

Tecnologia Aplicada às Operações Logísticas Empresariais

Pedro de Souza Moreira, FURNAS; Marco Antonio Macedo Santos, FURNAS; Wallace de Castro Cunha, FURNAS; Elton Fernandes, COPPE/UFRJ; André Cristiano Silva Melo, COPPE/UFRJ; Danielle Datz, COPPE/UFRJ; e José Raul Mendes Neto, COPPE/UFRJ.

Resumo – Este artigo técnico apresenta os resultados da pesquisa, programa de P&D (ciclo 2002/2004), referente à Tecnologia Aplicada às Operações Logísticas Empresariais, que consiste em investigar a gestão logística de Furnas Centrais Elétricas do Transporte de Carga Excepcional Indivisível (CEI), de modo a aumentar o estoque de conhecimento e melhorar a disponibilidade dos recursos materiais no atendimento da demanda e o gerenciamento de informações do transporte de CEI.

Palavras-chave – Custos Logísticos, Cargas Excepcionais Indivisíveis (CEI), Registrador de Impacto, Sistemas de Informação Geográfica, Avaliação de Fornecedores de Transporte.

I. INTRODUÇÃO

A pesquisa envolveu um estudo de questões gerais de logística do setor elétrico, sendo sua ênfase nos problemas relacionados ao fornecimento de serviços de transporte afeitos à área de material. O projeto se concentrou na análise de transporte de CEI (Carga Excepcional Indivisível) de questões já identificadas como problemas importantes de logística para a busca de melhoria de desempenho. Estes problemas foram organizados em quatro temas: Custos Logísticos Totais; Sistemas de Informação Geográfica em Transporte; Avaliação de Fornecedores de Transporte; e Utilização de Registradores de Impactos no Transporte de CEI.

A metodologia utilizada consistiu em estudar, analisar e propor alternativas para apoiar a gestão logística de FURNAS do transporte de carga excepcional e indivisível. Esta metodologia foi apoiada em uma revisão bibliográfica dos quatro temas envolvidos, na caracterização da situação atual da logística de FURNAS, no levantamento e na análise das possibilidades de inovação, nas propostas de inovação incremental e por fim, na integração das atividades da logística e nas atividades de transferência dos resultados alcançados.

Pedro de S. Moreira, Furnas Centrais Elétricas, (e-mail: pmoreira@furnas.com.br)
Marco Antonio Macedo Santos, Furnas Centrais Elétricas (e-mail: mantonio@furnas.com.br)
Wallace de Castro Cunha, Furnas Centrais Elétricas (e-mail: wallace@furnas.com.br)
Elton Fernandes, COPPE/UFRJ (e-mail: elton@pep.ufrj.br)
André Cristiano Silva Melo, COPPE/UFRJ (e-mail: acsmelo@yahoo.com.br)
Danielle Datz, COPPE/UFRJ, (e-mail: ddatz@uol.com.br)
José Raul Mendes Neto, COPPE/UFRJ (e-mail: raulnt@bol.com.br)

Embora o conceito de CEI abranja uma variedade de equipamentos, a utilização constatada em Furnas cabe particularmente a transformadores de potência e assemelhados (autotransformadores e reguladores de tensão). Este aspecto foi constatado após investigação realizada em 46 ocorrências registradas em relatórios técnicos que abrangeu o período de 15 anos (1986-2001).

A pesquisa utilizou o desenho do processo de transporte, definido em Furnas como a Função Gerenciamento de Transporte de Material (GTM), como elemento unificador dos quatro temas, como mostra a figura 1.

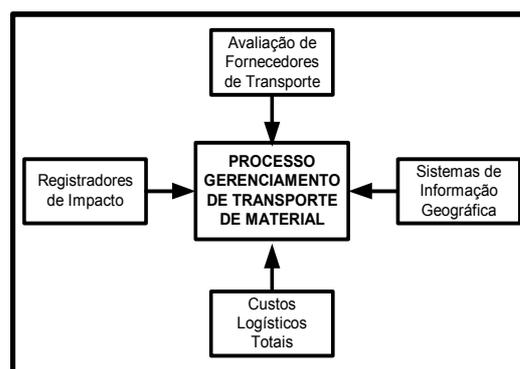


Figura 1. Unificação dos Temas.

Tendo em vista o impacto de cada tema no processo, buscou-se enfatizar os elementos agregadores de valor de cada um. A investigação do Custo Logístico Total resultou no desenvolvimento de uma metodologia própria de apuração de custos, tendo como base o custeio por atividade. Esta metodologia aplicada a um estudo de caso se mostrou adequada para revelar a distribuição dos custos ao longo do processo, e embora ainda de forma indicativa, mostra a dimensão dos custos do gerenciamento do transporte de material.

A investigação do tema de Sistemas de Informação Geográficas (SIG) mostrou que a relação custo-benefício ainda não é favorável, visto que a agregação de valor para a tomada de decisão em transporte não é afetada de forma significativa pela visualização geográfica dos dados. O principal problema identificado está na existência de um Sistema de Informações Gerenciais ligado a um Sistema de Planejamento de Recursos do tipo *Enterprise Resource Planning* (ERP). Neste sentido, mapearam-se os fluxos de informações e se desenvolveu uma base para o planejamento de um sistema adequado.

A investigação do tema Avaliação de Fornecedores resultou na simulação de dois modelos de avaliação. O primeiro utilizou a categorização de critérios e o segundo fez uso da Lógica *Fuzzy* para tomada de decisão, sendo ambos multicritérios. Os resultados se mostraram semelhantes e reveladores, dando indicações claras da necessidade de desenvolvimento dos fornecedores de serviço de transporte para CEI. Isto porque as empresas melhores posicionadas ainda necessitam incrementar o desempenho de forma significativa.

O quarto tema que trata dos Registradores de Impacto, teve sua investigação dirigida para a caracterização da tecnologia existente. Puderam-se verificar as principais características tecnológicas dos registradores de impacto e se visualizar as oportunidades de uma seleção mais apropriada para o transporte no Brasil.

Os itens a seguir apresentam um sumário dos temas de pesquisa investigados e um comentário conclusivo da contribuição realizada.

II. CUSTOS LOGÍSTICOS TOTAIS

O melhor delineamento de sistema inicia com um cuidadoso estudo de como as operações são realizadas e resulta na determinação de quais informações serão guardadas e relatadas. Assim, em um primeiro momento, torna-se necessário o mapeamento das entradas e saídas do processo, para que se tenha uma visão sistêmica do objeto de estudo.

Isso posto, no intuito de caracterizar logística de FURNAS, entendida nesta pesquisa como a logística do gerenciamento do transporte de CEI, promoveu-se a identificação das atividades relacionadas ao processo.

Em um mapa de processo consideram-se atividades, informações e restrições de interface de forma simultânea, com a sua representação iniciando-se a partir do sistema inteiro de processos, como uma única unidade modular que será expandida em diversas outras unidades mais detalhadas (sub-processos) que por sua vez, serão decompostas em maiores detalhes de forma sucessiva [1].

Ademais, mapear um processo é fundamental para verificar como funcionam, todos os componentes de um sistema, facilitar a análise de sua eficácia e a localização de deficiências. É importante, também, o entendimento de qualquer alteração que se proponha nos sistemas existentes, e ainda fornecer subsídio ao tomador de decisão para avaliar as atividades que agregam e que não agregam valor à operação.

Nesta fase devem-se identificar as pessoas-chave dos processos para que se tenha um cenário realista das operações desenvolvidas. Assim, todo o esforço de caracterização foi compartilhado com os profissionais do DAM.G (Departamento de Administração de Material), ao qual é subordinada a DIAT.G (Divisão de Inspeção, Avaliação e Transporte de Material), principal órgão responsável pela logística de transporte de carga de FURNAS. O redesenho dos processos da função se deu com a orientação, crítica e validação de todas as alterações desenvolvidas ao longo da construção do fluxograma. A utilização de fluxogramas é importante na representação e

análise do fluxo do processo. Os fluxogramas têm uma função básica: documentar um processo para que possa identificar as áreas que precisam ser aperfeiçoadas, adquirir um grau de conhecimento sobre o processo, suficiente para definir e implementar o aperfeiçoamento [2]. Chegou-se, então, após treze versões, ao desenho dos processos da função que se acredita caracterizar o trabalho realizado na DIAT.G.

O desenho do processo supracitado foi percebido como a ferramenta que congregaria os quatro temas envolvidos (Avaliação de Fornecedores, Registrador de Impacto, Custos Logísticos e Sistemas de Informação Geográfica) permitindo identificar as utilidades de cada um deles no processo em questão. Além disso, foi possível estudar uma metodologia que atendesse à necessidade do gerenciamento das etapas identificadas no fluxograma, a fim de, futuramente, estabelecer indicadores, ao longo do processo, para que se verifique se uma atividade considerada crítica está sendo realizada da maneira adequada. Esta metodologia também implicou na possibilidade de se criar uma outra metodologia, capaz de apurar os custos de toda a operação descrita no macro-processo da Função GTM, servindo de base para a avaliação dos custos logísticos do sistema em questão.

Estudo de Caso

Este estudo de caso aborda o transporte de CEI realizado no período de 12/01/2004 a 18/02/2004, entre as subestações de Vitória (ES) e Jacarepaguá (RJ). O equipamento transportado foi o Autotransformador COEMSA (75 MVAR – 345/138/13,8 KV), cujas dimensões são 6,80 m de comprimento, 4,30 m de altura e 3,64 m de largura. O peso da peça está registrado em 81t. A empresa contratada para realização do transporte foi a Transdata Transporte. Trata-se de uma operação de remanejamento que contemplou carregamento, transporte rodoviário e descarregamento. A distância total percorrida no transporte foi de 846 km com velocidade média de 30 km/h.

A metodologia para gerenciamento da Função GTM teve por objetivo criar uma ferramenta capaz de auxiliar no planejamento, na programação e no acompanhamento do trabalho, através da elaboração de um cronograma das atividades e gerenciamento dos respectivos recursos humanos alocados.

As informações consideradas para a elaboração deste estudo de caso, foram baseadas nos documentos disponíveis na DIAT.G (Divisão de Inspeção, Avaliação e Transporte de Material), entrevistas com profissionais da divisão e estimativas de tempos e custos elaboradas por esses profissionais.

Desenvolveu-se, portanto, com o auxílio da ferramenta de gerenciamento de projetos, o *MS Project*, e através do fluxograma que contempla as atividades relacionadas a este estudo de caso, um seqüenciamento das atividades realizadas. Com uma estimativa do esforço necessário e da disponibilidade de recursos humanos para a realização de cada tarefa pôde-se calcular o tempo no qual a demanda em questão foi atendida, através do cronograma de atividades.

O tempo de duração total estimado para o gerenciamento da Função GTM foi de 693hs.

Atribuíram-se responsabilidades sobre cada tarefa aos funcionários da DIAT.G, com vistas ao gerenciamento da quantidade de esforço individual para que as demandas atendidas no tempo necessário. Os profissionais foram considerados na análise segundo sua função na DIAT.G e participação no caso estudado. Teve-se, portanto, as seguintes categorias: Chefe de Divisão, Engenheiro 1, Técnico Especializado, Assistente Administrativo 1 e Assessora Técnica.

Como um dos resultados, tem-se a seqüência de atividades, sua data de realização e suas precedências. O processo foi iniciado em 28 de novembro de 2003, com a solicitação do serviço. O tempo no qual o processo foi concluído, através do cronograma de atividades, qual seja dia 29 de março de 2004.

Partindo-se das informações geradas no desenvolvimento da metodologia de programação e acompanhamento da Função GTM, elaborou-se a planilha que totalizou os custos das atividades de acordo com os recursos (Chefe de Divisão, Engenheiro 1, Técnico Especializado, Assistente Administrativo e Assessora Técnica) envolvidos. Obteve-se, portanto, um resultado do custo de realização do serviço contratado. A tabela 1 mostra a participação no custo total de cada sub-processo que integram a Função GTM. Pode-se perceber que o sub-processo Programação de Transporte corresponde a cerca de 60% do custo total. O valor do contrato de transporte não foi informado, conseqüentemente, não foi incorporado ao cálculo, o que aumentaria mais esta proporção. O valor encontrado contempla o período de execução do transporte, que neste estudo de caso específico, durou cerca de 37 dias. Esta duração teve um grande impacto no custeio desta atividade, como demonstrado.

TABELA 1

CUSTOS DOS SUB-PROCESSOS DA DIAT.G (ESTUDO DE CASO)

	Atividade	Participação no Custo Total
1.	Gerenciamento de Transporte de Material	100%
1.1	Administração do Serviço	2,3%
1.2	Receber a solicitação	0,2%
1.3	Abrir RS e RAQ	0,2%
1.4	Analisar solicitação e Planejar o serviço	3,8%
1.5	Estimativa de Custo	2,0%
1.6	Programação de Transporte	60,5%

1.7	Acompanhamento Técnico de Transporte	12,9%
1.8	Fechar RS e RAQ e, quando necessário, enviar PSC.	0,2%
1.9	Arquivar o processo	0,2%
1.10	Contratação	15,4%
1.11	Avaliação de Execução do Serviço	2,4%

Legenda: RAQ - Relatório de Avaliação da Qualidade
RS - Requisição de Serviço
PSC - Pesquisa de Satisfação do Cliente

Algumas limitações do estudo de caso devem ser ressaltadas. A ausência de pontos de controle, carência de documentos que dariam subsídios às investigações e base de dados e ainda um uso excessivo de informações estimadas (principalmente no tocante aos custos levantados), podem provocar uma distorção no resultado final. Mesmo assim, quando analisado em ordem de grandeza, o estudo de caso vai ao encontro do objetivo deste trabalho de pesquisa e avalia os custos incidentes no custo final do Gerenciamento de Transporte de Material.

No tocante ao sub-processo mais dispendioso (Programação de Transporte) fica evidenciado a importância do planejamento do transporte de CEI.

Pode-se dizer que existe a viabilidade da implantação da metodologia proposta proporcionando resultados significativos como ferramenta de melhoria dos processos e do desempenho empresarial. As informações de custos obtidas com esta metodologia de custeio, se adequadas em exatidão, poderão ser utilizadas para uma avaliação profunda do objeto do negócio, tal que seja possível propor tanto melhorias nos processos, como novas formas de relacionamento com clientes e fornecedores.

III. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Como principal meta da pesquisa referente a este tema foram buscadas informações a partir de pesquisa bibliográfica, relacionada a Sistema de Informação Geográfica (SIG), bem como feita uma análise inicial do sistema GISFURNAS, como é conhecido o Sistema de Informação Geográfica de FURNAS.

No que se refere à análise do GISFURNAS, foram efetuadas visitas e organizadas reuniões, junto ao setor técnico responsável pelo desenvolvimento e operação do GISFURNAS (API.T - Assessoria de Planejamento da Informação), nas quais foi concebido um plano de desenvolvimento de um GIS-T (Sistema de Informação Geográfica de Transporte) adequado ao DAM.G, com o objetivo fundamental de dar suporte a decisões relacionadas ao planejamento, contratação e engenharia de serviços de transporte de cargas, a princípio, excepcionais indivisíveis (CEI) e, num futuro próximo, dos demais tipos de cargas movimentadas por FURNAS (Especiais e Gerais). Nestas

reuniões, também foi abordada a possibilidade de desenvolver um SIG-T que ou permitisse acesso praticamente irrestrito de informações de transportes a todos os departamentos e membros da organização ou que pudesse apenas utilizar-se de parte da base de dados do GISFURNAS no desenvolvimento de uma base de dados específica para o transporte. Independentemente da sua relação com GISFURNAS, foi estabelecido que tal sistema deveria ter uma Base de Dados (BD) composta por informações mais específicas ao serviço de transporte, estabelecendo-se assim, como etapa fundamental, a busca das informações necessárias ao objetivo proposto.

Após a análise de uma série de documentos, bem como entrevistas e conversas informais com pessoas diretamente envolvidas no processo, chegou-se a duas constatações relacionadas às informações buscadas:

- Muitas das informações, além de não documentadas, ou encontravam-se inseridas no conhecimento adquirido ao longo dos muitos anos de experiência e envolvimento no processo (conhecimento empírico), ou eram originadas em outros departamentos e/ou divisões da empresa ou, mesmo, em outras empresas, também relacionadas ao processo logístico da organização;
- A falta de integração da logística de informações, tanto em nível intra quanto interempresarial, e a necessidade de conhecer a origem dessas demandas internas e externas que convergem para o DAM.G, tratando assim a logística para os transportes de Furnas a partir de uma abordagem de logística integrada, como preconizado no âmbito maior da logística da empresa.

De maneira simples, as possíveis inovações relacionadas ao GISFURNAS foram reunidas em 4 grupos:

- Informações de Subestações/Usinas;
- Informações de Fábricas;
- Informações de (auto)transformadores de potência;
- Informações de rotas;

A partir da finalização da etapa de diagnóstico do GISFURNAS e da proposição de inovações relacionadas ao desenvolvimento de uma base de dados, foram viabilizadas propostas para melhores decisões no gerenciamento de transporte de CEI.

Nesta etapa do projeto foram ainda avaliados os potenciais benefícios em desenvolver um SIG para transporte de CEI em relação aos custos proporcionados com tal desenvolvimento. Neste sentido, já é de conhecimento público e notório que um SIG, principalmente para esse tipo de carga, requer esforços bastante elevados não só para modelagem e concepção do sistema como para atualização de sua base de dados, dadas as questões envolvendo a obtenção de informações de rodovias, fluxos de cargas, bem como restrições relacionadas a pontes, viadutos, passarelas, entre outros. Além disso, o DNIT (Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes), órgão público legalmente responsável pela determinação de roteiros e liberação de autorizações especiais de trânsito (AET), atualmente, conta

com o SIAET (Sistema de Gerenciamento de Autorização Especial de Trânsito) um sistema em SIG e dotado de uma base de dados especialmente desenvolvida para este fim. O SIAET é um sistema desenvolvido para solicitação, análise e expedição de AET, fornecendo-as diretamente pela Internet ou agilizando o processo daquelas que necessitam de estudo de viabilidade [3]. Assim, tal sistema oferece suporte de operação e gerenciamento ao processo de liberação de AET, bem como orientação aos usuários, envolvendo o levantamento e cadastramento de dimensões de obras-de-arte especiais e elementos relacionados às limitações de largura e peso de veículos em trechos de rodovias federais [3].

Com isso, além do elevado custo de desenvolvimento e manutenção, seria redundante por parte de FURNAS desenvolver tal SIG, uma vez que atualmente só o DNIT tem competência legal para determinação e liberação dos percursos de transporte de CEI.

A partir do exposto acima, definiu-se que, antes mesmo de desenvolver um “protótipo” de uma ferramenta SIG voltada ao apoio logístico no gerenciamento transporte de CEI, seria mais importante, primeiramente, propor a reestruturação de um sistema de informações gerenciais relacionado ao transporte dessas cargas. Desta forma, promover-se-ia mais visibilidade a processos, atividades, interfaces e, com isso, a informações diversas. Isto possibilitaria, portanto, maior integração tanto entre as unidades organizacionais como entre estas e as demais entidades envolvidas em cada serviço de transporte. Além disso, tal sistema de informações gerenciais atuaria também como fonte de referência para as etapas de planejamento, programação e avaliação de desempenho em operações futuras de transporte de CEI.

Baseado nisso, propõe-se que o sistema de informação para o gerenciamento de transporte seja orientado por processos de negócios (Gerenciamento de Transporte de Material), utilizem-se pontos de controle por sub-processo (Administração do Serviço) e finalmente, que se desenvolva uma tecnologia de informação e comunicação (Intranet Furnas) que viabilize a troca de dados.

IV. AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES DE TRANSPORTE

O transporte de carga tem fundamental importância para a operação de empresas de transformação, sendo que a necessidade de realizar as operações de transporte com um nível adequado de serviço é o principal motivo de avaliar o serviço oferecido por fornecedores do serviço. A avaliação teve o objetivo de medir, controlar e minimizar a ocorrência de problemas nas operações de transporte, os quais representam riscos iminentes para a atividade fim da empresa.

Com gastos equivalentes a 10% do PIB, o transporte brasileiro possui grande dependência da modalidade rodoviária, responsável por cerca de 61% da carga transportada (em toneladas-km) [4].

Após a identificação do grau de risco correspondente a cada operação de transporte e o a representatividade do material, definiu-se o segmento de transporte a ser avaliado

nesta pesquisa. Partiu-se, então, para a análise dos dados das empresas prestadoras de serviços de transporte, com ênfase no transporte da carga excepcional indivisível (CEI). Nesta análise, constatou-se que Furnas não tinha dados cadastrais suficientes de cada empresa fornecedora de transporte para se fazer um acompanhamento do seu nível de qualificação e potencial de desempenho. Constatou-se, também, através de entrevistas com a equipe técnica, que não há um sistema de qualificação dos fornecedores na empresa para a avaliação e escolha das transportadoras. Segundo a investigação, Furnas não têm um registro sistemático das informações e uma avaliação do grau de satisfação dos serviços prestados pelas transportadoras.

Analisando as informações obtidas nos relatórios, foi detectada que não há um padrão na hora de preencher os dados das empresas no acompanhamento de transportes, sendo registrados nomes diferentes para a mesma empresa. Isso ocorre no caso em que um nome é mais conhecido pelos funcionários do que o nome de referência ou a razão social.

Após a constatação desta falta de informação, a avaliação de fornecedores foi dividida em três etapas. A primeira etapa diz respeito a uma revisão bibliográfica e escolha de uma metodologia. Na segunda etapa tem-se o levantamento dos critérios. Por fim, na terceira etapa elaborou-se um estudo de caso de uma avaliação dos fornecedores de CEI.

Após a realização dessas etapas, a avaliação do fornecedor de transporte poderá ser efetuada através de um sistema de pontuação utilizado durante o serviço, de modo que o técnico responsável pelo acompanhamento do transporte não esqueça de associar a cada ocorrência, uma determinada pontuação ao critério ou quesito considerado crítico para a avaliação.

A gestão das informações extraídas das fichas de avaliações permitirá a formação do registro histórico, aumentará o conhecimento sobre o comportamento das diversas fases do transporte e possibilitará uma atuação mais focada nos pontos de maior incidência de problemas detectados na prestação de serviço de transporte. A atuação poderá ser desdobrada em ações contratuais, implementando novas condições para o atendimento de determinados serviços, poderá ser cobrada das empresas de transporte, um treinamento específico para determinadas funções do transporte e outras.

A. Revisão Bibliográfica e Escolha de uma Metodologia (1ª Etapa)

Nesta etapa, foi identificada a necessidade de um maior aprofundamento das proposições do PROSUP (Programa de Desenvolvimento Integrado do Suprimento do Setor de Energia Elétrica) em relação à avaliação de fornecedores. Desta forma, foi aprofundada a análise dos critérios mais relevantes para avaliação dos fornecedores de transporte de CEI sugeridos pelo COGE (Comitê de Gestão Empresarial) para avaliar o transporte.

Tendo em vista a disponibilidade do modelo sugerido pelo COGE, no qual se limitava a avaliar o seguimento de transporte de CEI, concentrando seu foco na capacidade de produzir e prover transporte de carga realizou-se uma análise da metodologia proposta. Tal metodologia foi elaborada para avaliar e classificar os fornecedores de

serviço de transporte e tinha como principais critérios a tradição na classe comercial, a avaliação dos recursos materiais e o desempenho da execução do serviço percebidos, através de pontos e transformados em graus. O somatório destes graus era convertido em pontos, que estavam alinhados a níveis de classificação.

Após a análise inicial, foi concluído que, para tornar mais eficaz a utilização de um modelo de avaliação de fornecedores, seria fundamental a utilização de metodologia multicritério, com a finalidade de aumentar a credibilidade do sistema e corrigir as possíveis distorções. Após nova revisão bibliográfica foi definido o método de análise linguística conhecido como *Teoria Fuzzy* e o método MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) para a avaliação dos fornecedores. Com a finalidade de comparar resultados obtidos foram utilizados os mesmos critérios na análise. Identificados os métodos a serem adotados, puderam-se estruturar os modelos de avaliação e realizar o estudo de caso.

B. Levantamento dos Critérios (2ª Etapa)

Nesta etapa, o tomador de decisão começa por questionar os técnicos sobre os critérios levantados. Ao efetuar tal questionamento, o tomador de decisão direcionará as perguntas, com o propósito de identificar quais critérios que guiarão a escolha. Através da ação do tomador de decisão, cada critério é questionado, ou quanto ao motivo de sua existência ou quanto à forma de se conseguir alcançá-lo. A partir da resposta dos técnicos, um novo critério é gerado, numa corrente contínua que culminará no mapeamento formado por critérios meios e critérios fins.

Após o processo de questionamento foram identificados 5 (cinco) critérios, quais sejam: critério comercial; critério operacional; critério serviço prestado; critério gestão e critério financeiro. Para cada critério existe um quesito e para cada quesito existem itens correspondentes.

As fichas de avaliação foram ajustadas e validadas pelos responsáveis técnicos. Após a validação partiu-se para o processo de coleta de dados das empresas que encontravam-se com o cadastro, em dia, na base de dados de FURNAS.

C. Estudo de Caso de da Avaliação dos Fornecedores de CEI (3ª Etapa)

A confecção desta fase foi composta de pesquisa na Divisão de Cadastro de Fornecedores (DCAF.G), das informações relativas aos critérios Comercial, Operacional, Gestão e Financeiro. As informações referentes ao critério serviço prestado foram extraídas dos relatórios técnicos de transporte, dos relatórios disponíveis na DIAT.G. Apesar da validação realizada pelos técnicos de transporte, algumas informações não se encontravam disponíveis na DCAF.G. As informações que faltavam foram conseguidas através de consultas realizadas às páginas das empresas disponíveis na Internet.

Para facilitar a visualização das informações e preservar a identidade dos fornecedores de serviço de transporte nas duas dissertações desenvolvidas ao longo desta pesquisa, adotaram-se as denominações, de A-1 a A-11, para possibilitar o tratamento das informações.

Para o caso das informações requeridas e não disponíveis para a avaliação e, foi adotado o menor valor obtido por outras empresas, com a intenção de não prejudicar e nem beneficiar nenhuma empresa.

As informações foram processadas através de dois softwares, *Matlab 7.0* e *MACBETH*. As peculiaridades dos processamentos foram discriminadas nas dissertações, os quais geraram os resultados da avaliação com a Lógica *Fuzzy* (tabela 2) e com método *MACBETH* (tabela 3).

TABELA 2
RESULTADOS ENCONTRADOS PARA AVALIAÇÃO
FUZZY

Classificação	Empresa	Avaliação <i>Fuzzy</i>
1°	A-4	5,8695
2°	A-8	5,7495
3°	A-10	5,4856
4°	A-5	5,4385
5°	A-6	5,3836
6°	A-2	5,3217
7°	A-7	5,2133
8°	A-3	5,1374
9°	A-9	5,1338
10°	A-1	4,9870
11°	A-11	4,9190

TABELA 3
RESULTADOS ENCONTRADOS PARA AVALIAÇÃO
MACBETH

Classificação	Empresa	Avaliação <i>MACBETH</i>
1°	A-8	7,14
2°	A-4	6,89
3°	A-10	6,08
4°	A-6	6,06
5°	A-5	5,97

6°	A-7	5,94
7°	A-9	5,87
8°	A-3	5,41
9°	A-1	5,4
10°	A-2	4,90
11°	A-11	4,62

Tendo em vista os resultados obtidos nas referidas avaliações, conclui-se que o modelo de avaliação proposto é consistente e proporcionará resultados coerentes com os critérios e quesitos definidos pelos técnicos de transporte de Furnas.

A Figura 2 apresenta um gráfico que demonstra a comparação dos resultados da avaliação, considerando o resultado obtido por cada um dos métodos utilizados na avaliação.

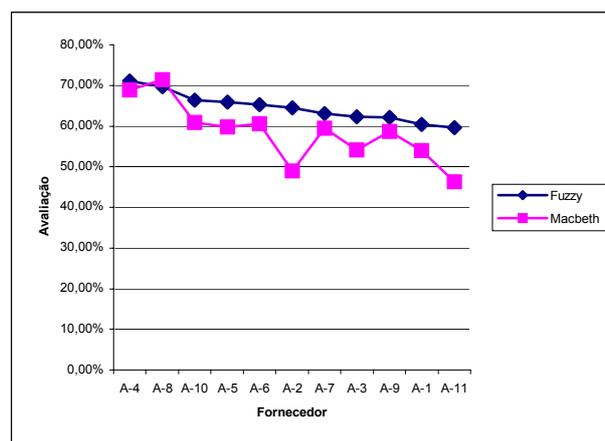


Figura 2. Comparação entre a conformidade dos fornecedores.

Constatou-se que a falta de informações identificada durante o período de levantamento dos dados, poderia ser minimizado pelo estreitamento entre as funções de cadastramento de fornecedores e a função de transporte de material. Há necessidade de se revisar o processo de cadastramento e definição das classes comerciais de fornecedores determinadas para cada fornecedor.

O modelo de avaliação de fornecedor de serviço de transporte foi confeccionado tendo em vista a expectativa e os valores definidos pelos técnicos da Função GTM. A técnica empregada para obter o modelo final de avaliação poderá ser utilizada para se obter modelos similares para a avaliação de outros serviços oferecidos a Furnas. No entanto, deverá ser observado que a participação de técnicos especialistas nas áreas de aplicação da avaliação será de fundamental importância, pois sem a sua participação será impossível de se propor um modelo coerente com os valores, conceitos e critérios dos especialistas da função.

V. REGISTRADORES DE IMPACTO

O tema registrador de impacto foi objeto de estudo a fim de elucidar questionamentos técnicos a respeito deste assunto. Os registradores de impacto são equipamentos que detectam e registram os impactos e vibrações sofridas por produtos sensíveis a tais solicitações mecânicas, sendo a sua unidade de medida a aceleração. O registrador de impacto pode ser também utilizado em pesquisa e desenvolvimento de embalagens para o acondicionamento e armazenamento de produtos sensíveis à aceleração e impactos.

Além das atribuições mencionadas, o registrador de impacto tem sido usado como ferramenta de caráter psicológico, para inibir abusos de velocidades e impactos por parte das transportadoras, impondo-lhes limites e responsabilidades, assim como sanções e penas, quando aplicáveis. Outra aplicação constatada nos estudos deve-se ao monitoramento de transformadores instalados em zonas sísmicas.

De acordo com o histórico de transporte de Furnas, constata-se a utilização do registrador de impacto nos equipamentos enquadrados na categoria CEI (transformadores de potência, autotransformadores e reguladores de tensão).

Em virtude da grande incidência da aplicabilidade do registrador de impacto nos transformadores, tornou-se necessário explicitar particularidades deste equipamento à luz do transporte.

Um transformador é composto de parte ativa, tanque, conservador de óleo, buchas, cubículo de controle e equipamentos de refrigeração. Algumas partes externas são desmontadas a fim de reduzir tanto as dimensões, quanto a massa para o transporte. O corpo do transformador é a maior massa para transporte, o qual requer cuidados especiais tais como: controle de velocidade, aceleração e frenagem, controle e verificação do registrador de impacto e pressão de ar seco ou nitrogênio injetado no seu interior. O corpo do transformador é composto de uma parte ativa e um tanque construído de aço.

A parte ativa é composta de um núcleo e ferragem para sua amarração, bobinas, comutador manual ou automático de derivação de tensão e ligações elétricas. A parte ativa é projetada para suportar certo valor de aceleração "g" (aceleração da gravidade).

A limitação de velocidade recomendada no transporte está baseada na aceleração admissível específica para cada transformador. De modo geral, obedecendo a limitação de velocidade e evitando acelerações e frenagens bruscas do veículo, o transformador não estará sujeito a danos. Dependendo das condições das rodovias (lombadas, depressões ou longos trechos de buracos) deve-se reduzir a velocidade.

O transformador ou reator deve ser amarrado e protegido de forma segura e eficiente para garantir sua integridade, durante o período do transporte. Vale lembrar que, a amarração poderá ocorrer em uma carreta tipo prancha, tipo suspensório ou na carreta com viga.

O transformador e seus acessórios quando chegam ao local de instalação, devem ser, cuidadosamente, examinados para detectar eventuais danos ocorridos durante o transporte.

Para assegurar a integridade de equipamentos sensíveis no transporte e se resguardar de penalidades contratuais de fornecimento, os fabricantes de transformadores e Furnas utilizam os registradores de impacto.

Esses equipamentos são fixados na carcaça dos transformadores, formando um só corpo rígido. Os registradores projetados e construídos para medir os registros unidirecionais e os registros nas três direções.

No tocante à aquisição dos registradores, pode-se destacar a disposição das informações necessárias aos processos de seleção e aquisição desses equipamentos, como fabricante, modelo, preço, recursos e outros. O grau de proteção do registrador de impacto deve ser compatível com a sua exposição ou não ao tempo. O uso de caixa para acondicionamento, com grau de proteção requerida para transporte, é um recurso normalmente utilizado.

Quanto aos limites de aceleração, após várias investigações realizadas, constatou-se a inexistência de uma normalização brasileira sobre este assunto, porém descobriu-se como parâmetro alguns limites de acelerações aceitáveis para transformadores de potência, em função do peso sem óleo e acessórios [5].

É necessário registrar que, apesar dos limites estabelecidos em função do peso do transformador [5], estes valores poderão variar também em função do seu projeto. Ressalta-se que, não somente o valor máximo é importante, mas também a quantidade de vezes que este valor é atingido durante o transporte. Além deste parâmetro de limite de aceleração, foi documentado no projeto um estudo sueco que abordava análise de acelerações dentro e fora da Europa.

Apesar do objeto de estudo ser o registrador de impacto, vale ressaltar que a essência da questão é a redução do impacto no transporte e no transbordo da carga.

Desta forma, a escolha do equipamento transportador é um fator importante, pois de acordo com as particularidades da peça a ser transportada é possível optar por um equipamento transportador mais adequado para a redução da probabilidade de possíveis impactos e choques, o que poderá implicar em um maior custo, partindo-se, desta forma, para uma análise de custo e benefício. Neste quesito é também importante a presença do tacógrafo, pois é mais uma ferramenta que contribui para reduzir a ocorrência de impactos na peça transportada.

A literatura técnica dos principais registros de impacto investigados, durante a pesquisa, permitiram observar alguns cuidados que merecem uma atenção especial:

- Durante a carga e a descarga devem ser evitados o desequilíbrio dos cabos, acelerações bruscas, impacto contra o solo e impacto lateral;
- O transformador deve ser posicionado sobre o veículo levando em consideração o centro de gravidade, que está indicado na caixa e firmemente amarrado;
- Devem ser verificadas as alturas de fios, pontes, viadutos, sinalização, entre outros e, também, o excesso lateral;
- A velocidade do veículo transportador deve levar em conta, não somente as normas de segurança e

regras do DNIT, mas também as condições do pavimento. Devem ser evitadas as vibrações contínuas causadas por pavimento irregular e também, as irregularidades ocasionais em pistas de boa qualidade que poderão provocar desacelerações bruscas e/ou impactos de valor elevado;

- As curvas com sobrelevação devem ser feitas com cuidados necessários para evitar a instabilidade devido ao deslocamento do centro de gravidade da carga, sendo permitido no máximo uma inclinação de 10%, medidos nas bordas do fundo do tanque;
- Em caso de transporte ferroviário, deve ser feito um estudo cuidadoso nos gabaritos das pontes, viadutos e túneis, levando em consideração o deslocamento lateral nas curvas. Em caso de dúvida, convém testar o percurso construindo um gabarito de madeira e fazendo-o percorrer a mesma linha alguns dias antes, podendo ser fixado no último vagão da composição. Já no que diz respeito ao engate dos vagões, deve-se tomar cuidado ao realizar o engate do vagão ou da gôndola que transporta o transformador com o resto da composição. O impacto nesta operação deve ser o menor possível. Já a velocidade limite deverá ser em função também das curvas e do estado dos trilhos.

Os estudos indicaram quatro tipos diferentes de casos de transportes que merecem atenção especial no que diz respeito ao impacto:

- Ferroviário, choques de acoplamento (vertical e longitudinal);
- Ferroviário, choques transientes com ação lenta (longitudinal);
- Ferroviário, qualidade de viagem com vibração contínua e oscilação lateral (transversal);
- Carregamento marítimo.

Pesquisas realizadas mostraram que o “Choque de acoplamento” é o caso mais grave de transporte (valores de g superiores).

Constatou-se, também, que dentre os elementos de projeto que são influenciados pela aceleração de transporte, destacam-se: a quantidade de pontos de fixação (parafusos), quantidade de chapas de reforço, bem como a qualidade do material. E que o método de transporte mais severo é o transporte por ferrovia.

O balanço no transporte marítimo não é considerado como causador de grandes valores de aceleração, visto que o transformador é colocado no centro do navio. Entretanto, se ocorrerem consideráveis ângulos de balanço ($30 - 45^\circ$), torna-se necessário uma avaliação mais cuidadosa.

Dentre os principais resultados obtidos neste tema da pesquisa, destacam-se:

- Aumento de conhecimento técnico proporcionado à equipe de Furnas a qual impactará na segurança de suas operações, bem como na capacidade investigativa e avaliação de impacto;

- Conhecimentos que proporcionarão a confecção de instrução de trabalho;
- Aquisição de tecnologia mais avançada do que a utilizada por Furnas e pelos fabricantes de transformadores no Brasil;
- Conhecimento de outros registradores de impactos não mecânicos;
- Desenvolvimento da capacidade investigativa da equipe em pesquisar tecnologias que agregue valor ao serviço.

V. CONCLUSÃO

Os produtos esperados da pesquisa foram alcançados de forma apropriada. O redesenho do processo de Gerenciamento de Transportes possibilitou uma visão integrada e transparente deste. Pode-se determinar estágio à operação do transporte de CEI e daí definir caminhos de melhoria. Para tal foram desenvolvidas metodologias para impulsionar a melhoria na gestão do transporte de material, enfatizando no estudo de cada um dos temas da pesquisa. Os resultados específicos e os próprios métodos de pesquisa foram compartilhados com os profissionais da empresa durante toda a pesquisa com vários marcos de exposições de resultados e andamento da pesquisa.

Pelo exposto e com base nos relatórios detalhados apresentados considera-se que a pesquisa atingiu o objetivo definido em sua proposta.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. S. S. Villela, “*Mapeamento de Processos como Ferramenta de Reestruturação e Aprendizado Organizacional*”, Dissertação de M.Sc. PPEP/UFSC, Florianópolis, SC, 2002.
- [2] J. Harrington, *Aperfeiçoando Processos Empresariais*. São Paulo: Makron Books, 1993.
- [3] DNIT (2004) *Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes*. Disponível em: www.dnit.gov.br, 2004.
- [4] EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DOS TRANSPORTES. **Anuário Estatístico dos Transportes**. Disponível em: <http://www.geipot.gov.br/anuario2001/complementar/tabelas/722.xls>. Acesso em: 15 nov. 2002
- [5] ANSALDO COEMSA, Transporte Rodoviário, Ferroviário e Marítimo, IT 110.