



## **Desenvolvimento de um sistema de monitoramento da cadeia produtiva do biodiesel no estado do Ceará**

**Breno Barros Telles do Carmo (UFC) brenotelles@hotmail.com**

**Marcos Ronaldo Albertin (UFC) albertin@ufc.br**

**Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes (EESC - USP) herapontes@yahoo.com**

*Resumo: Este trabalho propõe um sistema de monitoramento da cadeia produtiva do Biodiesel no estado do Ceará. Objetiva-se, inicialmente, mapear oportunidades, demandas e ofertas tecnológicas de produtos, de processos e de gestão para, posteriormente, propor ações de desenvolvimento e adensamento regional. É apresentado um sistema de monitoramento de arranjos produtivos que está sendo desenvolvido para a identificação dos elos da cadeia produtiva e respectivas empresas. Esta pesquisa iniciou em 2006 no Observatório Tecnológico do Centro de Tecnologia da UFC e é possível visualizar as oportunidades e pontencialidades regionais.*

*Palavras-chave: Cadeias produtivas; Biodiesel; Tecnologias.*

### **1. Introdução**

Nos últimos anos tem-se buscado aprimorar a produtividade das cadeias produtivas e, em muitos casos, nas suas formas regionalizadas através de iniciativas público-privadas. Entre os programas atuais de desenvolvimento setorial está o PROMINP – Programa de Mobilização da Indústria do Petróleo que objetiva aumentar o conteúdo de fornecimento nacional e regional a esta indústria.

Desta maneira, o Prominp busca o fortalecimento da indústria nacional de bens e serviços e está centrado na área de petróleo e gás natural. As metas do programa, elaboradas em conjunto com as empresas do setor, levarão à maximização da participação da indústria nacional no fornecimento de bens e serviços, em bases competitivas e sustentáveis, atendendo demandas nacionais e internacionais. Busca-se, assim, agregar valor na cadeia produtiva local através do fortalecimento da indústria regional.

O planejamento e controle das cadeias produtivas têm se apresentado de fundamental importância para melhoria macro-econômica de uma região. Em função de informações integradas de toda cadeia é possível que instituições tomem decisões com o intuito de melhorar a sua eficiência.

Esse trabalho faz parte de um projeto denominado “Propostas de Ações Horizontais de Dinamização da Cadeia Produtiva do Petróleo e Gás do Ceará através do Mapeamento e Levantamento de Demandas e Ofertas Tecnológicas” em parceria com o Banco do Nordeste do Brasil, Petrobrás, IEL-CE e CNPq e tem como objetivo geral desenvolver um sistema de monitoramento dos Arranjos Produtivos Locais (APLs) com o intuito de subsidiar a tomada de decisão em relação ao adensamento e melhorias dos elos das cadeias produtivas.

Assim, para o planejamento e controle da cadeia produtiva do Biodiesel, foi criado um



programa que integra as informações de requisitos de tecnologias, processos, produtos e bens e as disponibilidades da região. O objetivo deste trabalho é apresentar um sistema de monitoramento da cadeia regionalizada do Biodiesel que permita fomentar ações colaborativas e cooperativas.

Como método de trabalho foi desenvolvido um sistema de informação baseado no modelo de identidades e relacionamentos. Para testá-lo realizou-se o mapeamento do arranjo produtivo, no Ceará, através de pesquisa bibliográfica e entrevistas com especialistas e consultores. Por último usou-se um questionário para identificar as demandas e ofertas tecnológicas.

## 2. Sistemas de informação

Alter (1992, apud Silva, 2006) entende que um sistema de informação corresponde ao fluxo de pessoas, trabalho e informações dentro de uma organização. O fluxo de informações é o grande diferencial no mercado competitivo e, saber filtrar e utilizar estas informações vem a ser o diferencial das organizações. Para tanto, faz-se necessário a utilização de um sistema de informações que seja capaz de compilar e fornecer uma análise para auxiliar a tomada de decisão.

Dittmar (2004) entende que o gerenciamento da informação é essencial através de um sistema de informação. Logo, sua importância tem sido relacionada com conceitos como capital social, sistemas de inovação regional, identidade regional, governança entre outros (ALBERTIN, 2003) e (IADH, 2006). Este último autor descreve a dimensão do uso de sistemas de informações em macro-processos para desenvolvimento territorial e local como:

- Sensibilização, mobilização e planejamento para o desenvolvimento territorial;
- Organização, direção e coordenação para o desenvolvimento territorial;
- Controle social no desenvolvimento territorial.

Vila Nova, em IADH (2006), propõe as seguintes características para o sistema de informação, além do monitoramento e avaliação de projetos:

- Facilitação da sistematização e registros de experiências;
- Criação de um ambiente favorável ao desenvolvimento através de visibilidade de ações e resultados de projetos;
- Estímulo à formação de parcerias entre atores;
- Contribuição para a consolidação da cultura de processos participativos;
- Subsídio a satisfação e expectativas dos beneficiários;
- Permissão a análise de esforços e resultados efetivamente alcançados.

Desta maneira, desenvolveu-se um sistema de informação deveria ser utilizado para fazer um monitoramento dos arranjos produtivos locais.

Este sistema, segundo Torres et al (2007) tem como o objetivo apoiar a gestão da cadeia produtiva através da visualização e manuseio das informações, que vão, por exemplo, desde o número de elos constituintes até a identificação das necessidades das empresas que participam dos elos. O sistema, aqui proposto, tem como papel principal apoiar a tomada de decisões importantes para o funcionamento do Observatório Tecnológico da UFC, fornecendo dados que irão fomentar uma sólida transação entre empresas, elos e suas respectivas cadeias.



### 3. Sistema de Monitoramento de APLs

Para a modelagem do banco de dados do sistema de gestão dos APs, figura 1, foi utilizado o Modelo Entidade e Relacionamento (MER), baseado em Torres (2007). Este modelo é baseado na identificação das entidades e relacionamentos existentes no sistema. Entidade pode ser definida como uma representação abstrata de um objeto do mundo real e é representada por um retângulo. Já o relacionamento representa associações entre entidades e é representado por um losango. O relacionamento, também, define o número de ocorrências ou cardinalidade do relacionamento. Assim, a cardinalidade  $N \times N$  entre as entidades Elo e Requisito observados na figura 1 tem duas leituras. A primeira, partindo de Elo em direção a Requisito, diz-se que 1 (um) Elo necessita (relacionamento) de  $N$  Requisito(s), enquanto em uma direção contrária lê-se que 1 (um) Requisito é necessário (relacionamento em direção oposta) em  $N$  Elo(s). Dessa forma, para a concretização do modelo, esta atividade é realizada para todos os pares de entidades identificados no sistema. Para mais detalhe sobre o MER ver Chen (1990).

O modelo, como pode ser observado na figura 1, foi dividido em duas partes. A primeira parte refere-se às demandas, por parte das cadeias produtivas, de requisitos, tecnologias, sistemas e sub-sistemas de gestão. Essa primeira parte, portanto, modela as necessidades dos elos das cadeias produtivas. O elo aqui modelado é constituído por empresas em um dado nível dos APLs. Observa-se, por exemplo, que para um determinado elo da cadeia existe a demanda de determinadas tecnologias e de sistemas de gestão.

A segunda parte do modelo refere-se às ofertas pelas empresas de tecnologias e de sistemas de gestão. Em função disso confrontando-se as demandas das cadeias com a situação das empresas em relação as ofertas pode-se tomar decisões para melhorar a eficiência e adensamento dos APLs. Observam-se, dessa forma, quais empresas de um determinado elo possuem determinadas tecnologias e sistemas de gestão, a importância destes, como também, quais tecnologias e sistemas de gestão são utilizados por quais empresas. O sistema permite, também, o acompanhamento no tempo do progresso dos APLs em função das aquisições de tecnologias e sistemas de gestões inexistentes anteriormente.

Tecnologias, no modelo apresentado, representam conhecimentos aplicados em produtos, processos e gestão, como exemplo, criogenia para reservatórios de gás. Os sistemas de gestão são subdivididos em gestão de produto, gestão financeira, gestão de produção, entre outros. Para o sistema de gestão de produção relacionam-se os subsistemas de MRP, manutenção preventiva e troca rápida de ferramenta, entre outras ferramentas. Para cada produto e/ou serviço são relacionados requisitos que são demandados pelos elos. Como exemplos de requisitos citam-se percentuais de componentes químicos em lubrificantes e combustíveis.

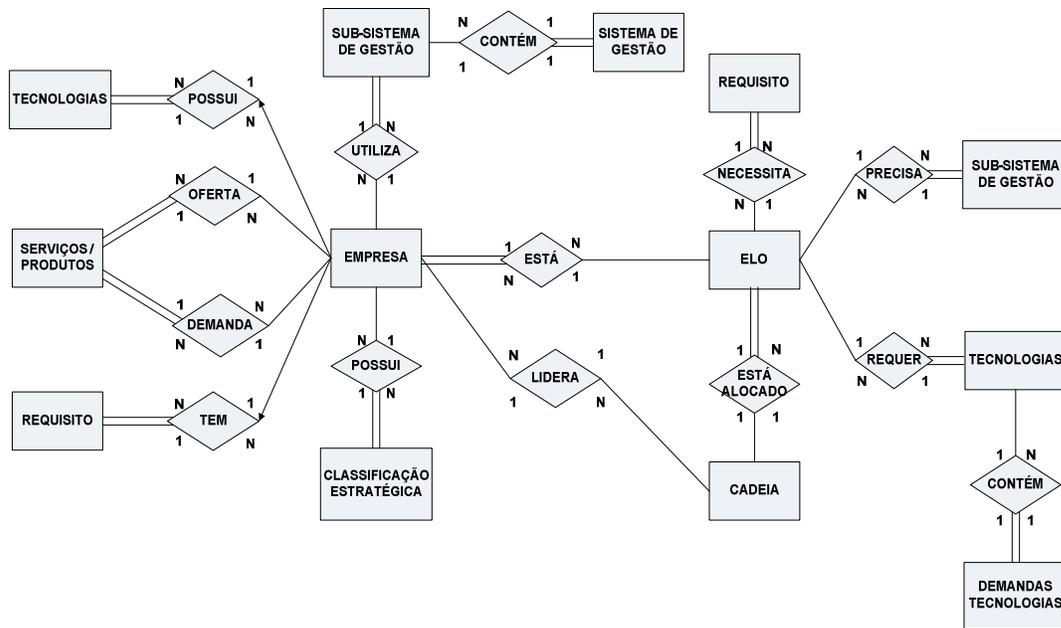


Figura 1. Modelagem do Sistema Proposto

Fonte: Autores

Na seqüência é demonstrado e exemplificado como foi feita a avaliação dos subsistemas de gestão.

### 3.1. Monitoramento dos APLs através dos subsistemas de gestão

O monitoramento do APL é realizado através da avaliação das empresas por meio quanto ao nível de implantação dos subsistemas gestão, avaliando o grau de implantação e desempenho dos mesmos. Para tanto, foram identificados os seguintes subsistemas:

- Sistemas Integrados de Gestão: ISO 9001, ISO 14000, 5S, SA 8000, OSHAS 18000;
- Gestão da Produção: controle de processos, produtos e matéria-prima, custos da má qualidade, tempo médio de setup, rejeição, dentre outros;
- Gestão de Produtos: domínio e uso de normas técnicas, lead time de desenvolvimento de produtos, dentre outros;
- Gestão Estratégica: uso de indicadores, benchmarking, dentre outros;
- Gestão da Logística: controle e rotatividade dos estoques, roterização, rastreabilidade, integração de processos, dentre outros;
- Gestão de Recursos Humanos: plano de treinamento, programas participativos, dentre outros;
- Gestão Financeira: método de custeio utilizado, análise de investimento.

A tabela 1 ilustra o subsistema de gestão da produção, onde é indicado o percentual de implantação, o percentual de utilização ou desempenho das ferramentas, bem como o nível de importância dado pelo setor.



TABELA 1- Subsistema de gestão da produção

G. da Produção	IMP. %					Importância					
	NA	0	25	50	75	100	1	2	3	4	5
Controle de produto e matéria prima											
Defeitos - ppm											
Custos da (má) qualidade											
Controle de processos											
Tempo médio de setup											
Estudos de capacidade											
Planejamento e Controle da Produção											
Manutenção Corretiva –Preventiva-TPM											
Filosofia e Ferramentas JIT											
Desenvolvimento de Fornecedores											
Idade média dos equipamentos											

Fonte: Autores.

Cada subsistema é composto de indicadores de desempenho e de utilização de ferramentas e técnicas. A tabela 2 exemplifica a metodologia de classificação dos indicadores para o subsistema de gestão da produção com respectivos percentuais (0 a 100%).

TABELA 2- Metodologia de avaliação para o subsistema de gestão da produção

	0	25	50	75	100
Controle de produto/matéria-prima	Inspeção informal	Especificações padronizadas	Especificações conforme normas	Laboratório interno	Laboratório acreditado
Defeitos - PPM	informal	monitorado	1-10 %	< 10000 ppm	< 1000 ppm
Custos da (má) Qualidade	informal	monitora	1-10% faturamento	< 1 % faturamento	< 0,5% faturamento
Controle de processos	Parâmetros informais	Parâmetros padronizados	Parâmetros controlados	Instrumentos calibrados	Estudos de capacidade
Tempo médio de setup	informal	Procedimento formalizado	Tempo < 60 min	Tempo < 40 min	< 10 (SMED)
Estudos de capacidade	informal	Processos instáveis	Processos estáveis	CEP	Cpk > 2
PCP	informal	Planilhas eletrônicas	software	MRP	MRP II
Manutenção	Ênfase de corretiva	plano de manutenção	preventiva	preditiva	TPM
Filosofia e Ferramentas JIT	não utiliza ferramentas	uma ferramenta	duas ferramentas	três ferramentas	nº > 3
Desenvolvimento de Fornecedores	Informal	Formal	Monitora desempenho	Programas de capacitação	Estabelece parcerias
Idade média dos equipamentos	desconhecida	Maior 20 anos	10 a 20 anos	5 a 10 anos	< 5 anos

Fonte: Autores.

A importância dos elementos dos subsistemas (1-5) é dada pelo mercado, cliente principal ou percepção da direção, sendo 1 para pouco importante e 5 para muito importante.

O monitoramento da cadeia produtiva ocorre pelo resultado da multiplicação do percentual de implantação pela importância dada, permitindo quantificar o posicionamento das empresas por elo e a sua evolução no tempo.

Para efeito de comparação, foram escolhidas empresas referências no Ceará denominadas benchmarking. A escolha destas empresas foi feita através de pesquisas. Este primeiro levantamento serviu para validar os questionários dos subsistemas.

O próximo tópico trata cadeia produtiva que é utilizada como exemplo, no caso, o APL do Biodiesel

#### 4. Cadeia Produtiva do Biodiesel

Holanda (2004) define o Biodiesel como sendo a denominação genérica para combustíveis e aditivos provenientes de fontes renováveis de energia, como as plantas oleaginosas, o babaçu, a soja, a palma e a mamona.

Apesar de se esta discutindo muito a temática do Biodiesel, o início desta pesquisa no Brasil se iniciou no estado do Ceará, na Universidade Federal. Holanda (2006) entende que é extremamente viável para o país a produção do Biodiesel por ser uma medida de inclusão social, na criação de emprego e renda para população; o grande potencial para a produção das plantas oleaginosas, devido ao clima extremamente favorável a estas culturas e a grande extensão territorial; e a questão econômica que pode significar uma independência energética para o país. Vale também ressaltar que o Biodiesel vem ao encontro da atual temática de redução dos níveis de poluição.

Para o funcionamento da cadeia produtiva do Biodiesel, faz-se necessário a identificação das necessidades em cada elo da cadeia produtiva. A figura 2 demonstra os elos e as respectivas áreas de desenvolvimento tecnológico.

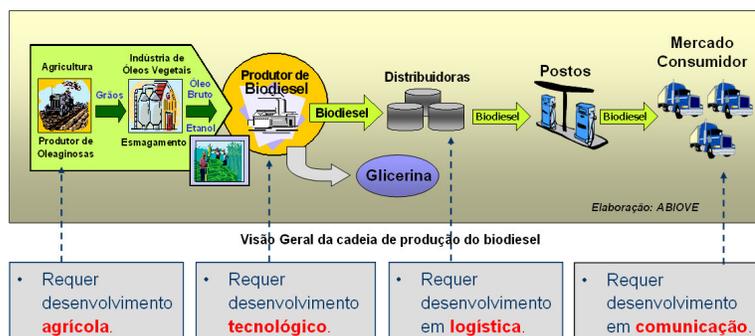


FIGURA 2 – Áreas de desenvolvimento tecnológico

Fonte: Abiove, 2006.

A visibilidade de gaps tecnológicos e oportunidade da cadeia produtiva permite espaços para realização de projetos de inserção e adensamento de empresas regionais, atendendo o objetivo do PROMINP.

O Ceará tem um grande potencial para a produção do Biodiesel, pela sua reconhecida tradição em pesquisa nesta área, pela sua capacidade de produção de oleaginosas através da agricultura familiar e por possuir as tecnologias para realizar projetos de usinas, o esmagamento e a produção deste combustível. A figura 3, ilustra a cadeia produtiva primária e auxiliar deste combustível no Estado.

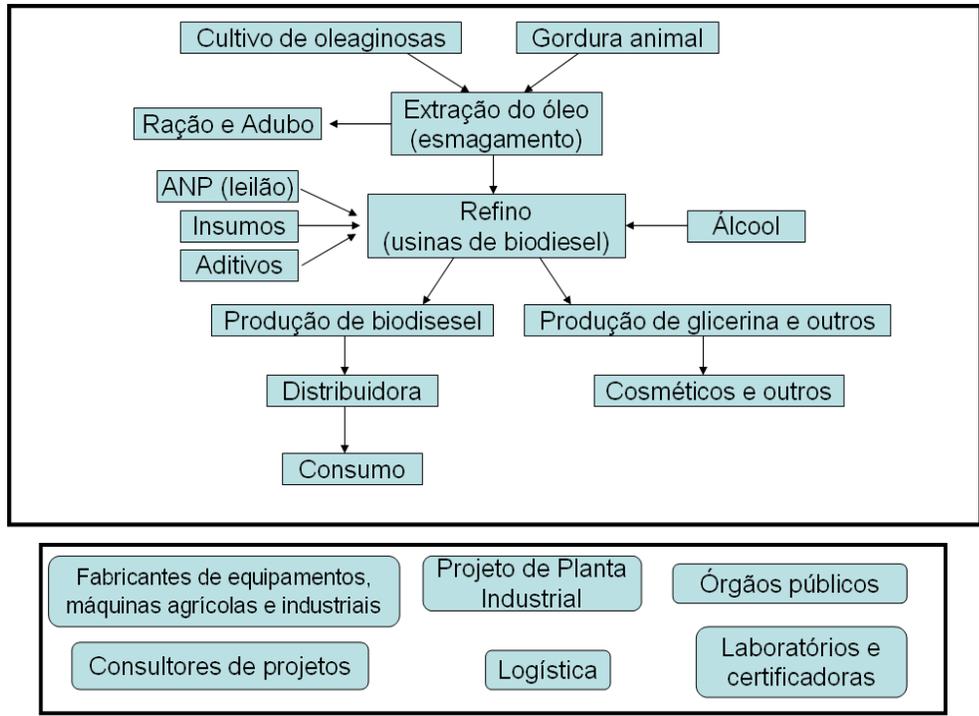


FIGURA 3- Cadeia Regionalizada do Biodiesel.

Fonte: Autores.

Na cadeia primária ocorre a transformação da matéria prima em biodiesel e subprodutos e na auxiliar os processos que apóiam esta transformação. É importante considerar a cadeia auxiliar pois ela contribui para o desempenho produtivo e econômico dos processos de transformação e muitas vezes criam os diferenciais competitivos destes processos (ALBERTIN, 2003).

A cadeia produtiva regionalizada do Biodiesel no Ceará inicia com o cultivo da mamona, onde o Estado possui grande potencial para a produção das plantas oleaginosas, devido ao clima favorável a estas culturas, a grande extensão territorial e a mão de obra disponível.

O segundo elo trata da extração do óleo de mamona, onde a tecnologia identificada é o esmagamento mecânico. Existem empresas que dominam este processo no Estado e que não é similar a tecnologia tradicionalmente utilizada na produção do algodão.

Além das vantagens econômicas e ambientais, há o aspecto social, de fundamental importância, sobretudo em se considerando a possibilidade de conciliar sinergicamente todas essas potencialidades. De fato, o cultivo de matérias-primas e a produção industrial de biodiesel, ou seja, a cadeia produtiva do biodiesel, tem grande potencial de geração de empregos, promovendo, dessa forma, a inclusão social, especialmente quando se considera o amplo potencial produtivo da agricultura familiar. No Semi-Árido brasileiro e na região Norte, a inclusão social é ainda mais premente, o que pode ser alcançado com a produção de biodiesel de mamona e de palma (dendê). Para se ter uma visão geral sobre a criação de novos postos de trabalho, é suficiente registrar que a adição de 2% de biodiesel ao diesel mineral poderá proporcionar o emprego de mais de 200 mil famílias (HOLANDA, 2005).

No elo que trata do refino e produção do Biodiesel, foram listadas algumas tecnologias

como:

- Processo de produção em batelada, contínuo e semi-contínuo;
- Análises laboratoriais por cromatografia;
- Processo de transesterificação de rota etílica e metílica.

Entre os produtos destacam-se o Biodiesel como produto final, a glicerina e a torta de mamona como subprodutos. A torta de mamona é matéria prima para a produção de adubo e ração animal. Em ambos os casos pode-se adicionar valor agregado a este subproduto no Estado. Por último, a glicerina representa um potencial enorme para a indústria de cosméticos e fármacos já em desenvolvimento no Ceará.

Os outros elos da cadeia produtiva tratam de dar suporte à produção do Biodiesel. Assim, pode-se citar tecnologias ligadas a estes elos:

- Metodologias de análise do óleo;
- Realização de projetos de plantas de usina;
- Logística de distribuição do biodiesel e da mamona;
- Fabricante de equipamentos para as usinas de Biodiesel.

#### 4.1 Empresas participantes do arranjo produtivo do Ceará

Para pesquisar os gaps tecnológicos foram identificadas as empresas regionais (Figura 4) participantes dos elos, suas ofertas tecnológicas para produtos, processos e sistemas de gestão.

EMPRESA	ELO A QUE PERTENCE	PRODUTO/SERVIÇO
Associação de agricultores Quixeramobim e Crateús	Cultivo	Mamona
OLVEQ	Extração de óleo	Estação de esmagamento
Embrapa	Pesquisa de sementes	Desenvolvimento de sementes
GLEN – Grupo de Estudos e Pesquisa em Infra-estruturas	Logística	Pesquisa
OFICINA AURELIANO	Fabricante de equipamentos	Prensa, usinagem
TECBIO	Projeto de usinas	Serviços de consultoria e projetos de fábricas de Biodiesel
BRASIL ECODIESEL	Refino	Indústria de Biodiesel
NUTEC	Análise laboratorial, Refino e Pesquisa	Biodiesel, análises
Petrobras - Quixadá	Refino	Indústria de Biodiesel
LUBNOR - Fortaleza	Análises laboratoriais	Análise de óleos
BR	Distribuição	Transporte
LABORATÓRIOS UFC	Laboratórios	Análise de óleos

FIGURA 4 – Relação de empresas regionais e respectivos elos

Estas ofertas estão sendo confrontadas com as demandas identificadas dos elos. Os gaps tecnológicos representam as oportunidades de desenvolvimento e adensamento dos elos.

#### 5. Considerações Finais

Esse trabalho teve como objetivo principal descrever um sistema de monitoramento do arranjo produtivo do Biodiesel desenvolvido para subsidiar a tomada de decisão e contribuir para o adensamento e aumento do conteúdo de fornecimento local. A confrontação entre a demanda dos Elos e a oferta existente pelas empresas se constitui numa fonte de informação



importante para que as instituições públicas e privadas possam elaborar ações de desenvolvimento que permitam diminuir carências de tecnologias e de gestão, por exemplo.

O acompanhamento dos indicadores permitirá medir a movimentação dos elos e o progresso regional.

Desta maneira, acredita-se que este trabalho de pesquisa colabora com a iniciativa do Prominp que busca o fortalecimento da indústria nacional de bens e serviços na área de petróleo e gás natural. O monitoramento da cadeia produtiva do biodiesel por meio de atualizações contínuas de seus dados permite que decisões mais seguras sejam tomadas tornando mais eficiente essa cadeia produtiva. Essas decisões, quando apoiadas por um sistema de informação, poderão no futuro influenciar positivamente no aumento da competitividade do Estado do Ceará.

Um aspecto importante no desenvolvimento do sistema foi sua divisão em duas partes e de forma integrada. Essa divisão permitiu uma visão melhor do sistema e, assim identificar os problemas como maior facilidade. Na primeira parte, portanto, o problema foi focado nas necessidades de demandas dos elos da cadeia produtiva, enquanto na segunda parte do modelo, focou-se nos problemas das potencialidades das empresas em função da existência ou carência das necessidades demandadas na primeira parte do sistema. Portanto, em função desta divisão proposta pelo modelo, conseguiu-se distribuir melhor os trabalhos entre as equipes e, assim, melhorar o tempo estimado do projeto.

## Referências

- ALBERTIN, M. R. Identificação de Ações e Projetos para Maximizar a Participação de Fornecedores Regionais na Cadeia Petróleo & Gás do Ceará. Ceará, 2006.
- ALBERTIN, M.R. O processo de governança em arranjos produtivos: o caso da cadeia automotiva do RGS. Tese de Doutorado do PPGEP da UFRGS. Porto Alegre, 2003.
- BIODIESEL. Disponível em: <[www.biodieselbr.com/noticias/biodiese](http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiese)>. Acessado em 15/12/2006.
- CARDOSO, L. C. S. Logística do Petróleo. Transporte e Armazenamento. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.
- CD-Prominp. Fórum Regional do PROMINP no Ceará. Ceará, 2006.
- CHEN, Peter. Modelagem de Dados: A Abordagem Entidade Relacionamento para Projeto Lógico; Tradução Cecília Camargo Bartalotti. São Paulo, McGraw-Hill, 1990.
- DITTMAR, A. C. C., Sallem, A. L., Zamberlan, L., Rezende, D. A. Sistema de informação em um projeto de gestão urbana. Anais XXIV Enegep, Florianópolis, 2004.
- HOLANDA, A. Biodiesel e Inclusão Social. Brasília, 2006.
- IADH. Desenvolvimento Local: Trajetórias e desafios. Pernambuco, 2006
- PROMINP. Disponível em: <[www.prominp.com.br](http://www.prominp.com.br)>. Acessado em 10/02/2007.
- SEBRAE. Diagnóstico RS. Diagnóstico da Cadeia Produtiva de Petróleo e Gás no RS-Relatório. Rio Grande do Sul, 2005.
- SILVA, S. V., Barreto, J. B., Paixão, C. R., Silva, F. C., Nogueira, L. S. Sistema de informação gerencial: SIG UN-BC (Petrobras – unidade de negócio de exploração e produção da bahia de Campos. Anais XIII Simpep, Bauru, 2006.
- TORRES, J. B., Albertin, M. R., Sena, D. C. Um Sistema de informação par apoiar a gestão de cadeias produtivas – uma aplicação na cadeia do petróleo e gás. Artigo aceito para publicação do ENEGEP 2007.