies*. Springer Verlag, 2004. 660 p.

SVENONIUS, E. Classification: Prospects, Problems and Possibilities. Proceedings of the 5th *International Study Conference on Classification Research*, Toronto, Canada, June 24-28, 1991.

TARGINO, M. G. Comunicação científica: uma revisão de seus elementos básicos. *Inf. & Soc.:* Est, v. 10, n. 2, p. 37-85, 2000.

TOFFLER, A. *A Terceira Onda*. Rio de Janeiro: Record, 1980.

USCHOLD, M. et al. The Enterprise Ontology. AIAI, The University of Edinburgh, 1995. Disponível em http://reference.kfupm.edu.sa/content/e/n/the_enterprise_ontology_90318.pdf. Acessado em maio de 2007.

USCHOLD, M. GRUNINGER, M. Ontologies: Principles, Methods, and Applications. *Knowledge Engineering Review*, v. 11, n. 2, p. 93-155. June. 1996.

USCHOLD, M. et al. The Enterprise Ontology. Artificial Intelligence Applications Institute - AIAI, The University of Edinburgh, 1997.

USCHOLD, M.; KING, M.; MORALEE, S.; ZORGIOS, Y. (1998). The Enterprise Ontology. *Knowledge Engineering Review*, Vol. 13, Special Issue on Putting Ontologies to Use (Eds. Mike Uschold and Austin Tate). Also available from AIAI as AIAI-TR-195.

VICKERY, B. C. Ontologies. *Journal of Information Science*, 23 (4) 1997, pp. 277–286. What is Ontology?. Disponível em: <http://www.formalontology.it/index.htm>. Acessado em setembro de 2006.

APÊNDICE 1

Estrutura Semântica Representativa do Conhecimento Científico da Cultura do Sorgo

1 - SORGO

1.1 – Tipologia

1.1.1 - Genérico

- sorgo forrageiro (2.8 - 9.9): planta inteira é utilizado preferencialmente na alimentação de bovinos
- sorgo granífero (2.9 - 18.2): cultivado com finalidade de colheita do grão.
- sorgo sacarino: cultivo visa produção de álcool
- sorgo vassoura: cultivo visa produção de matéria prima para vassouras

1.1.2 - Específico

- sorgo com capim sudão (2.9 - 18.2 - 18.9): utilizado como forragem
- sorgo duplo propósito (21.46): utilizado como grão ou silagem
- sorgo de corte e pastejo (18.2): utilizado em sistemas de produção de forragem.

1.1.3 - Genótipos de sorgo

1.1.3.1 – Cultivares (Cultivated variety) (9.12)

- Variedade vegetal obtida por meio de melhoramento genético

1.1.3.1.1 – Linhagens (variedades)

- BR 007B: textura do endosperma macio (1.20 - 19.9):
- SC 283: textura do endosperma duro (1.20 - 12.11 - 19.9)
- Cultivar - Cultivated variety (9.12). Variedade híbrida de vegetal obtida mediante cultivo

1.1.3.1.2 – Híbridos (cruzamentos de duas ou mais linhagens)

- BR 304: granífero. textura endosperma intermediário (19.9)
- BRS 305: granífero. sorgo com tanino (12.12)
- BRS 307: granífero
- BRS 310: granífero
- BR 601: forrageiro (21.17)
- BRS 610: forrageiro
- BR 700: forrageiro (21.17)
- BR 701: forrageiro (13.7)
- AG 2002: forrageiro. Produzido pela Agroceres
- AG 2005: forrageiro
- SHS 500: forrageiro. Produzido pela Santa Helena Sementes

- BRS 800 (18.5): corte e pastejo
- BRS 801: corte e pastejo
- BRS 802: corte e pastejo
- BRS 810: corte e pastejo
- AG 2501C (18.5): corte e pastejo
- AG 2006 (21.17): duplo propósito
- Volumax (22.20): silageiro. Produzido pela Monsanto

1.1.3.2 – Não cultivados

- Genótipos pertencentes a bancos de germoplasma
- Ainda não passaram pelo processo de seleção
- Não disponíveis no mercado

1.2 - Características

1.2.1 - Gerais

- nome científico: *Sorghum bicolor* (L.) Moench
- originário da África
- quinto cereal mais produzido no mundo (4.1 - 12.1)
- utilizado para ensilagem (21.1 - 22.3)
- alta produção de forragem (2.6)
- boa qualidade nutricional (22.3)
- 90% dos grãos de sorgo é destinado para alimentação de aves/suínos
- 10% dos grãos de sorgo é destinado para alimentação de bovinos
- tolerante à seca / déficit hídrico
- é uma gramínea
- menor digestibilidade que outros cereais: trigo, aveia e cevada (19.11)
- amido: principal componente do grão de sorgo (12.9 - 19.3)
- amido: representa até 70-75% do peso seco do grão do sorgo (19.3)
- proteína bruta: segunda maior fração dos grãos de sorgo (12.9)
- sorgo granífero muito cultivado em solos do cerrado (6.6)

1.2.2 - Comparativas ao milho

- pode substituir o milho (12.1)
- menos teor de extrato etéreo que o milho: 10 a 20% (12.2 - 19.2)
- menor teor de lisina que o milho (12.2)
- menor teor de metionina que o milho (12.2)
- mais resistente à seca que o milho (2.5)
- composição bromatológica semelhante ao milho (19.1)
- mais proteína bruta que o milho: 10 a 20% (12.2 - 19.2)

1.2.3 - Morfológicas

1.2.3.1 - Partes constitutivas

- raiz: responsável pela aquisição de água e nutrientes (4.8)
- colmo (9.9 - 21.22)
- folha (9.9 - 21.22)
- panícula (9.9 - 21.22)
- espiguetas (flores)
- grãos (1.15 - 1.16 - 1.18 - 1.20 - 1.23)

1.2.3.2 - Textura do grão (endosperma)

- textura farinácea ou macia (1.7 - 1.16 - 1.17 - 1.20 - 12.8 - 19.9)
- textura intermediária (1.16 - 12.8 - 19.9)
- textura vítrea ou dura (1.7 - 1.15 - 1.16 - 1.17 - 1.18 - 1.20 - 12.8 - 19.9)

1.2.3.3 - Altura média da planta (2.18)

- porte baixo: sorgo granífero (21.46)
- porte médio: sorgo duplo propósito (21.46)
- porte alto: sorgo forrageiro (21.46)

1.2.3.4 - Propriedades

- sistema radicular (4.12)
- densidade do tecido de raiz (4.18)
- comprimento específico da raiz (4.8)
- relação folha/haste: ajuda a definir o valor nutritivo do sorgo (2.23)
- suculência do colmo (9.9): sorgo sacarino
- perfilhos: brotações laterais da planta principal

1.2.4 - Bromatológicas

- composição bromatológica (12.4)
- composição bromatológica semelhante ao milho (19.1)
- boa alternativa ao milho na alimentação animal (19.1)
- tanino = fenol (12.3)
- tanino condensado (12.3 - 21.51): defesa química contra pássaros
- tanino hidrolisável (12.3): encontra-se em baixas quantidades no sorgo
- sorgo com alto teor de tanino contém tanino condensado (21.51)
- palatabilidade
- FDA - Fibra em Detergente Ácido (13.23 - 18.8)
- FDN - Fibra em Detergente Neutro (13.23 - 18.8 - 21.39)

1.2.5 - Fisiológicas

- exsudação radicular (5.5)
- maturação fisiológica do grão (6.8 - 9.12 - 13.4 - 13.7 - 13.8 - 13.21 - 21.18)
- velocidade de crescimento (2.6 - 18.2)

- crescimento radicular (4.6)
- capacidade de germinação (2.19 - 18.2)
- capacidade de rebrota (18.2)
- capacidade de perfilhamento (2.9 - 18.2)
- absorção de fósforo (5.1)
- colonização por micorrizas (5.9)
- envelhecimento da planta (13.23)
- época de corte (9.9)

1.2.6 - Adaptativas naturais

- sorgo forrageiro: boa resistência à privação hídrica (2.9)
- sorgo forrageiro: baixa exigência quanto à qualidade do solo (2.9)
- sorgo forrageiro: grande rusticidade (2.9)
- resistência a vários estresses abióticos (4.2)
- resistência a vários estresses bióticos: pragas, doenças.
- alguns genótipos possuem resistência a nematóides
- capacidade adaptativa (4.3)
- adaptação superior (4.22)
- adaptação em ambientes de estresse de fósforo (4.17)
- adaptação em regiões com distribuição irregular de chuvas (4.3)
- é uma das espécies mais adaptadas à produção de silagem (22.3 - 21.1)
- resistência à seca (2.5 - 2.6 - 3.2)
- tolerância a temperaturas elevadas (3.2)
- alguns genótipos possuem resistência ao alumínio tóxico (3.3 - 3.4)
- capacidade de recuperação após estiagem (2.5)
- sensibilidade a temperaturas baixas (entre 12C e 14 C)
- facilidade de cultivo (2.6)

1.2.7 - Nutricionais

1.2.7.1 - Componentes genéricos

- amido (1.8 - 1.18);
- carboidrato (19.11)
- glicídio (19.11)
- matriz protéica (1.17 - 1.18)
- proteína (19.11)
- corpo protéico (1.17 - 1.18)
- matéria seca (1.9 - 13.8)
- matéria verde (2.14 - 9.7)
- uso eficiente de nutrientes: depende de características morfológicas e fisiológicas (5.3)

1.2.7.2 - Valor nutricional

- valor nutritivo (1.2 - 1.21 - 2.4 - 2.6 - 2.21)
- sorgo: 85 a 90% do valor nutritivo do milho (10.2 - 13.1)
- valor nutritivo de um alimento está associado à sua composição química (22.1)
- valor nutritivo de um alimento está associado ao nível de aproveitamento dos nutrientes (22.1)
- teor de proteína no grão: maior que 10%
- celulose: importante componente da FDN e FDA (21.39)
- híbridos de sorgo de corte: apresentam alta digestibilidade em relação a outros volumosos (18.17)
- híbridos de sorgo de corte: apresentam alto valor protéico em relação a outros volumosos (18.17)
- híbridos de sorgo com capim-sudão: alto valor nutritivo (18.13)
- coeficiente de digestibilidade da matéria seca: em muitas situações pode ser utilizado para estimar o seu valor nutritivo (18.12)

1.3 - Parâmetros de qualidade

1.3.1 - Benéficos

- ácidos orgânicos: favorecem adaptação em ambientes com baixo fósforo (5.4)
- comprimento específico da raiz: eficiência do sorgo em estresse de fósforo (4.21)
- porcentagem de grãos: importante parâmetro de avaliação da qualidade do sorgo (21.47)

1.3.2 - Prejudiciais

- alumínio tóxico (3.3 - 3.4)
- alumínio tóxico: prejudica absorção de nutrientes e aproveitamento da água do solo (6.5)
- alumínio tóxico: causa danos ao sistema radicular (6.4 - 6.5)
- alumínio tóxico: raízes de plantas não adaptadas se tornam curtas e grossas (6.4)
- teor de FDA - Fibra em Detergente Ácido: fator limitante da digestibilidade (18.8)

1.4 - Teores / Valores

- teor de carboidratos solúveis (9.7 - 9.10 - 10.8)
- teor de cinzas (1.15)
- teor de extrato etéreo (1.15)
- teor de fibra bruta (1.15)
- teor de lignina (13.19)
- teor de matéria seca (1.15 - 9.5 - 9.10 - 21.4)
- teor de N-NH₃/NT: nitrogênio amoniacal/nitrogênio total (9.11 - 10.25)
- teor de proteína bruta (1.15)

- teores de fenol (19.8);
- sorgo: bons teores de carboidratos solúveis (10.3)
- valor de energia bruta (1.15)
- taxa de crescimento radicular (4.19)
- porcentagem de celulose (13.23)

1.5 - Fatores que afetam a produtividade

- cortes sucessivos (2.15)
- disponibilidade de água (2.15 - 18.2)
- época de plantio (2.15)
- época de colheita
- estágio de desenvolvimento (2.14 - 2.15 - 18.9)
- fertilidade do solo (2.15)
- densidade de plantio = número de plantas por unidade de área (2.15)
- genética (2.15)
- escolha da cultivar mais adequada
- resistência ao acamamento do colmo
- controle de pragas
- controle de doenças
- controle de plantas daninhas
- rotação de culturas

1.6 - Fatores econômicos - custo

- sorgo: baixo custo de produção
- sorgo tem menor custo que o milho (19.1)
- sorgo tem preço 10% a 30% menor do que o milho
- custo acessível para abastecimento de grãos forrageiros para a indústria de rações (6.2)
- custo final de produção (4.5)
- alimentação de aves com grãos de sorgo tem custo menor que dietas a base de milho (19.13)
- valor agrônômico (2.4)
- aditivo para silagem deve dar ao produtor um retorno maior em produção animal que o custo com o aditivo (10.9)

2 - GENÉTICA E MELHORAMENTO

2.1 - Componentes genéticos

- genótipo (1.18 - 1.22): constituição genética de uma planta
- fenótipo: genótipo somado às influências do ambiente. Características manifestadas no indivíduo
- germoplasma: variabilidade genética

2.2 - Métodos

2.2.1 – Autógamos

- mais indicados para o sorgo

2.2.2 – Alógamos

- mais indicados para o milho

2.3 – Melhoramento

2.3.1 - Produção

- grãos
- forragens: silagem e pastejo
- álcool

2.3.2 - Capacidade adaptativa

- genótipos de sorgo: tolerância ao alumínio (6.7)
- genótipos de sorgo: eficientes na absorção em solos com baixo fósforo (4.12 - 5.1)
- sorgo com capim sudão: boa adaptação às condições tropicais do Brasil (2.14)
- sistema radicular: varia em função do genótipo do sorgo (4.7 - 4.16)
- sistema radicular: define a capacidade de adaptação a estresses do solo (4.7 - 4.20)

2.3.3 - Nutricional

- volumosos de elevado valor nutritivo para o período de escassez das pastagens (18.17). Exemplo: sorgo com capim sudão
- forragens com alta produtividade e adequado valor nutricional para alimentação de ruminantes (2.10). Exemplo: sorgo com capim Sudão
- textura do endosperma: apresenta grande variabilidade genética (19.4)
- textura do grão: critério a ser adotado para a melhoria do valor energético do sorgo (19.12)
- determinação do valor nutricional das forrageiras é de extrema importância (22.8)
- equilíbrio entre colmo, folha e panícula aumenta valor nutritivo (22.4). Exemplos: alguns híbridos de sorgo

2.3.4 – Plantio

- sorgo com capim sudão: boa adaptação ao plantio em sucessão (2.7)
- sorgo com capim sudão: boa adaptação após cultura precoce de verão (2.7)

3 - MANEJO DA CULTURA

3.1 - Clima e Estações

- distribuição irregular de chuvas (4.3)
- inverno seco (2.12);
- precipitação pluviométrica (9.12)
- período anual de seca (2.11 - 18.1)
- período chuvoso (2.11)
- período de estiagem (2.5)

3.2 - Solos

3.2.1 - Fatores favoráveis / qualidade

- alta disponibilidade de fósforo (4.4 - 4.14)
- alta fertilidade (2.5)
- uso eficiente/absorção de nutrientes (4.8 - 5.2 - 6.5)
- capacidade tampão relativamente baixa (10.3)
- nutrientes utilizados pelo sorgo: nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e fósforo
- exportação de nutrientes pela planta

3.2.2 - Fatores desfavoráveis

- baixa disponibilidade de fósforo (4.13 - 4.14 - 4.21 - 4.22 - 5.7 - 5.8)
- baixa fertilidade (2.5)
- saturação de alumínio tóxico (6.5)
- elevada acidez do solo (3.4)
- estresse hídrico (13.2)
- pH baixo

3.2.3 - Adubação e nutrição do solo

- calagem (3.4)
- gessagem
- corretivos (4.5)
- fertilizantes (4.5 - 9.12)
- fertilizantes químicos
- fertilizantes orgânicos
- dosagem de fertilizantes
- correção da acidez do solo

3.3 - Plantio e condução da lavoura (2.13)

- plantio de verão (2.20)
- época de plantio (2.15 - 23.7)
- densidade e espaçamento de plantio (23.19)
- calagem e adubação (23.11)
- plantio em sucessão (2.7)
- sorgo: plantio recomendado próximo a centros urbanos (13.3)
- controle de plantas daninhas
- controle de pragas
- controle de doenças

3.4 - Colheita

- época de colheita
- ponto de colheita do sorgo para a ensilagem (12.14)
- safra da seca
- safra da chuva
- colheita manual
- colheita mecanizada
- teor de umidade do grão
- qualidade dos grãos na colheita
- perda dos grãos na colheita
- colhedora de grãos
- espaçamento entre cilindro e côncavo da colhedora
- velocidade de rotação do cilindro da colhedora

3.5 - Pós-produção

- pré-secagem (18.3)
- compactação da silagem (10.3)
- picagem (10.3)
- armazenamento dos grãos
- padrão de fermentação da silagem (10.8)
- armazéns de alvenaria
- silos metálicos
- secagem natural
- secagem artificial

4 - ALIMENTAÇÃO

4.1 - Humana

- Muito consumido em alguns países de África
- Seu consumo pela população ainda não é comum no Brasil

4.2 - Animal

4.2.1 - Destinação

4.2.1.1 - Monogástricos

- aves: frangos (22.1)
- suínos (1.2 - 1.22)

4.2.1.2 - Ruminantes

- bovinos (1.8)

4.2.2 - Processos de criação

- alimentação de ruminantes (10.1)
- terminação de animais (1.5)
- atividade pecuária (2.3)

4.2.3 - Estado nutricional

- carência alimentar (2.2)
- nível de manutenção (18.6)

4.2.4 - Tipologia

4.2.4.1 - Dieta

4.2.4.1.1 - Características

- alimento alternativo (1.3)
- dieta-referência (1.10)
- dietas a base de milho para aves (19.13);
- dietas baixas em proteína (18.6)
- dieta-teste (1.11)
- farelo de soja (1.10)
- suplementação protéica (18.7)

4.2.4.1.2 - Ministração da dieta (tempo)

- diária
- matinal (1.14)

4.2.4.2 - Pastagem

- capim
- alimento do animal antes do florescimento do grão
- alguns tipo de forragem são utilizados na pastagem
- pastagem diferida (18.15)
- diminuição de produção de massa da pastagem: ocorre na região central do Brasil a partir de abril (2.1)
- escassez de pastagem (18.1)

4.2.4.3 - Forragem (2.1)

- forragem cultivada (2.1)
- forragem de corte (18.14)
- colhida e fornecida no cocho
- fornecida sob a forma picada
- feno: obtido da secagem da forragem cortada ainda verde (18.14)
- qualidade da forragem: depende do sistema de manejo (10.11)

4.2.4.4 - Silagem

4.2.4.4.1 - Propriedades da silagem

- perfil da fermentação (9.8)
- qualidade da fermentação (9.8)
- tempo de abertura da silagem (10.18)
- efeito tamponante (10.20)
- silagem controle (10.19)
- silagem testemunha = silagem sem aditivo (10.19)
- silagem: estocada verde na estação das chuvas
- silagem: mantida por processos fermentativos

4.2.4.4.2 - Processos na silagem

- fermentação da silagem (9.5 - 9.7)
- produção de ácido láctico (10.13)
- produção de matéria seca (13.4)

4.2.4.4.3 - Qualidade da silagem

4.2.4.4.3.1 - Efeitos Benéficos

- ácido acético: inferior a 2% (13.27)
silagens de muito boa qualidade (13.27)
- ácido láctico: maior que 5,0% (13.30)
silagens de muito boa qualidade (13.30);
- adição de uréia (10.39)
elevação dos teores de N-NH₃/NT nitrogênio amoniacal/nitrogênio (10.39)
elevação de teores de proteína bruta (10.39)
- tanino
resistência a pássaros, insetos e doenças
- carboidratos solúveis: teor entre 4 e 5%
garante uma boa fermentação (10.35)
silagens de boa qualidade (9.10);

- aditivo ideal (10.9)
 - melhora sua qualidade higiênica (10.9)
 - melhora a estabilidade aeróbica (10.9)
 - melhora seu valor nutritivo (10.9)
 - melhora sua conservação (10.9)
 - melhora sua palatabilidade (10.9)
 - reduz perdas de matéria seca (10.9)
 - limita a fermentação secundária (10.9)

- inoculante bacteriano
 - aumenta o número de bactérias lácticas iniciais (10.33)
 - promove o meio anaeróbico desejado (10.33)
 - reduz a proteólise (10.31)
 - reduz fermentações indesejáveis (10.31)
 - favorece à fermentação na silagem (10.12)
 - produz ácido láctico (10.12)
 - sua eficiência é influenciados pelas condições locais (10.14)

- avanço do estágio de maturação
 - provoca variação na digestibilidade da silagem (13.4)
 - provoca variação no teor das frações fibrosas da silagem (13.4)
 - provoca variação no teor de matéria seca da silagem (13.4 - 13.8 - 13.31)
 - provoca queda no teor de proteína bruta do sorgo (21.21)
 - aumenta significativamente valor de pH em alguns híbridos (13.10)

- matéria seca: entre 30% e 35% (13.9)
 - silagem de boa qualidade (13.9)

- nitrogênio amoniacal/nitrogênio total: menor que 10 (10.25 - 13.13)
 - silagem de muito boa qualidade 10 (10.25 - 13.13)

- pH: entre 3,7 e 4,2 (9.6 - 10.4 - 10.21 - 21.12)
 - silagem bem preservada (9.6 - 10.4 - 10.21 - 21.12)

4.2.4.4.3.2 - Efeitos Prejudiciais

- matéria seca: acima de 35% (10.5)
dificulta a compactação (10.5)
diminui a capacidade de eliminação do ar (10.5 - 21.11)
favorece a formação de mofo (10.5)
favorece o aparecimento de fungos (21.11)
- alto pH: entre 5 e 7 (9.6 - 10.4)
silagem mal preservada (9.6)
- teor de lignina (13.19 - 13.20 - 18.8 - 21.40 - 21.48)
principal fator limitante da digestibilidade (13.19 - 13.20 - 18.8 - 21.40 - 21.48)
reduz o valor energético das forragens (21.32)
- nitrogênio amoniacal/nitrogênio elevado (10.26)
silagens de qualidade ruim(10.26)
- digestibilidade do colmo (21.3)
afeta diretamente a qualidade da silagem (21.3)
- ácido acético: alta concentração (9.26)
silagem mal preservada (9.6)
prejudica o balanço energético entre a forragem verde e ensilada (21.13)
- umidade excessiva (21.9 - 21.10)
prejudica a qualidade da silagem (21.10)
produz efluentes que levam à perda de nutrientes de alta digestibilidade (21.9)
- bactéria Clostridio spp (21.8)
reduz o valor nutricional da silagem (21.8)
- teor de fibra em detergente: neutro e ácido
fator limitante da digestibilidade (21.32)
reduz o valor energético das forragens (21.32)
- tanino condensado
efeito antinutricional
reduz a digestibilidade em monogástricos (aves e suínos)
modifica a palatibilidade (sabor adstringente)

4.2.4.4.3.3 - Causa x Efeito

- bactérias lácticas x carboidratos solúveis - CHOs (10.33)
consomem mais rapidamente os carboidratos solúveis - CHOs (10.33)
- ácido láctico x teor da matéria seca (13.28)
decrece com o aumento do teor da matéria seca (13.28)
- carbonato de cálcio x pH (10.38)
eleva os valores médio de pH das silagens (10.38)
- ácido acético x fermentação láctica (13.26)
elevado conteúdo pode restringir a fermentação láctica (13.26)
- teor de matéria seca x processo fermentativo (21.4)
influencia o processo fermentativo (9.5 - 13.6 - 21.4)
- teor de proteína bruta x custos de produção animal (10.6)
afeta os custos de produção animal (10.6)
- teor de proteína bruta x processos fermentativos ruminais (10.6)
interfere nos processos fermentativos ruminais (10.6)
- uréia x valores médio de pH (10.38)
eleva os valores médio de pH das silagens (10.38)
- digestibilidade do colmo x desempenho animal (21.3)
afeta o desempenho animal na propriedade (21.3)
- qualidade dos grãos x qualidade da silagem (21.3)
afeta diretamente a qualidade da silagem (21.3)
- adaptabilidade ao ambiente x qualidade da silagem (21.3)
afeta diretamente a qualidade da silagem (21.3)
- qualidade da silagem x colheita da planta de sorgo (21.4)
depende do momento de colheita da planta de sorgo (21.4)

- frações fibrosas x digestibilidade (21.35)
silagens com menores frações fibrosas tendem a ter maior digestibilidade (21.35)
- frações fibrosas x consumo (21.35)
silagens com menores frações fibrosas tendem a ter maior consumo (21.35)
- qualidade das forragens x composição química (22.2)
relacionada à sua composição química (22.2)
- fermentação x proteína verdadeira (21.25)
reduz os níveis de proteína verdadeira (21.25)
- fermentação x aminoácidos livre (21.25)
aumenta os níveis de aminoácidos livre (21.25)
- fermentação x frações nitrogenadas (21.26)
provoca alterações na composição das frações nitrogenadas (21.26)
- disponibilidade de fósforo x crescimento radicular (4.4 - 4.6 - 4.14)
favorece crescimento radicular (4.4 - 4.6 - 4.14)
- aumento da porcentagem de FDA x valor nutritivo reduz valor nutritivo à medida que a planta envelhece (13.23)
- aumento da porcentagem de FDN x valor nutritivo reduz valor nutritivo à medida que a planta envelhece (13.23)
- aumento da porcentagem de lignina x valor nutritivo
Reduz valor nutritivo à medida que a planta envelhece (13.23 - 21.41)
- aumento da porcentagem de celulose x valor nutritivo
reduz valor nutritivo à medida que a planta envelhece (13.23)

4.2.5 - Resíduos

- fezes (1.13)
- urina (1.14)
- resíduos no cocho

- 4.2.6 - Processos digestivos / fermentativos
 - fermentação ruminal (22.9)
 - fermentação de substratos (22.18)
 - cinética da fermentação (22.10)
 - processo fermentativo ruminal (10.6)
 - perdas fecais metabólicas (19.10)
 - perdas urinárias endógenas (19.10)
 - substrato digerido (22.13)
 - processo digestivo (22.8)
 - cinética da digestão (22.9)
 - metabolismo microbiano (22.7 - 22.12)
 - produção de gases (22.10)
 - biodisponibilidade dos alimentos (19.10)
 - tempo de colonização (22.17)
 - degradação da matéria seca (22.18)

- 4.2.7 - Medidas de digestibilidade
 - taxa de digestibilidade (1.8 - 19.12)
 - taxa de fermentação (22.20)
 - DAMS - digestibilidade aparente da matéria seca (1.9)
 - DIVMS - digestibilidade in vitro da matéria seca (13.21)
 - DAPB - digestibilidade aparente da proteína bruta (1.9)
 - EDA - energia digestível aparente (1.4 - 1.9)
 - EMA - energia metabolizável aparente (1.4)
 - EMV - energia metabolizável verdadeira (19.10)

- 4.2.8 - Fatores econômicos na pecuária
 - viabilidade econômica da pecuária (2.3)
 - baixa disponibilidade de forragem (2.3)
 - custo acessível de abastecimento (6.2)
 - custos de produção animal (10.6);

5 - PESQUISA AGROPECUÁRIA

5.1 - Produtos

- Cultivares
- Máquinas e equipamentos para plantio

5.2 - Conhecimento científico

- Recomendações de manejo

5.3 - Técnicas

- in situ (1.8 - 22.9)
- in vitro (1.8 - 22.9)
- in vivo (22.8)
- técnica in vitro de produção de gases (22.11 - 22.15)
- técnica in vitro semi-automática de produção de gases (22.10)
- coleta de amostra
- coleta de exsudados radiculares (5.10)
- congelamento de amostra (1.14)
- classificação de grãos quanto à presença de tanino (21.52)
- simulação do ambiente ruminal (22.11 - 22.15)
- cromatografia gasosa (5.11)
- método azul da Prússia (21.49 - 21.50)

5.4 - Procedimentos de pesquisa

- análise de fezes animal (1.13)
- análise de urina animal (1.14)
- análise de energia bruta (1.15)
- análise de fibra bruta (1.15)
- análise de proteína bruta (1.15)
- análise de extrato etéreo (1.15)
- análise de cinzas (1.15)
- análise de número de substratos (22.10)
- análise do tecido vegetal: teor de nutrientes
- avaliação da fermentação ruminal (22.9)
- avaliação da cinética da fermentação ruminal (22.10)
- avaliação de genótipos de sorgo (1.22 - 1.23)
- avaliação de teores de matéria seca total (1.15)
- diagnose da fertilidade do solo
- determinação da qualidade nutricional de alimentos

6 - PESSOAS

6.1 - Pesquisadores

- Climatologista
- Entomologista
- Fitopatologista
- Fitotecnista
- Melhorista
- Nematologista
- Nutricionista (1.22)
- Químico

6.2 - Extensionista

- Agrônomo
- Biólogo
- Economista
- Sociólogo
- Técnico em agropecuário
- Veterinário
- Zootecnista

6.3 - Produtores

- pequeno agricultor (4.5)
- produtores de suínos

APÊNDICE 2

Trechos extraídos de cada um dos artigos utilizados na elaboração da modelagem

Texto 1: Valor nutritivo de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma para leitões

1. O milho representa o principal custo de produção de suínos, uma vez que 60 a 70% dos custos da atividade estão relacionados à alimentação dos animais.
2. O sorgo grão tem sido utilizado com intensidade crescente na criação de aves e suínos, principalmente nas regiões produtoras desse grão, como substituto ao milho, por apresentar menor custo de produção ou de aquisição, por encontrar-se mais disponível no mercado nos últimos anos e por apresentar valor nutritivo próximo ao do milho
3. sorgo sempre foi considerado alimento alternativo na alimentação desses animais
4. os valores de energia digestível aparente e energia metabolizável aparente dos grãos de milho são 3,4 e 2,8% mais altos que os dos grãos de sorgo
5. Substituição integral do milho pelo sorgo nas dietas de animais nas fases de engorda e terminação,
6. O sorgo apresenta grande variabilidade genética para a textura do endosperma
7. Na literatura, têm sido descritos grãos de sorgo com endosperma completamente farináceo (textura muito macia) até grãos com endosperma completamente vítreos (textura muito dura)
8. Existindo evidências de que a textura do endosperma esteja relacionada com a taxa e a extensão das digestibilidades da PB e do amido *in vitro* e ruminal *in situ* em bovinos
9. determinar os valores de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e os de energia digestível e metabolizável aparentes de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma para leitões.
10. dieta-referência para leitões, à base de milho, farelo de soja e complexo vitamínico-mineral,
11. dietas-teste, compostas por 70% da dieta-referência e por 30% (peso/peso, na base da MN) de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma moídos a 2mm.
12. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 7 e às 16h.
13. A massa de fezes de cada animal foi determinada a cada 12h, escolhendo-se uma amostra de aproximadamente 500g para análises posteriores.
14. O volume de urina de cada animal foi determinado diariamente, após o fornecimento da dieta matinal. Uma alíquota de 10% da produção urinária diária foi recolhida para cada animal e congelada.
15. Amostras dos grãos de sorgo, das dietas fornecidas e das sobras foram analisadas quanto aos valores de energia bruta e quanto aos teores de matéria seca total, de proteína bruta, de extrato etéreo, de cinzas e de fibra bruta
16. Esses dados sugerem que o desempenho de animais alimentados com grãos de sorgo de textura vítrea poderá ser inferior aos de animais alimentados com grãos de textura macia ou intermediária.
17. A influência negativa da textura do endosperma sobre os valores de DAMS, DAPB, EDA e EMA pode ser explicada pelas diferenças de composição e de distribuição da matriz protéica e dos corpos protéicos entre os grãos de textura dura e de textura macia.
18. Grãos de textura dura (predominância do endosperma vítreo), o amido está fortemente incrustado no arcabouço protéico formado pela matriz protéica espessa e contínua e por corpos protéicos

19. Nos grãos de textura macia (predominância do endosperma farináceo), a matriz protéica encontra-se presente na forma de lâminas delgadas, é descontínua e está fracamente incrustada aos grânulos de amido.
20. Os grãos do genótipo SC 283 possuem o endosperma completamente vítreo. Portanto, são esperados valores mais baixos de energias digestível e metabolizável para estes grãos, os do genótipo BR 007B apresentam endosperma completamente farináceo, explicando os maiores valores de digestibilidade da MS e da PB e de energias digestível e metabolizável quando comparado ao genótipo SC 283
21. A textura do endosperma teve influência negativa sobre o valor nutritivo dos grãos de sorgo para leitões.
22. os principais genótipos de sorgo cultivados atualmente no país devem ser avaliados para melhor orientar nutricionistas de suínos e produtores na formulação de rações à base de sorgo para as diversas categorias de suínos.
23. Os resultados obtidos neste estudo também reforçam a necessidade de que a textura dos grãos de sorgo seja um critério de seleção de genótipos a ser adotado pelas empresas de melhoramento genético de sorgo brasileiras, devido à importância que a textura mostrou ter sobre a digestibilidade e sobre o valor energético dos grãos de sorgo para leitões.

Texto 2: Potencial forrageiro de seis híbridos de sorgo com capim sudão

1. Na região central do Brasil, a partir de março ou abril, as pastagens diminuem sua produção de massa e se tornam menos nutritivas, comprometendo o desenvolvimento do rebanho.
2. O uso de forragem cultivada é geralmente indicada como alternativa para reduzir o efeito dos períodos de carência alimentar dos animais em pastejo.
3. Baixa disponibilidade de forragem dificulta a viabilidade econômica da atividade pecuária.
4. O sorgo é uma planta que pode ser comparada ao milho, em relação ao seu valor agrônomo e nutritivo.
5. O sorgo é mais adaptado à seca, dada a sua capacidade de recuperar-se e produzir grãos após um período de estiagem, produzindo mais matéria seca em áreas de solo menos fértil,
6. O sorgo oferece facilidade de cultivo, resistência à seca, rapidez de estabelecimento e crescimento, facilidade de manejo para corte ou pastejo direto, além do bom valor nutritivo e da alta produção de forragem.
7. Híbridos de sorgo com capim Sudão têm se adaptado bem a algumas situações de cultivo, como plantio em sucessão ou após uma cultura precoce de verão.
8. Sorgo forrageiro para corte e/ou pastejo é proveniente de cruzamentos de espécies do gênero Sorghum.
9. Híbrido: cruzamento de capim Sudão (*Sorghum bicolor* cv sudanense) e sorgo granífero (*Sorghum bicolor* cv bicolor). Este híbrido resulta em uma planta de crescimento vegetativo rápido, abundante perfilhamento, boa resistência à privação hídrica, grande rusticidade e pouca exigência quanto à qualidade de solo, facilidade de manejo para corte ou pastejo direto.
10. O híbrido de sorgo com capim Sudão produz forragem com alta produtividade por área e adequado valor nutricional para alimentação de ruminantes, principalmente em sistemas de produção onde a oferta de alimentos volumosos de boa qualidade é sazonal,
11. Determinar a produtividade, na época de transição do período seco para o período chuvoso.
12. Clima de savana, com inverno seco e temperatura média acima de 18°C no mês mais frio.
13. Datas de plantio diferentes.
14. A produtividade de matéria verde obtida com diferentes híbridos de sorgo com capim Sudão, avaliados sob diversas condições do Brasil, mostra a ampla capacidade de adaptação dessa forrageira às condições tropicais e subtropicais do país.

15. Fatores capazes de influenciar a produtividade de híbridos de sorgo com capim Sudão: variabilidade genética, fertilidade do solo, disponibilidade de água, época de plantio, estágio de desenvolvimento da planta, cortes sucessivos e números de plantas por unidade de área
16. Produção de MS/ha dos híbridos,
17. Altura das plantas no momento dos cortes.
18. Correlação entre altura média das plantas e produção de MV/ha e de MS/há.
19. Maior capacidade de germinação e estabelecimento cultural.
20. Nas condições do Brasil Central, em plantios de verão, considera-se economicamente viável a realização de três cortes.
21. A relação folha/haste é uma característica importante na previsão do valor nutritivo da forrageira.
22. A relação folha/haste indica a participação relativa de folhas na forragem total
23. Uma alta proporção da relação folha/haste constitui uma característica desejável para as plantas forrageiras, por estar diretamente associada à qualidade e ao consumo.
24. Valor nutritivo da planta
25. Produtividades médias de 15,32T/ha de MV e 1,99T/ha de MS indicam o potencial dos híbridos de sorgo com capim Sudão
26. Transição do período seco para o período chuvoso

Texto 3: Desenvolvimento Radicular de Híbridos Isogênicos de Sorgo Avaliados em Cinco Níveis de Alumínio em Solução Nutritiva

1. O Centro-Oeste brasileiro continua liderando a produção de sorgo, com destaque para os estados de Goiás e Mato Grosso
2. O sorgo apresenta resistência à seca e tolerância a temperaturas elevadas viabilizando a sua produção em ambientes que são problemáticos para outras culturas.
3. Vários genótipos de sorgo são sensíveis ao Alumínio tóxico em solos com alta saturação deste elemento
4. O método da calagem tem sido recomendado para neutralizar a acidez do solo, mas a utilização desta estratégia pode ser restritiva no subsolo em camadas abaixo de 0-20 cm.
5. A Embrapa vem realizando um programa de Pesquisa e Desenvolvimento para desenvolver cultivares com maior tolerância ao Alumínio tóxico.

Texto 4: Caracterização da Morfologia Radicular de Linhagens de Sorgo Contrastantes para Eficiência no Uso de Fósforo

1. O sorgo é considerado atualmente o quinto cereal mais produzido no mundo, depois do milho, trigo, arroz e cevada.
2. O sorgo apresenta uma vantagem adaptativa distinta quando comparado a outros cereais, devido à notável resistência à seca e a outros estresses abióticos.
3. A capacidade adaptativa do sorgo permite que ele se estabeleça em regiões com distribuição irregular de chuvas, particularmente na safrinha, em sucessão a culturas de verão.
4. Os solos do cerrado brasileiro são caracterizados pelos baixos pH e fertilidade; apresentando níveis tóxicos de Al^{+3} , baixa disponibilidade de fósforo e alta capacidade de fixação de fósforo.
5. No Brasil, corretivos e fertilizantes são os fatores com maior participação no custo final de produção, restringindo o seu uso pelo pequeno agricultor, devido à falta de recursos para sua aquisição.

6. A disponibilidade de fósforo no solo é um dos fatores que influenciam o crescimento radicular.
7. A caracterização do sistema radicular no solo e o conhecimento de suas variações genéticas são fundamentais para a escolha dos melhores genótipos, ou seja, os mais adaptados às condições de estresse do solo.
8. Raízes que apresentam maiores comprimentos específicos, CE, (comprimento total da raiz/massa raiz) são capazes de explorar maior volume de solo por unidade de investimento metabólico em seus tecidos, sendo assim, mais eficientes na aquisição de água e nutrientes por unidade de carbono consumido.
9. Esta relação de eficiência das raízes com altos valores de comprimento específico pode variar entre as espécies.
10. Raízes muito finas podem dificultar o funcionamento radicular, reduzindo sua longevidade.
11. Separar comprimentos específicos nos componentes finura de raiz (comprimento/volume) e densidade de tecido de raiz (massa raiz/volume) pode trazer informações sobre a relação entre características de raiz e estratégias de desenvolvimento das plantas
12. É importante identificar características da morfologia do sistema radicular de linhagens de sorgo para a seleção de genótipos eficientes em baixo fósforo.
13. Produtividade de grãos em estresse de fósforo.
14. Solos com baixa e alta disponibilidade de fósforo.
15. Características do sistema radicular;
 - Comprimento total de raiz (CTR)
 - Área de superfície total (AST)
 - Diâmetro médio de raiz (DMR)
 - Volume total de raiz (VTR)
 - Comprimento de raiz muito fina (CRMF)
 - Comprimento de raiz fina (CRF)
 - Comprimento de raiz grossa (CRG)
 - Área de superfície de raiz muito fina (ASRG)
 - Peso seco de parte aérea (PSPA)
 - Peso seco de raiz (PSRA)
 - Relação peso seco raiz/peso seco parte aérea (PSRA/PSPA)
 - Comprimento específico (CE)
 - Finura de raiz (FR)
 - Densidade de tecido de raiz (DTR)
16. Existe variabilidade genética em sorgo para as características do sistema radicular
17. Aspectos rizoecônômicos (custo de massa radicular por potencial retorno) são importantes na adaptação das plantas de sorgo em ambientes de estresse e fósforo.
18. Uma das características que melhor agrupa as linhagens de sorgo eficientes das ineficientes é a densidade do tecido de raiz (DTR).
19. A densidade do tecido de raiz está relacionada com características anatômicas das raízes, como a formação de aerênquima, e com a taxa de crescimento radicular.
20. Programas de melhoramento de sorgo podem explorar melhor a variabilidade genética existente para características do sistema radicular das plantas cultivadas em estresse de fósforo.
21. O comprimento específico (CE) está relacionado com a eficiência das plantas de sorgo em estresse de fósforo.
22. A densidade de tecido de raiz (DTR) é uma das características mais informativas para seleção de plantas de sorgo com adaptação superior por estar associada aos mecanismos de adaptação das plantas em estresse de fósforo.

Texto 5: Avaliação de Linhagens de Sorgo Cultivadas em Estresse de Fósforo para a Liberação de Compostos Radiculares

1. O sorgo apresenta variabilidade na absorção de fósforo em solos pobres neste elemento
2. As plantas apresentam vários mecanismos e processos que contribuem para o uso eficiente dos nutrientes que se encontram pouco disponíveis no solo.
3. Os mecanismos das plantas para o uso eficiente dos nutrientes estão relacionados com a expressão de características morfológicas e fisiológicas desejáveis.
4. Os ácidos orgânicos estão entre os compostos liberados pelas plantas como estratégias para adaptação em ambientes de baixo fósforo.
5. Exsudação radicular
6. Metodologia para crescimento das plantas
7. Existem diferenças nas repostas fisiológicas das linhagens de sorgo quando cultivadas em estresse de fósforo
8. Existe variabilidade genética para a exsudação de compostos em sorgo, cultivado em estresse de fósforo.
9. Colonização por micorrizas
10. Coleta dos exsudados radiculares de plantas de sorgo
11. Cromatografia gasosa

Texto 6: Avaliação de Produtividade de Linhagens Recombinantes Contrastantes para Gene de Tolerância ao Alumínio Tóxico em Sorgo - AltSB

1. O sorgo é visto, principalmente, como complementação para a fabricação de rações ou como substituição na época de pouca oferta de milho.
2. O sorgo é uma alternativa de custo acessível para o abastecimento de grãos forrageiros para as indústrias de rações.
3. A toxidez causada pelo Alumínio (Al^{+3}) em solos do cerrado, é considerado um dos fatores mais importantes que limitam o crescimento, e ou, o desenvolvimento das plantas em solos ácidos, principalmente em pH abaixo de 5.0
4. Plantas não adaptadas, que crescem em solos contendo alumínio trocável em níveis tóxicos, têm o crescimento do sistema radicular prejudicado, ou paralisado, uma vez que as raízes se tornam curtas e grossas.
5. Os danos causados ao sistema radicular pelo alumínio tóxico, ocasionam exploração de menor volume de solo pelas plantas, resultando em prejuízos na absorção de nutrientes e no aproveitamento da água do solo.
6. A área cultivada e a produção brasileira de sorgo granífero cresceram substancialmente nos últimos anos em razão da rápida expansão das fronteiras agrícolas brasileiras e da utilização cada vez mais intensa de solos do cerrado.
7. A seleção de genótipos de sorgo com tolerância ao alumínio apresenta-se como alternativa para melhor exploração do cerrado brasileiro.
8. Maturação fisiológica dos grãos
9. O sucesso de qualquer programa de melhoramento está na avaliação de linhagem e cultivares de interesse.
10. Linhagens que possuem o AltSB são mais tolerantes em ambientes com alta saturação por alumínio e são também mais produtivos

Texto 7: Avaliação de Dez Cultivares de Sorgo em Dois Níveis de Fósforo em Solo de Cerrado em Casa de Vegetação

1. Os solos do cerrado apresentam acidez elevada e os nutrientes encontram-se pouco disponíveis para as plantas, principalmente o fósforo.
2. O fósforo é um dos principais macronutrientes que limitam a produtividade, pois está envolvido no transporte de energia, fotossíntese, transformação de açúcares e amido, movimento de nutrientes na planta e no DNA.
3. A eficiência de adubação com fósforo geralmente é baixa
4. Apenas 10% do fósforo proveniente da adubação é recuperado pelas plantas.
5. A identificação e desenvolvimento de genótipos de sorgo com maior eficiência na aquisição e utilização de fósforo é uma estratégia que pode ser utilizada para melhor aproveitar o fósforo pela cultura de sorgo, aumentando a produtividade e reduzindo os custos da lavoura com insumos.

Texto 9: Padrão de fermentação da silagem de cinco genótipos de sorgo.

1. silagem de alta qualidade
2. Silagem com alto valor nutritivo e adequado teor de matéria seca,
3. Teores de 30-35% de MS no material a ser ensilado.
4. Valores de matéria seca devem ser maiores que 25% para evitar maiores perdas por efluentes
5. Teor de matéria seca da planta constitui fator determinante no processo de fermentação da silagem.
6. Silagens bem preservadas apresentam pH que variam entre 3,7 e 4,2. Silagens mal preservadas possuem alto pH, entre 5 e 7 e têm concentrações consideráveis de ácido acético e butírico
7. São necessários de 6 a 8% de carboidratos solúveis na matéria seca do material verde para que ocorra uma adequada fermentação.
8. Para se avaliarem a qualidade e o perfil de fermentação das silagens de sorgo, procedeu-se a ensilagem dos materiais colhidos após 101 dias do plantio.
9. A porcentagem de MS do sorgo varia de acordo com a idade de corte, natureza do colmo (suculência) e com a proporção dos diferentes constituintes dessa forrageira (colmo, folha e panícula) sendo recomendado valores de MS entre 30 a 35% para silagem de boa qualidade.
10. um teor de matéria seca igual ou superior a 20% associado a um adequado teor de carboidratos solúveis seriam suficientes para se produzir uma silagem de boa qualidade.
11. para a silagem ser considerada de boa qualidade, os teores de N-NH₃/NT devem atingir no máximo de 8 a 11%
12. Os fatores que mais influenciam os teores de CHOs são os cultivares, o estágio de maturação, a luminosidade, a temperatura, a aplicação de fertilizantes e a precipitação pluviométrica

Texto 10: Avaliação da silagem do híbrido de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) BR 601 com aditivos.1- pH, Nitrogênio amoniacal, matéria seca, proteína bruta e carboidratos solúveis.

1. A crescente utilização do milho na alimentação humana e de monogástricos tem aumentado o interesse pelo estudo de alternativas viáveis para a alimentação de ruminantes
2. O sorgo, por suas características de cultivo e valor nutritivo semelhantes aos do milho, vem sendo estudado como substituto deste, principalmente como silagem

3. uso do sorgo na forma de silagem é favorecido pelo fato de essa cultura apresentar bons teores de carboidratos solúveis, capacidade tampão relativamente baixa, conteúdo de MS acima de 20% e estrutura física que facilita a picagem e a compactação durante o enchimento do silo
4. as silagens bem preservadas apresentam valores de pH entre 3,7 e 4,2. Já as mal preservadas caracterizam-se por terem altos valores de pH, normalmente entre 5,0 e 7,0
5. A avaliação do teor de MS da silagem é de fundamental importância, pois, quando a massa ensilada atinge valores superiores a 35% de matéria seca, a compactação é dificultada, reduzindo a eliminação do ar da massa ensilada e criando condições para aquecimento e desenvolvimento de mofo.
6. O teor de PB da silagem afeta a nutrição e os custos de produção animal, pois interfere nos processos fermentativos ruminais e determina a quantidade necessária de concentrados protéicos a serem incluídos na dieta.
7. Uma mudança importante que ocorre na forragem durante o processo de ensilagem é o aumento na solubilidade da proteína, que pode aumentar cerca de 30% durante a ensilagem.
8. o teor mínimo de carboidratos solúveis para promover adequada fermentação é de 6-8% da matéria seca da planta.
9. Um aditivo ideal para silagem, deveria ser seguro para manejar, reduzir perdas de matéria seca, melhorar a qualidade higiênica da silagem, limitar a fermentação secundária, melhorar a estabilidade aeróbica, aumentar o valor nutritivo e dar ao produtor um retorno maior em produção animal que o custo com o aditivo.
10. Silagens de milho e sorgo têm baixos teores de nitrogênio, de cálcio e de fósforo.
11. A população de bactérias produtoras de ácido láctico pode ser pequena nas forragens, sendo
12. afetada pelas condições ambientais (umidade, temperatura, radiação solar, espécie e características da planta), o que pode levar, ao longo do tempo, à obtenção de silagens de qualidade variável, a partir de um mesmo tipo de forragem e sistema de manejo.
13. A adição de inoculantes bacterianos pode ser benéfica à fermentação
14. Os principais inoculantes bacterianos são compostos de bactérias homofermentativas que produzem somente ácido láctico.
15. Inoculantes usados com sucesso em determinada região podem não ser eficientes em outras, indicando influência de condições locais sobre o efeito dos inoculantes.
16. Cobertura com 100 kg/ha de uréia.
17. Grãos se apresentavam no estágio leitoso-pastoso.
18. Os valores de pH avaliados no suco das silagens
19. Diferentes tempos de abertura das silagens
20. Silagem testemunha – silagem controle
21. A hidrólise da uréia e do carbonato de cálcio resulta em íons amônio e cálcio, respectivamente, e a associação destes a ácidos orgânicos apresenta efeito tamponante, o que pode explicar o aumento do pH nas silagens com esses aditivos
22. Silagem adicionada com inoculante bacteriano é classificada como de boa qualidade (pH de 3,8 a 4,2).
23. Silagens adicionadas somente com carbonato de cálcio ou somente com uréia são classificadas como de média qualidade (PH de 4,34 e 4,22, respectivamente)
24. Silagem com valor médio de pH igual a 4,65 é classificada como de ruim qualidade.
25. A ação tamponante da uréia e do cálcio pode propiciar condições favoráveis para a ação das enzimas proteolíticas.
26. Silagens de muito boa qualidade possuem $N-NH_3/NT < 10$
27. Silagens de qualidade ruim possuem com $N-NH_3/NT$ elevado. Exemplo: 26,30
28. O emprego de aditivos, com exceção de inoculantes bacterianos, não gera efeitos sobre os conteúdos médios de MS das silagens.

29. Os teores de MS recomendados para uma silagem de muito boa qualidade, variam de 30 a 35% de MS
30. Proteólise: quebra de proteína em aminoácidos e peptídeos promovida pelas proteases da própria forragem
31. Não foi observada variação nos teores de proteína bruta das silagens devido ao uso de inoculante bacteriano.
32. Com a inoculação de bactérias lácticas, espera-se redução das fermentações indesejáveis e, com isso, redução da proteólise
33. Os ruminantes necessitam um mínimo de 7% de PB na MS da dieta para manutenção de um adequado padrão de fermentação ruminal
34. A finalidade da utilização do inoculante bacteriano é aumentar o número de bactérias lácticas iniciais que irão consumir mais rapidamente os CHOs existentes, para promover o meio anaeróbico desejado
35. Os CHOs são a principal fonte de energia para os microrganismos no início da fermentação
36. Planta ensilada deve apresentar, no mínimo, de 4,0 a 5,0% de CHO para uma boa fermentação
37. Fermentação de carboidratos da parede celular como as hemiceluloses.
38. O consumo de PB acarreta a elevação nos teores de N-NH₃/NT na massa ensilada.
39. A adição de carbonato de cálcio e uréia, separados ou juntos, acarreta elevação dos valores médios de pH das silagens
40. Adição de uréia promove elevados valores de N-NH₃/NT e elevação nos teores de PB das silagens.
41. Aplicação do inoculante bacteriano não tem efeito consistente sobre o perfil de fermentação e sobre a qualidade das silagens, em comparação com a silagem sem aditivo.

Texto 12: Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma.

1. O sorgo é o quinto cereal mais cultivado no mundo, sendo destinado à alimentação animal em substituição ao milho.
2. O sorgo possui conteúdo mais elevado de proteína bruta e o milho maior concentração de extrato etéreo, de lisina e de metionina.
3. o sorgo pode conter quantidades variáveis de taninos hidrolisáveis e condensados.
4. O conhecimento da composição bromatológica dos grãos de sorgo é fundamental para viabilizar a substituição do milho nas rações para animais com a redução de custos e sem perda de desempenho.
5. Os principais parâmetros físicos estudados são a vitreosidade (a relação entre os endospermas vítreo e farináceo do grão), a densidade e o peso de 1.000 grãos.
6. avaliar a composição química e os parâmetros físicos de grãos de 33 genótipos de sorgo com diferentes texturas do endosperma de diferentes origens.
7. *COMPOSIÇÃO QUÍMICA / PARÂMETROS FÍSICOS*
8. teores de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), de extrato etéreo (EE), de fibra bruta (FB) e de cinzas foram avaliados de acordo com Official... (1980), o amido, pelo método enzimático (Stitt et al., 1989), e os fenóis totais, pelo método azul da Prússia (Price e Butler, 1977). Grãos inteiros e íntegros de sorgo, em equilíbrio de umidade, foram analisados quanto à vitreosidade, à densidade e ao peso (1000 grãos).
9. *Tipos de Grãos*

10. grãos de textura dura (endosperma vítreo), textura médio-dura, textura média (metade do endosperma vítreo e metade farináceo), textura médio-macia e textura macia (endosperma completamente farináceo)
11. O amido representou a maior fração dos grãos de sorgo, seguido pela proteína bruta.
12. O peso de 1000 grãos variou entre 12,58g para o genótipo CMSXS 214 e 27,18g para o A 9904. A média do peso de 1000 grãos foi 17,63g.
13. O genótipo SC 283 é considerado um dos mais duros, servindo como padrão de dureza de grãos.
14. Grande variabilidade na composição bromatológica foi verificada nos grãos dos 33 genótipos de sorgo avaliados.
15. Sorgos com taninos

Texto 13: Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação

1. O sorgo apresenta de 85 a 90% do valor nutritivo do milho
2. Os cultivares de sorgo, destinados à produção de silagem, têm apresentado maiores produções de matéria seca que o milho, principalmente em condições inferiores de fertilidade e de estresse hídrico.
3. A cultura tem sido recomendada para cultivo próximo a centros urbanos, onde a cultura de milho está sujeita à retirada de espigas, acarretando enormes prejuízos à produtividade da cultura
4. O avanço do estágio de maturação do sorgo é responsável por variações em fatores como os teores de matéria seca, das frações fibrosas e da digestibilidade da silagem produzida.
5. No sorgo fatores como os teores de matéria seca, das frações fibrosas e da digestibilidade da silagem produzida influem na qualidade da silagem produzida.
6. O teor de matéria seca da planta é importante no processo de ensilagem, uma vez que este é fator determinante do tipo de fermentação que irá se desenvolver dentro do silo
7. Os híbridos foram colhidos em cinco diferentes estádios de maturação: grão leitoso, leitoso/pastoso, pastoso, farináceo e duro
8. Os valores de matéria seca aumentaram gradativamente com o avanço do estágio de maturação
9. Silagens de boa qualidade devem conter entre 30 e 35% de matéria seca.
10. Os valores de pH aumentaram significativamente com o avanço do estágio de maturação, para os três híbridos (BR700, BR701 e MASSA 03)
11. Os valores de NH₃/Ntotal não se alteraram com o avanço do estágio de maturação
12. Quando os cortes iniciam-se em estágio de maturação já avançado, os híbridos apresentaram teores de matéria seca suficientemente elevados para se evitar a ocorrência de extensa proteólise.
13. Silagem de boa qualidade deve apresentar níveis NH₃/Ntotal de no máximo 8-11%.
14. Determinação do ponto de colheita do sorgo para a ensilagem
15. Os valores médios de FDN nas silagens foram de 62,6%, 61,5% e 59,1% para os híbridos BR700, BR 701 e MASSA 03, respectivamente
16. Híbridos de duplo propósito
17. Os valores médios de FDA encontrados neste trabalho foram de 38,7%, 36,6% e 34,5% para os híbridos BR700, BR 701 e MASSA 03, respectivamente
18. As médias de ligninas foram de 6,0%, 6,4% e 4,8% para os híbridos BR700, BR701 e MASSA 03, respectivamente
19. O teor de lignina de uma forrageira é o principal fator limitante da digestibilidade

20. A lignina favorece a incrustação dos polissacarídeos da parede celular, tornando-os menos acessíveis à ação de bactérias e alterando tanto a taxa quanto a extensão da digestão das forrageiras
21. Os valores de DIVMS das silagens não variaram com o avanço do estágio de maturação
22. As médias de DIVMS foram de 47,2%, 50,7% e 52,2%, para os híbridos BR700, BR701 e MASSA 03, respectivamente
23. Aumentos da porcentagem dos componentes da parede celular FDN, FDA, hemicelulose, celulose e lignina, à medida que a planta envelhece são, em geral, inversamente correlacionados com a digestibilidade, resultando em redução do valor nutritivo
24. Aumento nas porcentagens de lignina e de FDA nas forrageiras são responsáveis por menores taxas de digestão dos componentes da parede celular
25. Os valores de ácido acético dos híbridos BR700 e MASSA 03 não variaram com o avanço do estágio de maturação
26. Elevado conteúdo de ácido acético pode restringir a fermentação láctica.
27. Valores de ácido butírico encontrados em híbridos de sorgo são responsáveis pelos teores de matéria seca e carboidratos solúveis adequados para promover queda rápida do pH e impedir fermentações indesejáveis.
28. Normalmente, o conteúdo de ácido láctico decresce com o aumento do teor de matéria seca da forrageira
29. O ácido láctico produzido por bactérias ácido lácticas é o principal agente regulador da acidez da massa ensilada.
30. Silagens de muito boa qualidade apresentam teores de ácido láctico >5,0%
31. O estágio de maturação pode influenciar sobre os teores de matéria seca das silagens

Texto 18: Valor nutricional de híbridos de sorgo com capim sudão em comparação ao de outros volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens.

1. principais estratégias utilizadas para manter o adequado suprimento de volumosos para os rebanhos durante o período anual de seca, quando ocorre escassez das pastagens,
2. os híbridos de sorgo granífero (*Sorghum bicolor*, cv. bicolor) com capim-sudão (*S. bicolor*, cv. sudanense), chamados de sorgos de corte e pastejo, vêm-se destacando como mais um recurso disponível para manter a estabilidade da produção de forragem ao longo do ano, por serem plantas adaptadas à baixa disponibilidade de água, apresentarem elevado rendimento forrageiro, alta capacidade de germinação, grande velocidade de crescimento e boa habilidade para perfilhamento e rebrota.
3. As amostras dos volumosos, após a pré-secagem, foram analisadas quanto aos conteúdos de matéria seca (MS) a 105°C, de proteína bruta (PB)
4. recursos forrageiros empregados no período de escassez das pastagens.
5. Os dois híbridos de sorgo de corte se destacaram dos demais volumosos devido ao elevado teor protéico. A média de 14,5% de PB apresentada pelos híbridos AG2501C e BRS800 foi, no mínimo, cerca de 75% superior aos conteúdos de proteína apresentados pelos outros volumosos, que variaram de 1,3% a 8,2%.
6. ruminantes alimentados com dietas baixas em proteína apresentam consumo reduzido e desempenho em nível de manutenção, ou baixa produtividade,
7. o conteúdo de PB apresentado pelos híbridos de sorgo de corte neste estudo indica que a utilização desses cultivares pode apresentar vantagem em relação aos demais volumosos avaliados, porque o seu uso pode diminuir a necessidade de suplementação protéica na forma de concentrados e, conseqüentemente, reduzir os custos com a alimentação dos rebanhos.

8. O conteúdo de FDN relaciona-se principalmente à redução no consumo, enquanto as frações de FDA e lignina estão mais associadas à redução na digestibilidade.
9. o conteúdo de fibra da forragem produzida por híbridos de sorgo com capim-sudão é significativamente afetado pelo estágio de desenvolvimento das plantas.
10. visando conciliar o rendimento forrageiro ao valor nutritivo, têm-se recomendado a utilização desses híbridos em torno de 30 a 45 dias após o plantio ou de rebrota.
11. Os alimentos suprem energia e nutrientes essenciais, na forma de proteína, vitaminas e minerais. Proteína e energia são, geralmente, os principais fatores limitantes para os ruminantes e têm recebido mais atenção, já que as possíveis deficiências em minerais e vitaminas são supridas via suplementação.
12. o coeficiente de digestibilidade da MS do volumoso pode, em muitas situações, ser utilizado para estimar o seu valor nutritivo, não somente sob o aspecto energético.
13. o elevado valor nutritivo da forragem dos híbridos de sorgo com capim-sudão e os credenciam para a produção de volumoso no período de escassez das pastagens.
14. a produção de silagem e de feno exige, normalmente, melhor capacidade técnica do produtor e maior número de implementos em relação ao fornecimento de forragem de corte.
15. ao final do período seco, a pastagem diferida, geralmente, se apresenta com baixo valor nutritivo, devido à reduzida taxa de crescimento nesse período.
16. os híbridos de sorgo de corte avaliados se destacam em relação aos outros volumosos avaliados quanto ao teor protéico superior e à alta digestibilidade.
17. os híbridos analisados apresentam-se como opção de volumoso de elevado valor nutritivo para o período de escassez das pastagens.

Texto 19: Valor nutritivo de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma para frangos de corte.

1. o sorgo tem sido considerado como boa alternativa ao milho na alimentação animal em razão do aumento da disponibilidade do grão no mercado nacional nos últimos anos, ao menor custo e graças à composição bromatológica semelhante
2. o sorgo possui 10 a 20% mais proteína bruta que o milho e 10 a 20% menos extrato etéreo, lisina e metionina.
3. O amido é o principal componente do grão de sorgo, que pode representar até 70-75% do peso seco do grão
4. O sorgo apresenta grande variabilidade genética para a textura do endosperma, o tecido de reserva do grão.
5. existem evidências de que a textura do endosperma é relacionada à taxa e extensão das digestibilidades da PB e do amido in vitro e ruminal in situ em bovinos
6. necessidades nutricionais de animais em fase de crescimento.
7. Os grãos de sorgo, as dietas e as sobras foram analisados quanto aos valores de energia bruta (EB); e quanto aos teores de matéria seca total, de proteína bruta, de extrato etéreo, de cinzas e de fibra bruta
8. grãos de sorgo foram também analisados quanto aos teores de fenóis totais pelo método do Azul da Prússia, descrito por Price e Butler (1977).
9. O genótipo SC 283 apresentou escore de vitreosidade de 1,10, o BR 304 de 2,70 e o BR 007B de 3,70, sendo classificados como grãos de textura do endosperma dura, intermediária e macia, respectivamente
10. Os valores de EMV, como são obtidos pela correção dos valores de energia bruta correspondentes às perdas urinárias endógenas e fecais metabólicas dos frangos, são aqueles que expressam com maior precisão o valor biodisponível dos alimentos para aves.

11. Menores coeficientes de digestibilidade em relação às albuminas e às globulinas, o que explica, em parte, a menor digestibilidade dos componentes nutricionais dos grãos de sorgo em relação aos outros cereais como o trigo, a aveia e a cevada.
12. Os resultados obtidos neste estudo reforçam a hipótese de que a textura de grãos de sorgo é critério que deve ser adotado pela empresas melhoradoras de sorgo para a melhoria do valor energético, com vistas à sua utilização nas dietas de aves.
13. Espera-se, portanto, que o desempenho das aves possa ser semelhante aos alcançados com dietas a base de milho, porém a custo menor.
14. A função de qualquer sistema de EM é descrever o status energético dos alimentos (ou dietas) e não a habilidade desse em promover a retenção de nitrogênio no animal.

Texto 20: Avaliação de Silagens de Sorgo de Diferentes Genótipos com e sem Tanino Condensado

1. In almost every region of the world a period of abundance and another with shortage of forage always occur, even though the food demand remains almost constant.
2. The forages with the best nutritional value for conservation as silages are corn and sorghum
3. Sorghum is a good crop choice in the period between harvests in traditional cereal growing areas, mainly for its high tolerance to drought
4. One way to improve milk production of cattle is by developing new cultivars of sorghum forage with higher productivity and nutritional value as an alternative to overcome low availability of forage in this period.
5. Researchers have been producing cultivars with a high content of condensed tannin, which can reduce the palatability to birds of the grain in the panicle.
6. Condensed tannins in the forage are thought to reduce the nutritional value because historically the belief has been that condensed tannins (CT) are responsible for depressing digestibility of plant material, in addition to decreasing palatability and consumption, depending on its tannin concentration.
7. Highly condensed tannin concentrations can reduce protein digestibility and absorption and are responsible for low digestibility of dry matter.
8. The superior value of the tannin, as mentioned above, will perhaps reduce the nutritional value and the biological availability of the dietary mineral and protein intake

Texto 21: Qualidade e Valor Nutritivo das Silagens de Três Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* L.) Colhidos em Diferentes Estádios de Maturação

1. O sorgo é uma das principais forrageiras utilizadas para ensilagem.
2. Nem todas as cultivares são aptas para a produção de silagem de qualidade.
3. Fatores como digestibilidade do colmo - qualidade dos grãos - resistência a doenças, adaptabilidade ao ambiente e produção de matéria seca afetam diretamente a qualidade da silagem a ser produzida e o desempenho animal na propriedade.
4. A qualidade da silagem vai depender, ainda, do momento de colheita da planta de sorgo, pois o teor de matéria seca vai influenciar o processo fermentativo
5. O teor de matéria seca vai influenciar o processo fermentativo
6. Silagens muito úmidas têm um custo de produção maior, pois o transporte por quantidade de matéria seca fica mais caro
7. O pH de silagens muito úmidas tem que ser mais baixo para inibir o crescimento de *Clostridio spp.*

8. Bactérias como o *Clostridio spp* são indesejáveis por produzirem ácido butírico e degradarem a fração protéica com conseqüente redução do valor nutricional da silagem
9. Silagens muito úmidas produzem efluentes que levam à perda de nutrientes de alta digestibilidade
10. O excesso de umidade é ruim para qualidade da silagem
11. Teor de matéria seca acima de 40% também é prejudicial, pois estas silagens são mais susceptíveis a danos por aquecimento e aparecimento de fungos, porque a remoção de oxigênio é dificultada, por não permitir uma compactação adequada
12. Os valores de pH das silagens bem conservadas variam entre 3,6 e 4,2.
13. A presença de acetato em grandes quantidades está relacionada à ação prolongada de coliformes e das bactérias heterofermentativas, com prejuízo para o balanço energético entre a forragem verde e ensilada
14. Silagem muito boa apresenta valores de pH entre 3,6 e 3,8; uma silagem boa entre 3,8 e 4,2; uma silagem média, entre 4,2 e 4,6; uma silagem ruim apresenta valores de pH maiores que 4,6
15. Bactérias lácticas podem ser homofermentativas ou heterofermentativas. As primeiras convertem glicose e frutose em ácido láctico e são predominantes no início do processo fermentativo de silagens bem conservadas. Já as bactérias heterofermentativas produzem, além do ácido láctico, ácido acético, etanol e dióxido de carbono, não sendo, por isso, tão eficientes quanto as homofermentativas para promover a redução do pH.
16. Silagem com alto teor de matéria seca apresenta percentuais acima de 35%
17. Aumento de pH com alto teor de umidade está associado com proteólise, produção de aminas e ácido butírico.
18. Condição dos grãos no florescimento, estágio de bocha do pré-leitoso, leitoso, leitoso/pastoso, pastoso, farináceo, duro e seco
19. Determinação do pH em potenciômetro Beckman
20. Fatorial 8 x 3 (idade de corte x genótipos)
21. O nível de PB do sorgo sofre uma queda com o avanço do estágio de maturação.
22. Elementos do sorgo: folhas, panículas e colmos
23. A redução na participação das folhas também pode ter levado à queda da PB com o avanço do estágio de maturação
24. O colmo é a fração menos protéica
25. A fermentação reduz os níveis de proteína verdadeira e aumentando os níveis de aminoácidos livres
26. A fermentação provoca alterações na composição das frações nitrogenadas
27. Um importante fator que leva a aumento da proteólise é a alta umidade
28. Associação de pH e umidade pode ser um critério simples de avaliação da qualidade das silagens
29. Os sorgos utilizados para silagem, no Brasil, geralmente têm um nível de carboidratos solúveis suficiente para uma boa fermentação
30. As condições de ensilagem com silos de laboratório são ideais mas em condições de campo, a necessidade de carboidratos solúveis pode ser maior, em virtude das piores condições de ensilagem
31. A determinação das frações fibrosas é muito importante na caracterização de forragens quanto ao seu valor nutritivo
32. Frações FDN, FDA e lignina são negativamente correlacionadas com a digestibilidade e, conseqüentemente, com o valor energético das forragens
33. Teores de FDN das forragens são negativamente correlacionados com o consumo das mesmas
34. A digestibilidade e o consumo de uma forragem são determinantes do valor dessa para a nutrição animal

35. Silagens com menores frações fibrosas tendem a ter maior digestibilidade e maior consumo, desde que não existam outros fatores envolvidos
36. Existe uma tendência de se associar à altura (porte) do híbrido a maior ou menor porcentagem de panículas na massa ensilada, e, conseqüentemente, a maior ou menor nível de fibra na silagem
37. Porcentagem de hemicelulose na MS das silagens é determinada pela diferença entre FDN e FDA
38. Os teores de celulose nas silagens, em porcentagem da MS, foram determinados por diferença, subtraindo da FDA a lignina e as cinzas insolúveis
39. A celulose é um importante componente da FDN e FDA
40. Os níveis de lignina de uma forrageira são inversamente correlacionados com a digestibilidade da mesma
41. Diversos autores encontraram aumento no teor de lignina do sorgo com o avanço do estágio de maturação
42. O potencial de consumo de uma forragem por um ruminante é um componente fundamental da qualidade dessa forragem
43. A digestibilidade da forragem é uma medida do valor energético da mesma, pois existe alta correlação entre energia digestível e energia metabolizável
44. Resultados de digestibilidade in vitro de matéria seca (DIVMS) são altamente correlacionados com os valores de digestibilidade in vivo.
45. Panículas são a fração mais digestível da planta de sorgo
46. Sorgo granífero (porte baixo), sorgo duplo propósito (porte médio) e sorgo forrageiro (porte alto)
47. A porcentagem de grãos é um importante parâmetro de avaliação da qualidade do sorgo.
48. A lignina é apontada em vários trabalhos como responsável por efeitos negativos sobre a digestibilidade
49. A avaliação do teor de tanino das silagens foi realizada utilizando-se o método Azul da Prússia
50. O método Azul da Prússia não distingue os taninos dos fenóis de baixo peso molecular (que não têm efeito adverso na qualidade nutricional).
51. Todo sorgo contém ácidos fenólicos e muitos contêm flavonóides. Somente o sorgo com alto teor de tanino contém tanino condensado.
52. O método Azul da Prússia permite classificar os grãos em materiais com tanino e sem tanino.
53. Pesquisas com silagens contendo tanino não detectaram correlações entre o tanino e parâmetros de qualidade como a DIVMS.

Texto 22: Avaliação de Quatro Genótipos de Sorgo pela Técnica “In Vitro” Semi-Automática de Produção de Gases

1. O valor nutritivo de um alimento está associado à sua composição química e ao nível de aproveitamento dos nutrientes.
2. a qualidade das forragens está relacionada não só a sua composição química, mas também à dimensão do seu aproveitamento pelos animais.
3. A planta de sorgo, segundo Rodrigues et al. (2002), é uma das espécies mais adaptadas à produção de silagem, apresentando facilidade de cultivo, altos rendimentos e boa qualidade nutricional.
4. Na tentativa de aliar produtividade de matéria seca e valor nutritivo, tem-se procurado desenvolver híbridos de sorgo que tenham equilíbrio entre colmo, folha e panícula
5. híbridos ou cultivares cujas silagens tenham a melhor relação produção e valor nutritivo.
6. características agronômicas e valor nutritivo diferentes, com conseqüentes variações quanto à produtividade e padrões de fermentação, quando utilizados para silagens.

7. Várias metodologias têm sido utilizadas para determinar as quantidades e relações dos nutrientes necessárias para uma ótima resposta microbiana e animal,
8. Os métodos biológicos capazes de simular o processo digestivo, através de microorganismos ruminais *in vitro* ou *in situ* têm sido utilizados como alternativa ao método *in vivo* para a avaliação de forrageiras.
9. os métodos *in vitro* e *in situ* não avaliam a cinética da digestão ou superestimam a fermentação ruminal, respectivamente.
10. A técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases (Maurício et al., 1999) tem a capacidade de avaliar grande número de substratos e descrever a cinética de fermentação ruminal.
11. A técnica *in vitro* de produção de gases é capaz de simular o ambiente ruminal
12. princípio de que os gases produzidos são provenientes do metabolismo microbiano, partindo da fermentação do material incubado
13. a produção de massa celular bacteriana e de gases é proporcional à quantidade de substrato digerido
14. A técnica de produção de gases possibilita o estudo da cinética de fermentação, preservar a amostra a cada coleta de dados e permitir a detecção das frações solúveis dos alimentos para a fermentação ruminal.
15. técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases
16. Quando um alimento é incubado *in vitro* com o fluido ruminal tamponado, os carboidratos são fermentados com a produção de ácidos graxos voláteis (AGV)
17. No tempo de colonização que caracteriza a digestão ruminal de vários alimentos.
18. as curvas de produções de gases de cada substrato incubado refletem a degradação da matéria seca, o que reforça a confiabilidade da técnica utilizada para descrever a cinética de fermentação de substratos.
19. forragens mais fermentáveis, ou digestíveis, seriam aquelas que apresentam altos valores de potencial máximo de fermentação em menor tempo.
20. *VoluMAX* possui maior potencial para produção de silagem, por apresentar menor *lag phase* e maior taxa de fermentação.

Texto 23: Qualidade nutricional de seis híbridos de sorgo com capim Sudão submetidos a épocas de plantio e corte distintas

1. O sorgo (*Sorghum bicolor* cv bicolor) é uma forrageira
2. O sorgo é de grande importância na produção de alimentos, principalmente em regiões onde fatores climáticos limitam a produção de milho
3. O capim Sudão (*Sorghum bicolor* cv sudanense) vegeta bem em climas quentes e com pouca umidade. É uma forrageira anual, com folhas largas e abundantes, que pode chegar a três metros de altura. Possui excelente capacidade de perfilhamento e crescimento rápido, estando pronta para corte dos 75 aos 85 dias
4. O sorgo forrageiro, utilizado para corte e/ou pastejo, é proveniente de cruzamentos de espécies do gênero *Sorghum*. Usa-se como macho uma linhagem de capim Sudão (*Sorghum bicolor* cv sudanense) e como fêmea uma linhagem de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* cv bicolor)
5. O material resultante desse cruzamento possui alta velocidade de crescimento, grande perfilhamento, elevada resistência à seca, facilidade de manejo para corte e/ou pastejo, além de bom valor nutricional e alta produção por área
6. O sorgo de corte (híbridos de capim Sudão com sorgo bicolor), devido as suas características agrônomicas e nutricionais, poderá se tornar uma alternativa viável para compor, juntamente com pastagens perenes, forragens conservadas, canaviais, capineiras e rações concentradas, um sistema de alimentação adequado e economicamente viável para rebanhos bovinos de nosso país

7. Melhor época de plantio e colheita
8. Classificação de Köppen
9. Canteiros irrigados
10. Intervalo entre cortes
11. Adubações no plantio
12. Balança de campo tipo dinamômetro
13. As amostras foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada
14. Algumas estratégias de manejo podem influenciar na capacidade produtiva de híbridos de sorgo de corte e/ou pastejo, podendo levar a aumentos de produtividade por área, que nem sempre são acompanhados por aumento ou manutenção do valor nutricional da forragem obtida.
15. A técnica de DIVMS demonstra ser adequada para se estimar a digestibilidade in vivo, reproduzindo as condições predominantes no rúmen-retículo
16. Baixa relação folha/haste infere negativamente no valor nutricional da forragem
17. O estágio de desenvolvimento das plantas de sorgo de corte e/ou pastejo, está diretamente correlacionado com seu valor nutritivo, sendo notada uma queda acentuada do valor protéico da forragem e um aumento significativo das frações fibrosas, com o crescimento e o amadurecimento das plantas.
18. Uma dieta deve conter pelo menos 7% de PB para fornecer um aporte de nitrogênio suficiente para uma fermentação efetiva no rúmen.
19. Fatores como nível de adubação, densidade de plantio e possíveis diferenças entre cultivares são capazes de modificar o conteúdo protéico da forragem de híbridos de sorgo com capim Sudão.
20. A queda da qualidade nutricional das principais forrageiras, no período seco, é um dos principais fatores que tornam a produção animal, em condições de pasto sazonal.
21. Gastos com suplementação alimentar são responsáveis por grande parte dos custos de produção de bovinos em pasto.
22. A utilização de híbridos de sorgo de corte e/ou pastejo torna-se uma boa opção de forrageira para ser utilizada em períodos de escassez de alimentos volumosos
23. O valor de PB dos híbridos de sorgo é superior aos valores de PB dos principais recursos forrageiros utilizados como alternativas às pastagens instaladas, como cana-de-açúcar, capim-elefante e silagens de milho e sorgo
24. A determinação das frações fibrosas é muito importante na caracterização de forragens quanto ao seu valor nutritivo.
25. Os teores de FDN de uma forragem aumentam durante seu desenvolvimento e são maiores no colmo do que nas folhas
26. A proporção e a composição da fração mineral de um vegetal são controladas por fatores ambientais, dos quais o suprimento de nutrientes é, geralmente, de importância primordial
27. A suplementação do elemento mineral P traz um grande ônus, devido ao alto valor de mercado das fontes inorgânicas desse mineral, mostrando, dessa forma, mais um benefício econômico do bom valor nutricional dos híbridos de sorgo com capim Sudão

APÊNDICE 3

Glossário de termos e conceitos do segmento agropecuário

Termo	Conceito
abiótico	relativo à abiose (ausência de vida), ou caracterizado por ela
aerênquima	plantas de solo encharcado ou ambiente aquático. Espaços intercelulares excepcionalmente bem desenvolvidos
albumina	qualquer membro de uma classe de proteínas solúveis em água e coaguláveis por aquecimento
alelos	uma das formas alternativas de um gene, que ocupa determinado locus no cromossomo
antracnose	doença do sorgo
bromatologia	ciência que estuda os alimentos; química bromatológica
butírico	butílico, que pertence ao grupo monovalente C ₄ H ₉
calagem	operação de adubar ou corrigir o solo com cal
capacidade tampão	resistência que tem o solo para deixar variar a quantidade de um determinado nutriente em solução
CE	Comprimento específico da raiz
cocho	espécie de vasilha, em geral feita com um tronco de madeira escavada, para a água ou a comida do gado
colmo	caule caracterizado por nós bem marcados e entrenós distintos, peculiar à família das gramíneas
decumbente	que se acha voltado para o solo
déficit hídrico	resultado (negativo) do balanço hídrico em que o total de água que entra no sistema via precipitação é menor que a quantidade total de água perdida pela evaporação e pela transpiração das plantas
endosperma	tecido triplóide encontrado nas sementes de muitas angiospermas.
epidemiologia	estudo dos fatores que afetam a ocorrência e disseminação de doenças infecciosas
escarificar	revolver (a terra) a fim de arejar as raízes das plantas ou intensificar a ascensão da umidade pelos capilares do solo, ou, ainda, facilitar a escavação
estádio	fase, período, época, estação
estresse hídrico	(1) condição de tensão que altera o equilíbrio de um sistema ou de um organismo vegetal causada pelo não fornecimento ou pelo fornecimento inadequado de água, alterando, desta forma, seu desenvolvimento.
estresse hídrico	(2) condição de limitação ao desenvolvimento da planta pela ausência ou fornecimento inadequado de água.

Termo	Conceito
exsudar	segregar em forma de gotas ou de suor
fenação	Processo de conservação das forragens. Colheita do feno
fenótipo	característica de um indivíduo, determinada pelo seu genótipo e pelas condições ambientais
fermentação láctica	largamente utilizada na preservação dos alimentos
fitossanidade	estudo e combate de doenças, insetos-pragas, nematóides priorizando a produção de alimentos seguros e a redução do impacto ambiental causado pelos métodos de controle.
fitopatologia	patologia vegetal
forragem	qualquer planta ou grão para alimentação do gado
fotoperíodo	duração do dia (horas-luz) entre o nascer e o pôr-do-sol, que varia com a latitude e com a estação do ano.
genótipo	constituição genética de um organismo.
germoplasma	material hereditário que determina a característica de um organismo ou de um grupo de organismos. soma total dos materiais hereditários de uma espécie. Material que constitui a base física da herança e onde se encontra um princípio que pode crescer e se desenvolver.
haplóide	que tem número de cromossomos típico dos gametas normais: núcleo haplóide
híbrido	resultante do cruzamento de duas espécies com genótipos diferentes.
hidrólise	reação da água sobre um composto com fixação de íons hidrogênio e/ou de íons hidroxila
hifa	constituem uma trama que representa o corpo vegetativo dos fungos, podendo este ser microscópico alcançar importantes dimensões
inóculo	substância empregada na inoculação
Isogênico	conjunto de indivíduos geneticamente uniformes
lactona	qualquer éster cíclico. Podem ser consideradas resultantes de desidratação de hidroxiácidos acíclicos
lignificação	deposição de lignina nas paredes celulares dos vegetais superiores; lenhificação
lisina	aminoácido natural, básico, que contém outro grupo amina, além daquele adjacente à carboxila, e que é essencial ao crescimento normal em crianças e à manutenção do equilíbrio nitrogenado no adulto
locus	posição de um determinado gene num cromossomo

Termo	Conceito
maturação fisiológica	período durante o qual cessa a translocação dos fotossintatos e, a partir daí, a planta aciona mecanismos para desidratação das sementes. Nesta fase, as sementes estarão praticamente desligadas da planta mãe, considerando-se armazenadas nas condições de campo. Durante este processo ocorrem transformações morfológicas e fisiológicas nas sementes, como alteração no tamanho, modificação no teor de água, acúmulo de matéria seca e modificações na germinação e no vigor
melhoramento genético	técnica utilizada para modificar o padrão genético de um organismo com a finalidade de torná-lo mais adequado ao uso, possibilitando uma produção mais econômica e o aumento do rendimento e da resistência ao ataque de outros organismos. (2) envolve a melhoria dos cultivos agrícolas através de vários métodos desenvolvidos em função dos avanços da Genética, como seleção, hibridação, indução artificial de mutações e outros. Tais métodos de melhoramento genético são genericamente denominados de convencionais ou clássicos
meristema	tecido caracterizado pela ativa divisão de suas células, e que produz as novas células necessárias ao crescimento da planta
metionina	aminoácido natural, essencial, que contém enxofre sob forma de tioéter, e que é encontrado em proteínas alimentícias
monogástricos	que tem só um estômago
morfologia vegetal	estudo das formas e estruturas dos organismos vegetais
panícula	tipo de inflorescência que é um cacho composto, no qual os ramos vão decrescendo da base para o ápice, razão por que assume forma aproximadamente piramidal.
pastagem	erva própria para o gado pastar; pasto
pastagem diferida	vedação de pastagem, "feno em pé", pastejo protelado
pastagem diferida	área do pasto cuja utilização fica vedada durante a época das chuvas, para posterior utilização da forragem acumulada no período da seca
patologia	ramo da medicina que se ocupa da natureza e das modificações estruturais e/ou funcionais produzidas por doença no organismo
perfilhamento	capacidade de alguns grupos de plantas emitir brotação lateral. Emitir rebentos (a planta)
plantio direto	tecnologia de plantio que consiste em plantar as espécies sem fazer o revolvimento ou preparo do solo com utilização de máquinas pesadas, efetuando rotação de culturas e mantendo cobertura morta ou palha para proteção do solo contra erosão e perda de nutrientes. Os sistemas de plantio direto e cultivo mínimo constituem hoje uma tendência geral para todas as áreas agrícolas, agropecuárias e florestais, uma vez que representam uma substancial redução de custos e uma alternativa benéfica no que se refere à preservação e recuperação de ambientes

Termo	Conceito
plântula	embrião em desenvolvimento, após a germinação da semente; planta recém-nascida. Plantas com poucos dias de emergência
pós-colheita	período que vai da colheita ao processamento
protéolise	decomposição dos protídeos em compostos mais simples
protídeos	designação genérica dos peptídios e dos proteídeos, outrora denominados albuminas
radicular	relativo a, ou que tem forma de raiz.
rebrotar	brotar novamente
resposta microbiana	é definida em função do número de microorganismos (concentração de unidades formadoras da colônia), massa celular seca (concentração de biomassa), ou densidade ótica
rúmen	primeira cavidade do estômago duplo dos ruminantes
savana	planície das regiões tropicais de longa estação seca, com vegetação característica
secagem	operação de grande importância para a conservação e manuseio de produtos que consiste na retirada da umidade, de forma natural ou artificial, evitando o fenômeno da fermentação
silagem	Ensilagem. Forragem tirada dos silos para alimentar os animais
sistema radicular	parte da planta responsável pela sua sustentação e nutrição.
SNK teste	Student-Newman-Keuls
substrato	nutriente que serve de base para o desenvolvimento de um organismo
tanino	classe de substâncias adstringentes encontradas em certos vegetais, que dão coloração azul com sais de ferro, usadas no curtimento de couros e também como mordentes.
terminação	preparação de animais para o abate, ou seja, deixá-los com as características apropriadas para o abate. (Ex. peso ideal)
triplóide	que têm três vezes o número haplóide de cromossomos característico da espécie

ANEXO 1

Artigos utilizados na elaboração da modelagem

OBS: em cada um dos artigos abaixo relacionados, destaca-se em negrito o nome do pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

ARTIGO 1

Valor nutritivo de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma para leitões

Autores: ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; **RODRIGUES, J. A. S.**; PEREIRA, L. G. R.; FONTES, D.O.; BORGES, I.; BORGES, A. L. C. C.; SALIBA, E. O. S.

Resumo:

Utilizaram-se 20 leitões machos castrados, com 28 kg de peso, em ensaio biológico baseado em coleta total de fezes e de urina para a determinação dos valores de digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), de digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB), de energia digestível aparente (EDA) e de energia metabolizável aparente (EMA) de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma. Os genótipos avaliados foram BR 007B (textura macia), BR 304 (textura intermediária) e SC 283 (textura dura). As dietas teste foram compostas por 70% de dieta referência, à base de milho e de farelo de soja, e por 30% de grãos de sorgo. O experimento foi montado em esquema inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os valores de DAMS, de DAPB, de EDA e de EMA, expressos na matéria seca, dos grãos do genótipo BR 007B foram 97,1%, 89,7%, 3.840kcal/kg e 3.685kcal/kg; os do genótipo BR 304 foram 92,0%, 82,9%, 3.645kcal/kg e 3.544kcal/kg; e os do genótipo SC 283 foram 83,3%, 78,5%, 3.078kcal/kg e 3.021 kcal/kg, respectivamente. Todas as quatro variáveis analisadas apresentaram valores mais altos ($P < 0,05$) para o genótipo BR 007B em relação ao genótipo SC 283, demonstrando a influência negativa da textura do endosperma sobre o valor nutritivo dos grãos de sorgo para suínos.

Palavras-chave: sorgo, endosperma, suíno, digestibilidade aparente, energia metabolizável.

ARTIGO 2

Potencial forrageiro de seis híbridos de sorgo com capim sudão

Autores: GONTIJO, M. H. R.; BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L.C.; **RODRIGUES, J. A. S.**; GOMES, S. P.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, M. M.

Resumo:

Avaliaram-se quatro híbridos experimentais e duas cultivares comerciais de Sorghum bicolor cv bicolor x Sorghum bicolor cv sudanense quanto às características agrônomicas: produções de matéria verde por hectare (MV/ha), matéria seca (MS/ha), altura das plantas, número de plantas/ha, taxa de rebrota e relação folha/haste. Os plantios ocorreram na transição do período seco para o período chuvoso. Os híbridos foram submetidos a três cortes sucessivos, realizados em duas épocas de plantio. Foi empregado um delineamento experimental de blocos ao acaso e a comparação de médias foi efetuada pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade. Os híbridos estudados não diferiram para a maioria das características avaliadas, com exceção da população de plantas, em que o híbrido experimental ATF 54 x

CMSXS 912, com 848 mil plantas/há, foi semelhante ($P>0,05$) aos híbridos testemunhas (comerciais) AG2501C, com 780 mil plantas/ha, e ao BRS800, com 749 mil plantas/ha, sendo superior ($P<0,05$) aos demais híbridos. Os resultados de produtividade indicam o potencial dos híbridos de sorgo com capim Sudão estudados, para serem utilizados como alternativa para a produção de forragem em regime de corte, na transição do período seco para o período chuvoso.

Palavras-chave: Características agrônômicas, híbridos de sorgo com capim Sudão

ARTIGO 3

Desenvolvimento Radicular de Híbridos Isogênicos de Sorgo Avaliados em Cinco Níveis de Alumínio em Solução Nutritiva.

Autores: SILVA, L. A.; RODRIGUES, F.; ROCHA, M. C.; SOUZA, J. C.; *TARDIN, F. D.*; MAGALHAES, J. V.; *RODRIGUES, J. A. S.*; *SCHAFFERT, R. E.*

Resumo: não consta

Palavras-chave: *Sorghum* bicolor, Alt_{SB}, solução nutritiva.

ARTIGO 4

Caracterização da Morfologia Radicular de Linhagens de Sorgo Contrastantes para Eficiência no Uso de Fósforo.

Autores: S ROCHA, M. C.; MIRANDA, G. V.; SOARES, M. O.; CANTAO, F. R. O.; SILVA, L. A.; RODRIGUES, F.; MAGALHAES, P. C.; TARDIN, F. D.; *RODRIGUES, J. A. S.*; VASCONCELOS, M. J. V.; *SCHAFFERT, R. E.*

Resumo: não consta

Palavras-chave: Sorgo, estresse abiótico, morfologia de raiz, mecanismos de adaptação, aquisição de fósforo.

ARTIGO 5

Avaliação de Linhagens de Sorgo Cultivadas em Estresse de Fósforo para a Liberação de Compostos Radiculares.

Autores: ROCHA, M. C.; MIRANDA, G. V.; SILVA, L. A.; RODRIGUES, F.; C. JUNIOR, G. A.; RIBEIRO, P. E. A.; *TARDIN, F. D.*; *RODRIGUES, J. A. S.*; VASCONCELOS, M. J. V.; *SCHAFFERT, R. E.*

Resumo: não consta

Palavras-chave: *Sorghum* bicolor, estresse abiótico, morfologia de raiz, mecanismos de adaptação, aquisição de fósforo.

ARTIGO 6

Avaliação de Produtividade de Linhagens Recombinantes Contrastantes para Gene de Tolerância ao Alumínio Tóxico em Sorgo - AltSB.

Autores: RODRIGUES, F.; SILVA, L. A.; ROCHA, M. C.; COELHO, A. M.; *RODRIGUES, J. A. S.*; MAGALHAES, P. C.; *SCHAFFERT, R. E.*

Resumo: não consta

Palavras-chave: Sorgo granífero, cerrado, sensibilidade ao alumínio e níveis de saturação.

ARTIGO 7

Avaliação de Dez Cultivares de Sorgo em Dois Níveis de Fósforo em Solo de Cerrado em Casa de Vegetação.

Autores: RODRIGUES, F.; ROCHA, M. C.; SILVA, L. A.; *TARDIN, F. D.*; MAGALHAES, J. V.; *SCHAFFERT, R. E.*

Resumo: não consta

Palavras-chave: Sorgo granífero, adubação, eficiência nutricional e efeito resposta.

ARTIGO 8

Padrão de fermentação da silagem de cinco genótipos de sorgo.

Autores: RODRIGUES, F.; SILVA, L. A.; ROCHA, M. C.; MAGALHAES, J. V.; COELHO, A. M.; *TARDIN, F. D.*; *RODRIGUES, J. A. S.*; *SCHAFFERT, R. E.*

OBS: a referência do artigo foi localizada, mas o mesmo encontrava-se no prelo na época do levantamento.

ARTIGO 9

Padrão de fermentação da silagem de cinco genótipos de sorgo.

Autores: RIBEIRO, C. G. M.; GONÇALVES, L. C.; *RODRIGUES, J. A. S.*; RODRIGUEZ, N. M.; BORGES, I.; BORGES, A. L. C. C.; SALIBA, E. O. S.; CASTRO, G. H. F.; RIBEIRO JUNIOR, G. O.

Resumo:

Foram utilizados cinco genótipos de sorgo de colmo seco, sendo dois híbridos comerciais (Volumax e BR 700) e três novos híbridos experimentais desenvolvidos pela Embrapa Milho e Sorgo (0249341, 0249317 e 0249339), com o objetivo de determinar, no material original e em sete tempos de abertura subsequentes à ensilagem (1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56), as porcentagens de matéria seca, proteína bruta, nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total, pH e carboidratos solúveis em álcool. Os valores de matéria seca dos materiais originais foram semelhantes aos das silagens em todos os dias de abertura. Os valores de matéria seca das silagens variaram entre 26,03 e 41,13% com média 32,65%. Os valores de proteína bruta foram menores no 56º dia de abertura comparados aos dos materiais originais. A degradação dos carboidratos solúveis foi intensa até o quinto dia de fermentação. Os valores de nitrogênio amoniacal foram baixos e estáveis até o 28º dia pós-ensilagem, com pequeno aumento no 56º dia e a variação neste último período foi de 2,01 a 3,66%. Os valores de pH variaram de 3,69

a 4,52 e sua estabilização se deu no quinto dia pós-ensilagem. De maneira geral, os híbridos avaliados apresentaram potencial para serem utilizados na forma de silagem.

Palavras-chave: sorgo, silagem, padrão de fermentação

ARTIGO 10

Avaliação da silagem do híbrido de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) BR 601 com aditivos.1- pH, Nitrogênio amoniacal, matéria seca, proteína bruta e carboidratos solúveis.

Autores: PEREIRA, A C ; SILVA, R.R.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, A. L. C. C.; BORGES, I.; GOMES,S.P.; **RODRIGUES, J. A. S.**; SALIBA, E. O. S.; FERREIRA, J. J. C.; SILVA, J. J.

Resumo:

Avaliaram-se a composição química e indicadores do padrão de fermentação de silagens do híbrido de sorgo forrageiro BR 601 [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], submetidos aos seguintes tratamentos: silagem sem aditivo (testemunha), silagem com 0,5% de uréia, silagem com 0,5% de carbonato de cálcio, silagem com 0,5% de uréia mais 0,5% de carbonato de cálcio e silagem com inoculante bacteriano. Foram utilizados silos experimentais de PVC, com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, abertos com um, três, cinco, sete, 14, 28 e 56 dias de vedação. Logo após a abertura, foram determinados o pH e os teores de nitrogênio amoniacal, como porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃/NT), os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e carboidratos solúveis (CHOs). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com duas repetições por tratamento. As médias foram comparadas pelo teste SNK, a 5% de probabilidade. Pouco efeito dos aditivos foi observado sobre o perfil de fermentação das silagens, de forma que o tratamento controle resultou em silagem de boa qualidade. O uso da uréia ou uréia com carbonato de cálcio resultou em aumento do pH e do nitrogênio amoniacal.

Palavras-chave: carbonato de cálcio, forragem, inoculante bacteriano, uréia.

ARTIGO 11

Genetic diversity for aluminum tolerance in sorghum.

Autores: CANIATO, F. F.; GUIMARAES, C. T.; **SCHAFFERT, R. E.**; ALVES, V.M.C; KOCHIAN, L. V.; BOREM, A.; KLEIN, P. E.; MAGALHAES, J. V.

Abstract:

Genetic variation for aluminum (Al) tolerance in plants has allowed the development of cultivars that are high yielding on acidic, Al toxic soils. However, knowledge of intraspecific variation for Al tolerance control is needed in order to assess the potential for further Al tolerance improvement. Here we focused on the major sorghum Al tolerance gene, AltSB, from the highly Al tolerant standard SC283 to investigate the range of genetic diversity for Al tolerance control in sorghum accessions from diverse origins. Two tightly linked STS markers flanking AltSB were used to study the role of this locus in the segregation for Al tolerance in mapping populations derived from different sources of Al tolerance crossed with a common Al sensitive tester, BR012, as well as to isolate the allelic effects of AltSB in near-isogenic lines. The results indicated the existence not only of multiple alleles at the AltSB locus, which

conditioned a wide range of tolerance levels, but also of novel sorghum Al tolerance genes. Transgressive segregation was observed in a highly Al tolerant breeding line, indicating that potential exists to exploit the additive or codominant effects of distinct Al tolerance loci. A global, SSRbased, genetic diversity analysis using a broader sorghum set revealed the presence of both multiple AltSB alleles and different Al tolerance genes within highly related accessions. This suggests that efforts toward broadening the genetic basis for Al tolerance in sorghum may benefit from a detailed analysis of Al tolerance gene diversity within subgroups across a target population.

ARTIGO 12

Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma.

Autores: ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; **RODRIGUES, J. A. S.**; BORGES, I.; BORGES, A. L. C. C.; SALIBA, E. O. S.

Resumo:

Chemical composition and physical parameters of 33 sorghum grain genotypes with different endosperm textures were obtained. Dry matter mean of genotypes was 88.77%; crude protein varied from 9.85% to 18.28%; starch varied from 62.07% to 78.74%; ether extract from 1.76% to 3.68%; crude fibra from 0.35% to 6.60%. Tannins were observed only for BR 305, SHS 600 and A 9904. The 1,000 grains weight varied from 12.58g for CMSXS 214 to 27,18g for A 9904. Density values varied from 1.40g/cm³ for texiota 5 to 1.50g/cm³ for SC 283. The vitreosity values varied from 1.10 to SC 283 to 4.20 for Early Hegari. Great variability for chemical and physical parameters of sorghum genotypes was observed.

Palavras-chave: sorghum, bromatologic composition, vitreosity

ARTIGO 13

Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação.

Autores: ARAUJO, V. L.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; **RODRIGUES, J. A. S.**; BORGES, I.; BORGES, A. L. C. C.; SALIBA, E. O. S.

Resumo:

Foram avaliadas as silagens de três híbridos de sorgo de média altura (BR700, BR701 e MASSA 03). Os híbridos foram cortados em cinco diferentes estádios de maturação. Foram avaliados os teores de matéria seca total, pH, teores de nitrogênio amoniacal em porcentagem de nitrogênio total, porcentagem de proteína bruta, frações fibrosas, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e teores de ácidos orgânicos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente ao acaso com três repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 5x3 (estádio de maturação híbrido). As médias foram comparadas pelo teste SNK (P<0,05). Os teores de matéria seca e os valores de pH aumentaram com o avanço do estádio de maturação para os três híbridos estudados. Os valores de pH foram sempre menores que 4,09. Os teores de nitrogênio amoniacal em porcentagem de nitrogênio total, frações fibrosas e digestibilidade *in vitro* da matéria seca não variaram com o avanço do estádio de maturação. Os valores dos ácidos orgânicos encontrados nas silagens indicaram que o processo fermentativo foi suficiente para boa preservação da forrageira.

Palavras-chave: sorgo, ácido orgânico, matéria seca, momento de corte

ARTIGO 14

Organização da Diversidade Genética para Tolerância ao Alumínio em Sorgo.

Autores: CANIATO, F. F.; GUIMARAES, C. T.; *SCHAFFERT, R. E.*; BOREM, A.; MAGALHAES, J. V.

OBS: a referência do artigo foi localizada, mas o mesmo encontrava-se no prelo na época do levantamento.

ARTIGO 15

Avaliação Fenotípica de Linhagens de Sorgo Granífero quanto a Tolerância a Seca em Pós-Florescimento.

Autores: GUEDES, F.L.; *TARDIN, F. D.*; MAGALHAES, J. V.; NASCIMENTO, J. M. S.; SANTOS, F.G.; *SCHAFFERT, R. E.*

OBS: a referência do artigo foi localizada, mas o mesmo encontrava-se no prelo na época do levantamento.

ARTIGO 16

Avaliação de Linhagens de Híbridos de Sorgo quanto a Tolerância ao Alumínio.

Autores: SILVA, L. A.; MAGALHAES, J. V.; *TARDIN, F. D.*; *SCHAFFERT, R. E.*

OBS: a referência do artigo foi localizada, mas o mesmo encontrava-se no prelo na época do levantamento.

ARTIGO 17

A gene in the multidrug and toxic compound extrusion (MATE) family confers aluminum tolerance in sorghum.

Autores: MAGALHAES, J. V.; LIU, J.; GUIMARAES, C. T.; LANA, U.G.P.; ALVES, V.M.C ; WANG, Y.; *SCHAFFERT, R. E.*; HOEKENGA, O.; PIÑEROS, M.A.; SHAFF, J.; KLEIN, P. E.; CARNEIRO, N. P.; COELHO, C.M.; TRICK, H.N.; KOCHIAN, L. V.

OBS: a referência do artigo foi localizada, mas o mesmo encontrava-se no prelo na época do levantamento.

ARTIGO 18

Valor nutricional de híbridos de sorgo com capim sudão em comparação ao de outros volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens.

Autores: TOMICH, T. R.; TOMICH, R. G. P.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; *RODRIGUES, J. A. S.*

Resumo:

The objective of this study was to compare the nutritional value of sorghum-sudangrass hybrids to roughages collected in differed pastures, reserves of forage for using in cutting

regime and conserved forage as hays or silages. The sorghum-sudangrass hybrids AG2501C and BRS800 showed similar bromatological composition and in vitro dry matter digestibility (IVDMD). Compared to other roughages, these hybrids presented a higher protein level and intermediary values of cell wall contents. The coefficients of IVDMD observed for sorghum-sudangrass hybrids were not statistically different to the results of corn silage, elephantgrass and sugarcane managed in cutting regime. However, IVDMD of those hybrids was significantly higher than of coast-cross and tifton 85 hays, sorghum silage and differed pastures of Brachiaria brizantha and signal grass. The results indicated that sorghum-sudangrass hybrids may be used as roughage of high nutritional value during the drought.

Palavras-chave: bromatological composition, digestibility, ruminant, sorghum-sudangrass hybrid

ARTIGO 19

Valor nutritivo de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma para frangos de corte.

Autores: ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; **RODRIGUES, J. A. S.**; BAIÃO, N. C.; PEREIRA, L. G. R.; LARA, L. J. C.

Resumo:

Utilizaram-se 250 frangos machos, com 22 dias de idade, em ensaio biológico baseado em coleta total de excretas para a determinação da matéria seca metabolizável aparente (MSMA) e dos valores de energia metabolizável (EM) aparente e corrigida de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma. Os genótipos avaliados foram o BR 007B (textura macia), BR 304 (textura intermediária) e SC 283 (textura dura). As dietas-teste foram compostas por 60% de dieta-referência (composta a base de milho e farelo de soja) e por 40% de grãos de sorgo. O experimento foi montado em esquema inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os valores de MSMA foram semelhantes entre os grãos de sorgo ($P>0,05$), sendo 77,09%, 81,73% e 79,69% para os grãos de textura dura, intermediária e macia, respectivamente. Os valores de energia metabolizável aparente e verdadeira (EMA, EMV) e EMA e EMV corrigidas para a retenção do nitrogênio (EMAn e EMVn) dos grãos de sorgo de textura dura, intermediária e macia foram, respectivamente, 3.022, 3.127, 2.947 e 2.934; 3.335, 3.442, 3.369 e 3.419; 3.339, 3.450, 3.303 e 3.355 kcal/kg. Os grãos de textura dura (SC 283) apresentaram menores valores de EM ($P<0,05$) que os de textura intermediária (BR 304) e macia (BR 007B). As correções dos valores de EM para o balanço de nitrogênio resultou apenas em discretas reduções da EM.

Palavras-chave: frango de corte, sorgo, endosperma, digestibilidade, energia metabolizável

ARTIGO 20

Evaluation of sorghum silages of different genotypes with and without condensed tannins.

Autores: CARNEIRO, H.; SOUZA SOBRINHO, F.; **RODRIGUES, J. A. S.**; MIRANDA, J. E. C.; BRUM, S. S.

Resumo:

Um total de dez cultivares, sendo duas linhagens de sorgo com (T) e sem tanino condensado (WT), CMSXS114 (T) e CMSXS165 (WT), seis híbridos, 9953101(T), 9953130(T), BR601

(WT), BR701 (T) BR700 (T) e AG2005 (WT), e duas variedades, BR 501(WT) e BR506 (WT), com oito repetições foram, ensiladas em silos de PVC, com capacidade de 3 kg por silo, por 60 dias, e analisadas para tanino condensado (TC) (análises colorimétricas, pelo método de butanol-HCl), proteína bruta (CP), fibra em detergente neutro (NDF), fibra em detergente ácido (ADF) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca(DIVMS-24 e 48h). O tanino condensado (CT), extraído de quebracho purificado, foi utilizado como padrão (cromatografia com sephadex LH-20). Baixas concentrações de TC têm sido definidas na literatura pela concentração de 10 g kg⁻¹MS ou menor. Valores médios são aqueles entre 10 e 40 g kg⁻¹ na matéria seca e níveis acima de 40 g kg⁻¹ MS são considerados altos. O híbrido 9953130 apresentou a mais alta concentração de tanino condensado entre as silagens de sorgo analisadas (P < 0,05), com 10,62 g kg⁻¹ MS e, entre as amostras de panículas, também revelou o mais alto valor de TC de 37,39 g kg¹MS. Diferenças entre silagens de sorgos não foram detectadas para lignina e DIVMS (P > 0,09). O maior conteúdo de proteína foi observado na linhagem CMSXS165 (97,4 g kg⁻¹; P < 0,05). Concentrações de proteína bruta em CMSXS114 (83,2 g kg⁻¹), BR 700 (76,4 g kg⁻¹), BR701 (80,5 g kg⁻¹) e AG2005 (79,2 g kg⁻¹) foram acima da média geral (74,0 g kg⁻¹). As duas linhagens isogênicas não foram diferentes para a DIVMS (24 e 48 h). Conclui-se que a digestibilidade *in vitro* não foi afetada pelo nível de tanino condensado encontrado; entretanto, consideram-se relativamente baixas as concentrações de tanino condensado encontradas devido, ao efeito de diluição dos grãos. Contudo, não foi possível antecipar nenhum efeito significativo do conteúdo de TC no consumo de matéria seca, digestibilidade ou performance em bovinos alimentados com esses materiais ensilados.

Palavras-chave: sorgo, silagem, tanino, proteína bruta, FDN, FDA, IVDMD

ARTIGO 21

Qualidade e valor nutritivo das silagens de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) colhidos em diferentes estádios de maturação.

Autores: PIRES, D. A. A.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; JAYME, D. G.; GONÇALVES, L. C.; **RODRIGUES, J. A. S.**; RODRIGUEZ, N. M.; BORGES, I.; BORGES, A. L. C. C.; JAYME, C. G.

Resumo:

Dois híbridos de sorgo de porte médio e colmo seco e um híbrido de porte alto e colmo suculento foram ensilados em oito estádios de maturação, a partir do florescimento. Foram 24 tratamentos com três repetições cada, sendo os três híbridos (AG 2006 e BR 700 - colmo seco, e BR 601 - colmo suculento) colhidos em oito estádios de maturação. Foram determinados os teores de MS, PB, perdas de MS, densidade, pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃), fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose, celulose e lignina, DIVMS e porcentagem de fenóis totais. Utilizou-se o teste SNK para comparação das médias, com um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x8. Com o avanço do estádio de maturação, ocorreu aumento na produção de MS até o quinto estádio. Houve, ainda, aumento nos teores de MS, que atingiram o nível ideal entre 21 e 28 dias após o florescimento. Os teores de PB e das frações fibrosas reduziram-se com a maturidade. Obtiveram-se baixos níveis de pH e N-NH₃ em todas as silagens, além de baixas perdas de MS. Os híbridos tiveram comportamentos diferentes nos parâmetros lignina e DIVMS. Avaliaram-se os fenóis totais pelo método de azul da Prússia e todas as silagens apresentaram-se com tanino. Não foi encontrada correlação negativa entre os fenóis e a DIVMS. O híbrido AG2006 foi superior aos outros dois híbridos em algumas características e o híbrido BR 601 apesar de ser de porte

alto, foi superior ao híbrido BR 700, de duplo propósito, nas variáveis DIVMS e frações fibrosas.

Palavras-chave: ensilagem, forragem, nutrição animal, ruminantes

ARTIGO 22

Avaliação de Quatro Genótipos de Sorgo pela Técnica “In Vitro” Semi-Automática de Produção de Gases.

Autores: MAGALHÃES, R. T.; GONÇALVES, L. C., MAURÍCIO, R. M; **RODRIGUES, J. A. S.**; BORGES, I.; RODRIGUES, N. M; SALIBA, E. O. S.; ARAÚJO, V. L.

Resumo:

Neste ensaio, foram estudadas a cinética de fermentação e a degradabilidade *in vitro* de quatro genótipos de sorgo (ATF53*9929036, ATF54*9929036, CMSXS217*9929012 e Volumax), através da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. Os tempos de incubação utilizados para a produção de gases foram: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 48, 60, 72 e 96. Para a degradabilidade *in vitro*, utilizaram-se os tempos 6, 12, 24, 48, 72 e 96. O coeficiente de determinação obtido entre a produção acumulativa de gases e degradabilidade da matéria seca foi de $r^2 = 0,99$, demonstrando que os gases oriundos da fermentação representam a fermentabilidade dos substratos. O genótipo Volumax apresentou numericamente a maior taxa de fermentação (μ) (0,043 (mL/g de MS/h), com a menor “lag phase” (L) (1 h e 16 min). Os demais genótipos apresentaram valores de μ entre 0,038 e 0,034 mL/g de MS/h e de L entre 1 h e 50 min e 1 h e 72 min. Os resultados deste experimento indicam o genótipo Volumax como o mais promissor para a produção de silagem.

Palavras-chave: forragem, ruminante, valor nutritivo, digestibilidade

ARTIGO 23

Qualidade Nutricional de Seis Híbridos de Sorgo com Capim Sudão Submetidos a Épocas de Plantio e Cortes Distintas

Autores: GONTIJO, M. H. R.; BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C.; **RODRIGUES, J. A. S.**; GOMES, S. P.; BORGES, I; RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, M. M.; PANCOTI, C. G.

Resumo:

Foram avaliados quatro híbridos experimentais (ATF 54 x CMSXS 912, CMSXS 156 x CMSXS 912, CMSXS 157 x CMSXS 912 e CMSXS 210 x CMSXS 912) e duas cultivares comerciais de *Sorghum bicolor* cv bicolor X *Sorghum bicolor* cv sudanense (AG2501C e BRS800) quanto ao valor nutritivo: produções de MS digestível (MSD t/ha), digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS%), proteína bruta (PB%), fibra em detergente neutro (FDN%), fibra em detergente ácido (FDA%), fósforo (P%) e cálcio (Ca%). Os híbridos foram submetidos a três cortes sucessivos e o plantio foi realizado em duas épocas diferentes. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso e a comparação de médias foi efetuada pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade. Os híbridos ATF 54 x CMSXS 912 e AG 2501-C apresentaram valores médios de produção 1,28 t de MSD/ha superiores nas duas épocas de plantio. Ocorreram diferenças entre os híbridos quanto aos teores de PB, com valor médio de 16,33%, Ca com valores entre 0,42% e 0,49% e teores de P com valor médio de 0,26%. O híbrido BRS 800 foi superior ($p < 0,05$) quanto ao teor médio de P (0,28%), teor médio de PB (17,32%),

sendo semelhante ao híbrido CMSXS 210 x CMSXS 912, que obteve o valor de 16,75%.

Palavras-chave: Forragem, regime de corte, *Sorghum bicolor*, valor nutritivo.

ANEXO 2

Dissertações e Teses desenvolvidas no Brasil no escopo da Ciência da Informação, abordando o assunto ontologias

2009

Célia Dias Orientador: Lídia Alvarenga
Tese de Doutorado UFMG - Escola de Ciência da Informação
Uso de ontologias no tratamento terminológico de imagens para a melhoria da recuperação da informação.

2008

Júlia Aparecida Gonçalves Orientador: Renato Souza
Dissertação de Mestrado UFMG - Escola de Ciência da Informação
Proposta metodológica para o estabelecimento de relações semânticas em ontologias: contribuição interdisciplinar via Ciência da Informação.

Daniela Lucas da Silva Orientador: Renato Souza
Dissertação de Mestrado UFMG - Escola de Ciência da Informação
Uma comparação de metodologias de construção de tesouros e ontologias.

2007

Roberto Figueiredo Cerqueira Orientador: Marcello Peixoto Bax
Dissertação de Mestrado UFMG - Escola de Ciência da Informação
Método de Modelagem Domínio Ontológica do Direito Positivo Brasileiro.

Maria Cláudia de Freitas Orientador: Violeta de San Tiago D. B. Quental
Tese de Doutorado PUC-Rio – Departamento de Letras
Elaboração automática de ontologias de domínio

2006

André Luiz Dias Esbízaro Orientador: Marisa Bräscher Medeiros
Dissertação de Mestrado UnB - Departamento de Ciência da Informação
Recuperação de informações sobre log de eventos apoiada em ontologia.

Cláudio Gottschalg Duque Orientador: Marlene de Oliveira
Tese de Doutorado UFMG - Escola de Ciência da Informação
SIRILICO - Uma proposta para um Sistema de Recuperação de Informação baseado em Teorias da Linguística computacional e Ontologia.

Edgard Costa Oliveira Orientador: Mamede Lima-Marques
Tese de Doutorado UnB - Departamento de Ciência da Informação
Autoria de documentos para a Web Semântica: um ambiente de produção de conhecimento baseado em ontologias.

Luana Farias Sales Orientador: Ma. Luiza de A. Campos
Dissertação de Mestrado UFF - Ciência da Informação
Ontologias de domínio: estudo das relações conceituais e sua aplicação

Maurício B. Almeida Orientador: Ricardo Barbosa
Tese de Doutorado UFMG - Escola de Ciência da Informação
Um modelo baseado em ontologias para a construção da memória organizacional.

2005

Marcelo Alvim Jorge Orientador: Marcello Peixoto Bax
Dissertação de Mestrado UFMG - Escola de Ciência da Informação
Ontologias no suporte a portais semânticos.

2003

Alexandra Moreira Orientador: Lídia Alvarenga
Dissertação de Mestrado UFMG - Escola de Ciência da Informação
Tesauros e Ontologias: estudo de definições presentes na literatura das áreas das Ciências da Computação e da Informação, utilizando-se o método analítico-sintético.

Maurício B. Almeida Orientador: Marcello Peixoto Bax
Dissertação de Mestrado UFMG - Escola de Ciência da Informação
Inter-operabilidade entre fontes de dados heterogêneas: um meta-modelo baseado em ontologias.

Sonali Paula Molin Bedinn Orientador: Lígia Maria Arruda Café
Dissertação de Mestrado UFSC - Escola de Ciência da Informação
Metodologia para validação de ontologias: o caso ORBIS_MC

ANEXO 3

Institutos de Pesquisas Agronômicas Brasileiros

Fonte: <http://inovacaotecnologica.ibict.br>

NOME	ÁREA DE ATUAÇÃO
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa http://www.embrapa.br/	Instituição vinculada ao Ministério da Agricultura e Abastecimento, criada em 1973, com o objetivo de reformular o sistema nacional de pesquisa agropecuária no Brasil. Tem um programa chamado Dia de Campo na TV que trata de assuntos agropecuários, agroindustriais e florestais.
Instituto Agronômico de Campinas - IAC http://www.iac.sp.gov.br/	Órgão vinculado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - SAA, voltado para geração e transferência de Ciência e Tecnologia no Negócio Agrícola, visando a otimização dos sistemas de produção vegetal e o desenvolvimento sócio-econômico com qualidade ambiental.
Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA http://www.ipa.br	Autarquia estadual que integra o sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária - SNPA, coordenado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, e tem como objetivo a transferência de tecnologia e conhecimento, no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável do Agronegócio.
Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR http://www.pr.gov.br/iapar	Instituição voltada para a pesquisa agropecuária, localizado em Londrina, Paraná. Permite acesso às informações sobre seus produtos e serviços. Possui programas de pesquisa que podem ser de natureza vegetal e animal, e desenvolvidos em diversas áreas técnicas.
Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro – PESAGRO http://www.pesagro.rj.gov.br/	Empresa pública, vinculada à Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento. Voltada para a geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias para o desenvolvimento rural do Estado do Rio de Janeiro. Fornecer informações para a formulação de políticas públicas para o desenvolvimento rural.