

INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

Inovação para a Produção mais Limpa: SISTEMA MONGEE – Sistema de Monitoramento de Informações sobre Gases de Efeito Estufa

M. G. Farias ^{a,} T. C. D. Bueno, A. T. Nicolini; S. P. M. Bedin, T. P. S. Oliveira ^b

a. Universidade do Estado de Santa Catarina, São Bento do Sul, Brasil, r2maf@udesc.br

b. Instituto I3G, Florianópolisl, Brasil, tania.bueno@i3g.org.br

Resumo

Monitorar as informações relativas aos gases de efeito estufa no Planalto Norte Catarinense, na Região Sul do Brasil, tem como objetivo garantir ao setor madeireiro informações relevantes e precisas para auxiliar as ações dentro de um mercado cada vez mais competitivo e voltado para o setor externo. Para tanto, a implantação de um Sistema de Gestão de Informações com o uso de Inteligência Artificial e Ontologias pretende permitir que o processo de gestão da produção mais limpa a ser implantado auxilie e agilize a tomada de decisão no que tange às melhores práticas de gestão ambiental das atividades de silvicultura na região. A integração de um sistema inteligente de recuperação e armazenamento de informações à gestão da produção mais limpa para o setor madeireiro permitirá resultados tecnológicos inovadores na integração da cadeia produtiva através da utilização conjunta da base de conhecimento disponível, bem como irá favorecer o estabelecimento de um modelo de gestão integrada para o setor voltado ao crescimento uniforme da cadeia e melhoria na gestão ambiental.

Palavras-Chave: Sistemas Inteligentes, Monitoramento, Gases de Efeito Estufa.

1 Introdução

O Planalto Norte Catarinense na Região Sul do Brasil tem na produção de madeira e móveis sua fonte principal de emprego e renda. Estes setores são considerados de alta capacidade de geração de empregos (BRDE, 2006). O setor madeireiro da região se caracteriza por ser fornecedor de matéria-prima à indústria moveleira ali localizada, tendo parte de sua produção destinada ao mercado externo. Toda a atividade da indústria florestal da região utiliza matéria-prima plantada, de caráter renovável. São dezenas de milhares de hectares ocupados com a silvicultura, que permitem abastecer a demanda. Devido a características como o solo e o clima apropriado para a silvicultura de *pinus* e *eucalipto*, a localização e a infra-estrutura portuária do estado para exportação o setor madeireiro da região apresentou forte crescimento nos últimos anos. As empresas exportadoras estão expostas a uma exigência competitiva global: aprimorar seu padrão de qualidade ambiental (gorges

Farias, 2007). Dentre as formas, a produção mais limpa (P+L), o respeito à legislação ambiental e o uso de fontes renováveis de energia, destacam-se como instrumentos robustos de gestão ambiental na esfera corporativa, por desenvolver uma estratégia ambiental integrada.

Com a entrada em vigor do Protocolo de Kyoto , a produção sustentável de madeira, a partir da silvicultura (cultivo de árvores), tornou-se uma forma bastante eficiente de reduzir as emissões de gases causadores de efeito estufa, bem como o seqüestro destes gases, contribuindo para a conservação do meio ambiente, desenvolvimento econômico e social.

A proteção dos ecossistemas e a otimização de sua utilização exigem a geração e a disseminação de conhecimento técnico e científico através de sistemas capazes de reunir as informações dispersas e facilitar seu uso. No mundo globalizado, caracterizado pelo excesso de documentos em meio digital, a tecnologia da informação tem evoluído de forma bastante rápida e possui aplicações nas mais diversas áreas do conhecimento.

No Brasil, apesar de existirem diversos estudos científicos, práticas e alguns mecanismos de financiamento, não há uma estrutura capaz de fornecer informações fidedignas e integrar os diversos atores, que compõe o setor madeireiro. A informação precisa é uma das formas mais eficientes para o gerenciamento dos recursos naturais de forma sustentável, tornando-se um importante instrumento para os processos de tomada de decisão na melhoria da gestão ambiental.

Assim sendo, torna-se necessário, que se estabeleçam mecanismos eficazes de suporte à produção e informação para o setor referente à emissão dos gases de efeito estufa. Isso é possível através da otimização de recursos e a integração de instituições públicas, privadas e produtores rurais (silvicultores).

A principal motivação para o desenvolvimento do sistema refere-se à necessidade de informações relacionadas com a emissão de gases pelo setor madeireiro de Santa Catarina, estado do sul do Brasil, que causam efeito estufa. Para tanto, propõe-se o desenvolvimento de um Sistema Inteligente para Recuperação e Organização do Conhecimento, que visa identificar práticas ambientais locais e globais, que possam ser relacionadas com a redução da emissão dos gases de efeito estufa na produção industrial madeireira, através da produção de informações estratégicas.

2 O Sistema Inteligente de Monitoramento de Informações

O Sistema Inteligente de Monitoramento de Informações para Redução dos Gases de Efeito Estufa do Setor Madeireiro do Planalto Norte Catarinense foi idealizado dentro dos conceitos de gestão do conhecimento, seu objetivo é tornar os processos de tomada de decisão e a organização do conhecimento do setor madeireiro mais céleres, transparentes, compartilhadas e eficazes, através da construção de uma base de conhecimento focada nas práticas locais e globais para redução de gases de efeito estufa da cadeia madeireira.

Nesse sentido, são utilizados ferramentas, metodologias e estudos de comprovados resultados. Esses estudos e metodologias serão associados a um Sistema de Recuperação de Informações baseado em Ontologias.

O Sistema é um instrumento de gestão do conhecimento em instituições onde atividades de inteligência possuem uma importância destacada, enfocando a

disponibilização e fácil recuperação de informações estratégicas que contribuem para a dinamização do processo de tomada de decisões.

A associação de um modelo de implementação interativa de gestão da produção mais limpa para o setor madeireiro do Planalto Norte Catarinense à ferramenta permite os seguintes resultados: (1) criar ontologia do setor madeireiro voltada às questões de redução de poluição por emissão de gases; (2) monitorar as exigências e normas ambientais do mercado global da madeira; (3) integrar empresas do setor madeireiro no sistema, através de ambiente Web; (4) identificar fatores que elevam ou diminuam a produção de gases poluentes; (5) identificar, categorizar e trocar informações com as empresas que apóiam políticas de desenvolvimento sustentável; (6) monitorar a demanda sócio-econômica e ambiental da região; (7) monitorar e integrar as informações relativas a projetos e tecnologias de aproveitamento energético de matérias-primas e subprodutos florestais; (8) monitorar e integrar as informações relativas a projetos de certificação ambiental das empresas de silvicultura e de transformação madeireira, bem como de projetos de seqüestro de carbono, envolvendo plantios florestais; e, (9) capacitar na qualidade de multiplicadores, as equipe de pesquisa envolvidas no projeto, bem como especialistas e gestores de empresas do setor madeireiro interessados no projeto.

O Sistema tem seu desenvolvimento lingüístico baseado em ontologias. Para a construção das ontologias, são utilizadas duas principais metodologias denominadas Engenharia do Conhecimento e Engenharia de Ontologias. A primeira consiste em extrair e organizar o conhecimento dos especialistas do setor madeireiro e a engenharia de ontologias consiste na representação do conhecimento através de expressões indicativas, formando assim, uma rede semântica de relacionamentos de conceitos.

2.1 A Engenharia do Conhecimento

2.1.1 Engenharia do Conhecimento

O processo de Engenharia do Conhecimento é uma metodologia utilizada no desenvolvimento de sistemas baseados em conhecimento, sendo etapa fundamental para o desenvolvimento do modelo. Esse processo é considerado multidisciplinar por natureza. BUENO (2005).

Nesse sentido, o processo de Engenharia do Conhecimento é responsável pela parte de análise de domínios do conhecimento que servem à recuperação de informações incluída na base de conhecimento que alimenta o sistema e mapeamento das fontes de informação do sistema.

O desenvolvimento do Sistema inicia-se justamente com a etapa de Engenharia do Conhecimento, responsável pela análise de requisitos, estudos relacionados ao setor madeireiro, identificação das fontes de informação, definição dos campos das interfaces e organização do conhecimento no editor de ontologias. O editor consiste em uma estrutura computacional independente para a extração, organização e representação do conhecimento identificado na fase de Engenharia do Conhecimento, além da construção e edição de ontologias realizada na fase posterior de Engenharia de Ontologias.

Nesta etapa do desenvolvimento do Sistema, se dá a análise e seleção das fontes de informação, que serão inseridas para consulta. Estas fontes são selecionadas a partir dos requisitos do sistema, que pretendem monitorar informações sobre o setor madeireiro. Assim, atendendo às especificidades e objetivos, a opção foi a

seleção de fontes com atualização constante de mídia aberta local, mídia aberta de circulação nacional e internacional, institutos de pesquisa e bancos de dados públicos. Inicialmente foram incluídas 42 fontes, conforme segue: Jornal A Noticia; Abimovel; Ambiente Brasil; Associação catarinense de empresas florestais; Associação dos Municípios da Região do Contestado; Associação dos Municípios do Nordeste de Santa Catarina; Associação Empresarial de São Bento do Sul; Cerflor -Certificação Florestal; CNN; Conselho Brasileiro de Manejo Florestal - FSC Brasil; Correio do Norte (Canoinhas); Diário do Planalto (Canoinhas); Embrapa; Epagri; ESALQ – USP Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz; Estadão de São Paulo; Folha de São Paulo; Folha de São Paulo - Folha Verde; Gazeta Mercantil; Guia de sustentabilidade; Instituto de Manejo Florestal e Agrícola – Imaflora; JB Online; Jornal Folha do Norte; Jornal A Gazeta de São Bento do Sul; Ministério da Ciência e Tecnologia – Mudanças Climáticas; Ministério do Meio Ambiente; New York Times; O Globo; Portal Madeira Total; Portal Moveleiro; Portal Nacional da Madeira -REMADE; Portal Referência - setor madeireiro; Reuters; SBS Cidade; Sindimadeira; Sociedade Brasileira de Silvicultura; Valor Econômico – normas e Legislação; Washington Post; Agência Câmara; Agência Senado; Sociedade Brasileira de Pesquisa Científica (Jornal da Ciência); Terra - Mercado de Carbono.

Através da análise dos documentos encontrados nessas fontes são definidos os índices, que servirão de base para a extração de informações. Os índices são definidos para facilitar o processo de recuperação dos documentos relativos à consulta feita pelo usuário. Essa definição deve ser realizada em função da relevância encontrada nos conteúdos dos documentos.

Em seguida, são definidos os campos da interface que será disponibilizada ao usuário final. Essa definição deve passar por uma análise de critérios que envolvem a navegabilidade, usabilidade e ergonomia.

2.2 A Engenharia de Ontologias

A Engenharia de Ontologias é uma metodologia de representação do conhecimento que visa tornar os processos de busca mais eficientes e precisos. Essa representação se dá através de expressões indicativas e suas relações, realizada em ambiente *web* através do editor de ontologias.

O Editor de Ontologias foi desenvolvido para atuar em conjunto com a Representação do Conhecimento Contextualizado Dinamicamente - RC2D®1. Entre as principais ferramentas utilizadas no processo podemos destacar o extrator de freqüência e o extrator semântico e o editor de ontologias. No Editor de Ontologias, são inseridas as expressões indicativas e suas relações, formando uma árvore de relacionamentos considerando a semelhança dos termos cadastrados com as suas relações e pesos. Essa forma de organização permite a atribuição dinâmica dos pesos das palavras ou expressões indicativas em relação ao contexto da busca.

Depois de analisados os documentos, definidas as fontes de informação, definidos os índices e os campos da interface, realizados na etapa anterior, na Engenharia de Ontologias são definidos os domínios de aplicação dentro do setor madeireiro. Os domínios são as representações das principais variáveis que indicam as necessidades de produção de informações relevantes dentro de uma determinada área do conhecimento, no caso, o setor madeireiro.

¹ RC2D® é uma metodologia de representação de conhecimento, um processo dinâmico de aquisição do conhecimento de textos, definido através de elaboração de um vocabulário controlado e um dicionário de termos, associado a uma análise de freqüência das palavras e expressões indicativas do contexto.

Nesta etapa de análise, para definição dos domínios, o estudo envolve o objetivo do sistema e a delimitação do conteúdo que vai ser representado. Para o Sistema MONGEE foram definidos 07 domínios, conforme figura 01. Estes domínios foram subdivididos em subdomínios que permitem a delimitação do assunto que se pretende representar.

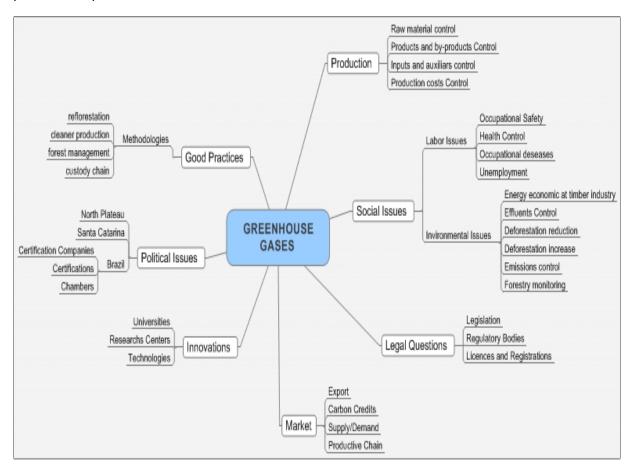


Fig. 1. Domínios e Sub-dominios do Sistema MOGEE. Fonte: Própria, 2008.

A partir desta definição, inicia o processo de definição de expressões indicativas, de modo a representar o conhecimento. Conjuntamente com a construção destas listas de expressões vão sendo definidos os relacionamentos entre as expressões objetivando a construção do dicionário final que fará parte do sistema. expressões indicativas são extraídas pelos especialistas do setor e engenheiros do conhecimento e através do extrator de frequência, de textos legais e outros documentos técnicos identificados, além de expressões extraídas de acordo com a sua relevância. A partir dessas expressões, o vocabulário é expandido por meio de relações técnicas e usuais e da validação realizada pelo extrator semântico. Ele tem a função de definir o valor do índice mais útil para a recuperação de um documento. Através do vocabulário construído na Engenharia de Ontologias, são encontradas expressões análogas às definidas na norma, além de muitos outros termos encontrados de forma usual em documentos. Nesse sentido, pode-se afirmar que a árvore de relacionamentos construída a partir do Editor de Ontologias "define as semelhanças lingüísticas, semânticas e axiológicas de condições que permitem a determinação da semelhança local entre os valores de um índice". Exemplos de algumas expressões indicativas são: Mecanismo de desenvolvimento limpo; Prática florestal sustentável; Aumento da produção de móveis; Licenciamento ambiental para indústria da madeira; Economia energética da madeireira; e Redução de gases causadores do efeito estufa.

A classificação das ontologias se dá através das seguintes relações: (1) Relação de sinônimos: A relação de sinônimos existe entre os termos ou expressões que apresentem o mesmo significado dentro de um mesmo domínio. Ex: "resíduos da madeira" é sinônimo de "rejeitos da madeira"; (2) Relação de termos conexos: A relação de termos conexos ocorre quando os termos ou expressões apresentam forte ligação, porém não tem exatamente o mesmo significado. Ex: "controle de emissões" é conexo de "impedir incineração a céu aberto"; (3) Relação tipo de: A relação tipo de, consiste naquela baseada na classificação entre gênero e espécie. Ex: "exportação de madeireira serrada" é um tipo de "exportação madeireira"; e, (4) Relação parte de: A relação parte de, está relacionada a questão partitiva ou níveis de organização. Ex: "projetos em MDL" é parte do "mecanismo de desenvolvimento mais limpo".

A metodologia de construção das ontologias consiste nos seguintes passos: (1) Inventariar todo o domínio, isto é, catalogar todas as fontes de informação digital que servirão como base de dados do sistema; (2) Aplicar o Extrator de freqüência de palavras em cima da base de dados inventariada; (3) Comparação entre os resultados dos extratores com as necessidades dos especialistas; (4) Construir, junto com o especialista um vocabulário controlado representativo do domínio; (5) Utilizando este vocabulário, aplicar o extrator semântico na base de dados; (6) Avaliar o resultado com base na freqüência das expressões indicativas encontradas e definir uma lista de palavras; (7) Construir ontologias para utilização no sistema com base neste vocabulário controlado; e, (8) Definir sinônimos, homônimos e hiperônimos com base doutrinária e principalmente da legislação sobre o assunto [BUENO, 2005, p. 7].

3. A Ferramenta

A etapa de desenvolvimento da ferramenta é justamente a customização do sistema para o setor de madeireiro. Na etapa de Engenharia do Conhecimento são definidas as interfaces do sistema para todas as suas funcionalidades: editor de ontologias, pesquisa e monitoramento, conforme apresentado na figura 2 abaixo:

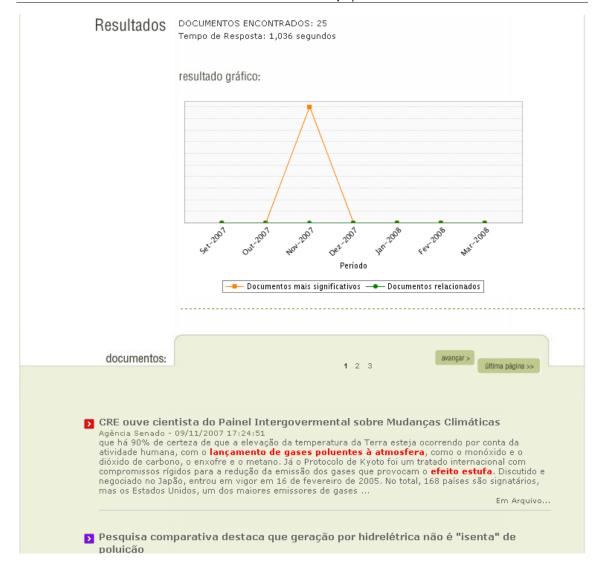


Fig. 2. Interfaces do sistema para todas as suas funcionalidades: editor de ontologias, pesquisa e monitoramento.

Fonte: Própria, 2008.

Em etapa seguinte, inicia-se a inserção das ontologias, o que é feito através do editor de ontologias, indexado ao sistema. Na seqüência são implementados e testados os observadores, responsáveis por capturar informações nas fontes de informação definidas na etapa de Engenharia do Conhecimento. A partir de então é feita a concepção dos agentes inteligentes de coleta que identificarão e extrairão os documentos relevantes de diferentes bases de dados, visando a construção de uma base de conhecimento, onde os documentos são armazenados de forma organizada. Os agentes inteligentes de coleta são "robôs" que tem a função de identificar e coletar documentos relevantes para a concepção do software. Esses agentes só podem ser programados após o processo de Engenharia do Conhecimento, utilizado novamente na etapa de desenvolvimento do software.

Atualmente o os agentes inteligentes de coleta que fazem parte do Sistema, denominados SCInfo, estão aptos a recuperar alguns tipos de formatos de documentos, entre os quais podemos destacar HTML, Doc, Power Point, PDF e TXT.

A programação é feita em HTML e deve ser direcionada para o sítio a ser monitorado. Para tanto, devem ser identificados os principais índices de onde serão indexadas as informações, além da taxa de atualização do sítio, uma vez que, só

será considerada a fonte de informação se existir uma periodicidade relativamente curta de atualização, sob pena de não agregar valor ao sistema. No caso de o sítio apresentar diferentes campos de informação com taxas de atualização diferentes, será construído mais de um observador, sendo um para cada campo do sítio de acordo com a taxa de atualização. Por exemplo, quando um sítio apresenta uma seção de notícias com atualização diária e outra seção de documentos técnicos com uma taxa de atualização mensal, devem ser construídos dois observadores, sendo que o primeiro estaria monitorando somente as notícias e o segundo os documentos técnicos.

Os procedimentos para construção do SCInfo passam pela análise do website, definição da página inicial, definição da profundidade da coleta, definição do intervalo da coleta, definição dos filtros de links, definição dos delimitadores de manchete e texto e definição dos parâmetros de autenticação. Após passar pelos processos de captura, armazenamento e tratamento, os documentos passam a ser recuperados através da interface de análise que estará disponibilizada através do portal (Figura 3).

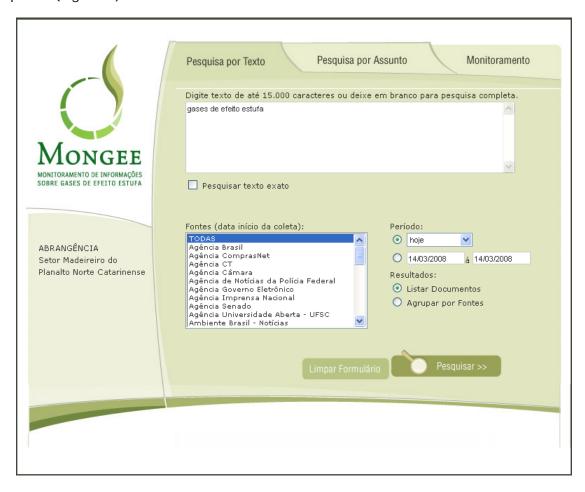


Fig. 3. Portal do Sistema MONGEE. Fonte: Própria, 2008.

O processo é contínuo, isto é, há a preocupação com a atualização constante que se dá com o desenvolvimento e inserção de novas ontologias a qualquer tempo, assim como a identificação de novas fontes de informação. Estes procedimentos garantem a dinâmica de troca e construção de novos conhecimentos.

Após a implementação dessas funcionalidades, é acoplado ao sistema o módulo

para entrada manual de informações. Nesse módulo as entradas ocorrem com dois objetivos: para a formação de uma biblioteca do setor e para identificação das práticas ambientais locais através de formulários preenchidos pelos empresários da região.

A fase final desenvolvimento da ferramenta se concretiza na fase de testes, que é etapa essencial para garantir a qualidade do sistema. Esta fase de testes se divide em duas atividades: os testes das funcionalidades técnicas do sistema e os testes de qualidade e validação final das ontologias.

O desenvolvimento do projeto teve prazo previsto de 12 meses, iniciado em novembro de 2007, sendo que ao final deste período, a equipe gestora do sistema teve como objetivo expandir a rede de informações para os empresários do setor, integrando parceiros ao projeto.

4 Resultados

O desenvolvimento do Sistema Inteligente de Monitoramento de Informações para Redução dos Gases de Efeito Estufa do Setor Madeireiro do Planalto Norte Catarinense, Região Sul do Brasil, irá proporcionar o acesso a grande quantidade de informações referentes à redução dos gases de efeito estufa aos produtores rurais, investidores, setores públicos, além de outros agentes da cadeia do setor madeireiro. Além disso, o Sistema possibilitará a criação de uma rede de relacionamentos entre os agentes que formam a cadeia do setor madeireiro.

Dentre os principais impactos tecnológicos pode-se destacar: a evolução no que tange ao desenvolvimento de sistemas baseados em conhecimento, ao utilizar técnicas de Inteligência Artificial, e com sua lingüística baseada em ontologias. A possibilidade de inserção de até 10.000 palavras no campo de busca é um forte diferencial, pois rompe o paradigma de busca por palavras-chave. Outro fator que merece destaque é a Pesquisa Contextual Estruturada — PCE, baseada em ontologias. Isso significa que o resultado à consulta realizada pelo usuário vem de forma ordenada de acordo com o grau de similaridade entre o contexto dos documentos da base em relação ao texto de consulta, com prioridade aos documentos que encontrem mais expressões contidas no vocabulário de ontologias.

O projeto busca contribuir para o setor madeireiro reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa. Isso porque a produção do setor madeireiro pode ser responsável pela diminuição da poluição nas grandes cidades pela redução das emissões de CO₂, eliminação das emissões de enxofre e ligeira diminuição das emissões de CO. A adequação às normas internacionais e mecanismos de produção mais limpa são os principais impactos ambientais advindos do projeto. Verificar a postura ambiental do setor madeireiro do estado de Santa Catarina, ou seja, como o setor está posicionado frente às questões ambientas, com relação às suas estratégias. Isto é, identificar como as atuais práticas das empresas do setor madeireiro podem ser relacionadas à redução dos gases de efeito estufa.

Outro fator a ser destacado é a disseminação e compartilhamento do conhecimento, já que o acesso ao sistema se dará através da Internet. Para disseminação e treinamento do sistema, serão realizados workshops nas principais regiões de Santa Catarina.

Vale ressaltar que o projeto para desenvolvimento do presente projeto foi aprovado pela Fundação de Apoio a Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina – FAPESC, sendo proposto pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S/A – EPAGRI, realizado com o apoio de

importantes parceiros como a Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC e o IJURIS.

5 Referências

Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul BRDE. 2006. Análise Da Competitividade das Principais Aglomerações Produtivas de Móveis da Região Sul do Brasil. Cunha, I., Pereira, M. do C. S., Casarotto Filho. N. Florianópolis. 233 p.

BUENO T. C. D et al. 2005. Knowledge Engineering Suite: a Tool to Create Ontologies for Automatic Knowledge Representation in Knowledge-based Systems. in: 7th international conference. on Enterprise Information Systems, Miami. Proceedings of Seventh International Conference On Enterprise Information Systems

GORGES FARIAS, M. et al. 2007. O Papel da Universidade e da Produção Mais Limpa como geradora de inovação em Arranjo Produtivo Local – Madeira e Móveis. In: 1st International Workshop | Advances in Cleaner Production. http://www.advancesincleanerproduction.net/first/textos%20e%20arquivos/sessoes/4a/2/Marzely%20Gorges%20Farias%20-%20Resumo%20Exp.%2001.docacessado em 12 de março de 2009.