

PROPOSTA DE ANÁLISE DA QUALIDADE DE RESERVATÓRIOS DE GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO ATRAVÉS DA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO

Marcos Felipe Falcão Sobral

Universidade Federal de Pernambuco - Núcleo de Gestão
Rod BR 104, km 59 – Caruaru - Pernambuco
marcos_sobral@bol.com.br

Ana Paula Cabral Seixas Costa

Universidade Federal de Pernambuco - Departamento de Engenharia de Produção
Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE
apcabral@ufpe.br

RESUMO

A busca pela qualidade no setor de distribuição de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) tem sido considerada como um fator chave de sucesso para as distribuidoras. Diversas fontes de pressão estão forçando as empresas do setor a melhorarem a qualidade e segurança dos vasilhames usados na comercialização do GLP. Por um lado existem os padrões de segurança e idade dos reservatórios que são impostos pelas agências reguladoras e cujo não cumprimento incorre em pesadas multas. Por outro lado existe a pressão pela melhoria do aspecto visual do produto, que pode ser determinante para as vendas. Isto gera a necessidade de classificar os reservatórios em categorias traduzam estas exigências, considerando diversos critérios existentes. Desta forma, o presente trabalho visa propor uma metodologia de apoio multicritério que auxilie as empresas na atividade de análise da qualidade de seus reservatórios gerando classes que deverão traduzir as expectativas do mercado e as exigências legais.

PALAVRAS CHAVE. Gás Liquefeito de Petróleo, Apoio Multicritério a Decisão, ELECTRE TRI.

Área principal (ADM, P&G)

ABSTRACT

The quality in the Liquefied Petroleum Gas (LPG) market has been considered a key factor for success of the distributors. Several sources of pressure are directing the companies to improve the quality and safety of the cylinders used in the marketing of LPG. On the one hand there are the safety rules related to age of the reservoirs that are imposed by regulatory agencies and whose failure incurs heavy fines. On the other hand there is pressure to improve the visual aspect of the product, which can be crucial to sales. In this context it is necessary to classify cylinders into categories that translate these requirements, taking into account several criteria. Thus, this paper aims to propose a multicriteria methodology that aids the companies in the process of analyzing the quality of their cylinders, generating classes that should be reflected market expectations and legal requirements.

KEYWORDS. Liquefied Petroleum Gas (LPG), Multicriteria Decision Aid, ELECTRE TRI.

Main area (ADM, P&G)

1. Introdução

O Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) é considerado um importante insumo para a vida moderna, cumprindo ao mesmo tempo uma função social e de manutenção da infraestrutura produtiva em diversas nações. Como a maioria dos derivados de petróleo sua história foi marcada por diversas crises mundiais que lançaram dúvidas sobre sua disponibilidade futura. Apesar disso o GLP continua resistindo no mercado, principalmente por suas características de armazenagem que o difere de outros gases e o equipara a combustíveis líquidos como o óleo diesel e a gasolina.

Na última década o Gás Liquefeito de Petróleo apresentou uma forte queda na participação da matriz energética brasileira. Um dos principais motivos desta redução está relacionado a taxa de substituição do GLP por outros combustíveis. Este mercado é tão heterogêneo que o GLP sofre assédios diferenciados que vão da lenha (no segmento doméstico) ao gás natural (nos segmentos industriais).

O modelo mais comum para distribuição através de cilindros retornáveis de 13 quilos que são envasados por empresas como a Liquegás (Sistema Petrobrás), Ultra Gás, SHV e Nacional Gás Butano. Com o aumento da concorrência, entre distribuidoras ou de produtos substitutos, também existiu um aumento considerável no grau de exigência dos mercados pela qualidade do recipiente. Associado a isto, novas regras das agências reguladoras estabelecem padrões mínimos de qualidade para os vasilhames. Neste contexto, as distribuidoras buscaram alternativas para avaliar a qualidade de seus recipientes, visando atender os requisitos legais e mercadológicos.

Atualmente cada distribuidora aplica sua própria metodologia no sentido de classificar os recipientes como adequados ou não para o mercado. Entretanto é comum observar semelhanças em seus procedimentos. De forma predominante as empresas utilizam o modelo aditivo para agregar os diversos julgamentos existentes sobre o botijão. Em função das características peculiares de transporte e armazenagem, é comum que existam discrepâncias nas avaliações dos critérios o que termina compensando os resultados negativos com os positivos. Isto pode gerar um *gap* entre a classificação feita pela empresa e a requerida pelo mercado.

Percebe-se que o problema está relacionado com a metodologia adotada para classificar estes produtos. Diante disso o presente trabalho visa propor um modelo, baseado no ELECTRE TRI, para prover uma metodologia de classificação dos vasilhames para distribuidoras de GLP. Esta ferramenta possibilitará uma melhora na informação e, por se tratar de um método não compensatório, permitirá a redução da discrepância nas avaliações dos critérios.

O artigo inicialmente dedica-se a contextualizar o GLP e suas formas de distribuição. Em seguida discorre sobre a qualidade dos reservatórios, a proposição do modelo e exemplificação numérica e, ao final seguem as conclusões.

2. Gás Liquefeito de Petróleo

O Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) é um gás fóssil não renovável, que permanece em estado líquido a pressões moderadas. Ele pode ser obtido pelo processamento do Gás Natural ou por meio do refino do Petróleo cru. O produto tem uma característica física peculiar de permanecer em estado líquido a pressão normal e a uma temperatura de -42°C ou em temperatura ambiente a uma pressão de oito ATM (The Energy Report, 2008).

Na verdade o GLP é um termo que descreve não apenas um produto, mas um grupo de hidrocarbonetos que podem ser extraídos das frações mais leves do Petróleo ou das mais pesadas do Gás Natural. A extração do GLP do petróleo atinge um nível de 45% enquanto que do Gás Natural pode chegar até 55% (The Energy Report, 2008). Quando o GLP é extraído do GN, o processo é feito por meio das UPGN's (Unidades de Processamento de Gás Natural).

Seus dois componentes principais (Propano e Butano) são gases inodoros, porém,

por razões de segurança é acrescido o gás Mercaptano, com base de enxofre e que fornece o odor característico do GLP.

O GLP é aplicado principalmente como combustível doméstico em fogões e aquecedores de água. Na indústria é aplicado em processos que necessitam de uma queima com baixo nível de impurezas, onde os gases de combustão tenham contato direto com o produto ou em áreas com limitações de emissões para a atmosfera. Além disso, também é utilizado pela indústria petroquímica para a produção de polímeros.

No Brasil, a distribuição através de recipientes transportáveis, método mais popular de comercialização de GLP, abrange 100% do território nacional, atingindo 95% dos domicílios, representando uma presença bem superior a de outras fontes energéticas como a energia elétrica (SINDIGAS, 2007).

No Brasil o GLP pode ser comercializado em diversos cilindros que podem efetuar o transporte de 2 Kg (P2), 5Kg (P5), 7 Kg (P7), 8 Kg (P8), 13 Kg (P13), 45 Kg (P45) e 90 Kg (P90) para uso residencial/industrial e 20 Kg para aplicação em empilhadeiras. Segundo o Sindigás (2007) 75% destes vasilhames possuem capacidade para 13 quilos.

Os cilindros transportáveis são envasados em unidades de industriais, chamadas de Centros Operativos ou Plantas de Engarrafamento. Os Centros Operativos podem receber o GLP de diversas formas como rodoviário, por meio de gasodutos, ferroviário, por cabotagem ou importação. Após o seu recebimento, enquanto aguarda o envase, o produto é acondicionado em reservatórios estacionários com capacidades que variam entre 20 e 180 toneladas.

A forma mais comum de comercialização para do GLP está concentrada nos botijões de 13 Kg também conhecido pela sigla P13. Esta versão é destinada exclusivamente para o uso residencial, correspondendo a cerca de 70% das vendas totais do produto.

O mercado do GLP é aberto para toda a organização que possuir condições técnicas e financeiras de atender aos requisitos previstos na legislação e nas portarias e resoluções da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) que regulam o setor. Entretanto, pelas próprias características da atividade, a distribuição do GLP apresenta uma grau relativamente alto de concentração entre poucas empresas, apesar disso o índice nacional é bem inferior ao de outros países (SINDIGAS, 2007).

Atualmente o segmento de distribuição atacadista de GLP é explorado por vinte e uma distribuidoras, entre elas se destacam a Liquigás Distribuidora (do Sistema Petrobrás), Minasgás (Grupo Holandês SHV), Nacional Gás Butano (Grupo Edson Queiroz) e a Ultragas (Grupo Ultra).

A cadeia produtiva do P13 se desenvolve sobre um complexo e bem estruturado sistema de logística reversa. O abastecimento do cliente funciona a base de troca, onde o consumidor entrega um botijão vazio e recebe o cheio. Estes vasilhames vazios são retornados aos centros de engarrafamento para envase.

3. A qualidade dos reservatórios

Toda responsabilidade civil pela manutenção dos reservatórios corre por conta da distribuidora de GLP signatária do vasilhame. A vida útil de um reservatório pode chegar a vinte e cinco anos. Após 15 anos de uso a legislação obriga que o botijão seja submetido a um processo de requalificação. A requalificação consiste em um conjunto de atividades preventivas que incluem o jateamento para remoção da tinta, troca de alça e base, teste hidrostático e remarcação da tara. A síntese deste procedimento é detalhada na Figura 1:



Figura 1. Processo de requalificação de botijões P13. Fonte: ANP(2010)

Além das exigências legais para qualidade do botijão, o mercado consumidor e o aumento da concorrência entre as distribuidoras forçaram as empresas que atuam no setor a focarem de forma mais intensa na apresentação visual de seus reservatórios.

Diversas iniciativas foram tomadas no sentido da qualidade, entre elas se destaca o programa De Olho no Botijão, promovido pela Liquigás Distribuidora (Liquigás, 2010). Este programa visa identificar problemas em potencial, promovendo uma melhor qualidade ofertada aos clientes.

O problema da qualidade de botijão é especialmente crítico na medida em que seu transporte e sistema de blocagem são os mesmos há décadas. Isto favorece o dano do produto ao longo do seu transporte. A possibilidade de uso de palets também é restrita. Isto porque o produto é entregue em muitas regiões com acidentes geográficos, o que dificulta o manuseio por meio de empilhadeiras. Além disso, o design do P13, datado da década de 50, foi concebido prevendo um sistema de blocagem manual, o que dificulta sua automação.

Há basicamente três fluxos logísticos que impactam nos custos de uma empresa distribuidora de GLP: a) o fluxo do GLP entre o fornecedor e a distribuidora; b) o fluxo de entrega do produto acabado e c) o fluxo de vasilhames entre as congêneres, sendo que o primeiro e o segundo têm relações praticamente inalteráveis enquanto que o último apresenta vários conflitos pelo fato de ser um fluxo entre os concorrentes (Firmeza *et. al.*, 2006).

A cadeia produtiva do GLP envasado utiliza um complexo e bem estruturado sistema de logística reversa para controle dos seus vasilhames. O abastecimento do cliente funciona a base de troca, ou seja, o consumidor entrega um botijão vazio e recebe o cheio. Estes vasilhames vazios são retornados aos centros de engarrafamento para envase. Entretanto, por força de legislação, as empresas somente podem envasar botijões que tenham sua marca gravada no corpo do recipiente. Apesar disso, as mesmas empresas devem receber do consumidor o reservatório, independente de sua marca ou estado de conservação. Por isso é preciso que se utilizem processos para destroca de vasilhames, entre as distribuidoras de GLP, através de troca direta ou por meio de centros de destroca.

Todos estes fatores influenciam na qualidade dos reservatórios, uma vez que a guarda o mesmo nem sempre é feita pela empresa signatária do vasilhame. Em função

disso, um processo contínuo de avaliação e controle da qualidade é requerido para que a empresa tenha garantia de prover um reservatório de qualidade no mercado.

4. Procedimento atual e Modelo proposto

Cada uma das distribuidoras adota mecanismos distintos para realizar o procedimento de classificação de seus reservatórios. A base, porém, é a mesma, realizando a análise através de inspeções visuais (medição por atributos) e peso (medição por variáveis). O objetivo final é alocar os botijões em classes que permitam ao decisor avaliar se o produto é dotado de qualidade adequada para o mercado ou se precisa ser enviado para manutenção.

Será tomada como base a metodologia de medição adotada por uma das empresas, que está situada entre as quatro maiores do país. A diferença entre os procedimentos de avaliação, entretanto, não sofre grandes variações de empresa para empresa. A avaliação do botijão é feita de forma separada, utilizando dois tipos de escalas ordinais. A escala serve para avaliar o estado do botijão a luz de seis critérios, conforme demonstrado na tabela abaixo:

Critério	Escala	Conversão de Escala
Pintura	Ótimo / Bom / Regular / Ruim / Péssimo	5 / 4 / 3 / 2 / 1
Danos estruturais	Ótimo / Bom / Regular / Ruim / Péssimo	5 / 4 / 3 / 2 / 1
Oxidação	Ótimo / Bom / Regular / Ruim / Péssimo	5 / 4 / 3 / 2 / 1
Alça e Base	Ótimo / Bom / Regular / Ruim / Péssimo	5 / 4 / 3 / 2 / 1
Lacre	Conformidade / Não Conformidade	--
Etiqueta	Conformidade / Não Conformidade	--

Tabela 1. Diretrizes de avaliação dos vasilhames

No método se utiliza um processo de média ponderada. Na amostragem é realizada uma verificação horizontal, onde o “ótimo” equivale a cinco e o “péssimo” equivale a um. É realizada uma verificação de quantos botijões foram enquadrados em cada patamar da escala, e multiplicado por seu respectivo valor. Após este processo, os resultados são somados e divididos pelo total da amostra.

Desta operação é gerado um índice (i) que classifica os botijões conforme abaixo:

Escala	Condição de Permanência
Ótimo	$i \geq 4,5$
Bom	$i \geq 3,5$ e $i < 4,5$
Regular	$i \geq 2,5$ e $i < 3,5$
Ruim	$i \geq 1,5$ e $i < 2,5$
Péssimo	$i < 1,5$

Tabela 2. Condição de permanência

A metodologia atual facilita a avaliação unitária, auxiliando o decisor na verificação dos critérios que não alcançaram bons resultados. Os métodos de estatística descritiva, como a média aritmética, também oferecem dados para direcionar esforços nas melhorias pontuais.

Em contraposição a avaliação em separado critério a critério existem métodos que oferecem uma agregação de todas as informações e classificam diretamente cada elemento da amostra em uma categoria que é pré-definida. Aplicações que utilizam a média ponderada para esta tarefa possuem propriedades que não são pertinentes para esta avaliação. Um exemplo disto é a compensação entre critérios. Ou seja, um bom desempenho no critério “amassamento”, por exemplo, poderia anular um fraco desempenho nos demais

critérios, justamente em função da distribuição dos pesos.

A proposta é considerar esta análise como um problema de classificação, onde os vasilhames da amostra possam ser alocados em classes definidas. Isto possibilitará informações com um nível maior de qualidade para o processo de tomada de decisão.

Neste contexto se destaca o ELECTRE TRI (Elimination and Choice Translating Algorithm) que se destina ao tratamento da problemática de classificação e possui propriedades não compensatórias. Além disso, seu uso se justifica pela sua considerável aderência para resolução de problemas reais.

O método ELECTRE TRI considera a problemática que classifica as diversas alternativas para a solução de um problema por meio da comparação de cada alternativa potencial com uma referência estável - padrão/alternativa de referência (Szajubok *et. al.*, 2006). O ELECTRE TRI trata de problemas que são modelados por uma família de pseudo-critérios, no qual os limiares de preferência e indiferença $p_j(b_h)$ e $q_j(b_h)$ constituem as informações intracritérios. Assim, $q_j(b_h)$ especifica a maior diferença $g_j(a) - g_j(b_h)$, que preserva a indiferença entre a e b_h no critério g_j e $p_j(b_h)$ representa a menor diferença $g_j(a) - g_j(b_h)$, compatível com uma preferência de a no critério g_j .

O índice de credibilidade $s(b_h, a)$ que permite avaliar a superação da alternativa b_h em relação a alternativa a . $s(a, b_h) \in [0, 1]$ e a afirmação $a S b_h$ é considerada válida se $s(a, b_h) \geq l$, em que l é o nível de corte situado no intervalo entre 0,5 e 1. Este índice é encontrado em função da concordância e da discordância entre os pares de alternativas.

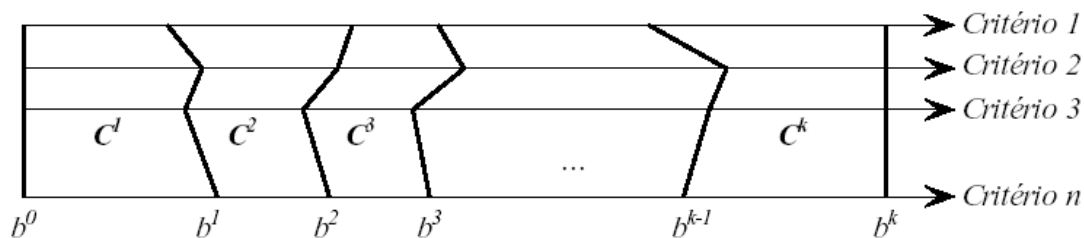


Figura 2. Definição das categorias no ELECTRE TRI. Adaptado de Yu (1992)

Segundo Mousseau *et. al.* (2002) o ELECTRE TRI associa as alternativas em diversas categorias, seguindo dois passos consecutivos. O primeiro consiste na construção de uma relação de sobreclassificação S , que caracteriza pela análise destas alternativas sobre os perfis propostos. A segunda fase trata-se da exploração desta relação.

Para aplicação do método é preciso que sejam cumpridas as seguintes fases que foram propostas por Yu (1992): identificar e caracterizar o problema, verificar os critérios que serão considerados pelo decisor, identificar as alternativas, atribuir valores dos pesos w_i dos limiares p_i , q_i e v_i , estabelecer o limite de corte (λ), especificar uma escala de julgamento das alternativas para cada critério, estabelecer classes de equivalência de desempenho que servirão de padrão para classificação das alternativas sob análise, colher do decisor o julgamento de valor das alternativas, à luz de cada um dos critérios, executar o algoritmo do ELECTRE TRI, através do cálculo dos índices de concordância, discordância e credibilidade e analisar os resultados obtidos.

5. Exemplo numérico

Considerando uma amostra de 10 vasilhames, serão atribuídos valores aleatórios para exemplificar os resultados obtidos pelo ELECTRE TRI no processo de classificação dos reservatórios. As classes serão as mesmas daquelas aplicadas na Tabela 2.

Os critérios usados serão os mesmos da Tabela 1 usando uma escala de 1 a 5, onde o valor 1 é considerada a pior avaliação e o valor 5 é considerada como a melhor avaliação. Os pesos para os critérios serão estabelecidos como demonstrado na Tabela 3.

Critério	Peso
Pintura	0,15
Danos estruturais	0,15
Oxidação	0,20
Alça e Base	0,20
Lacre	0,15
Etiqueta	0,15

Tabela 3. Pesos dos critérios para o ELECTRE TRI.

Serão propostas três classes que foram definidas de forma aleatória para o exemplo numérico. Os limites das categorias serão os seguintes:

Classe	Pintura	Amassado	Oxidação	Alça/Base	Lacre	Etiqueta
Excelente	3,1	3,1	3,1	3,1	3,3	3,3
Bom	2	2	2	2	2	2
Inadequado	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2

Tabela 4. Perfis de referência

A avaliação conforme/não conforme no modelo original foi substituída em função da necessidade de algumas empresas em definir parâmetros mais precisos para avaliar a qualidade de seus lacre/etiqueta. É possível observar se a etiqueta está bem afixada no produto, legível e com todas as informações necessárias, lançando estas informações em uma escala de avaliação. Entretanto, é igualmente possível trabalhar com modelos tipo conforme/não conforme para estes dois critérios, através do uso adequado dos limiares e os limites de categoria.

A avaliação das ações se baseia no conceito de sobreclassificação, onde podemos afirmar que uma ação a_n sobreclassifica uma ação de referência b_h ($a_n S b_h$) quando existem argumentos suficientes para sustentar que a_n não é inferior a b_h . No modelo define-se um índice de credibilidade da relação ($a_n S b_h$) que atende ao peso dos critérios que apoiam aquela conclusão e a força da discordância, comparando estes valores a um limite de corte λ .

Como o limite de corte (λ) é o menor valor do grau de credibilidade $\sigma_s(a,b)$, o qual se permite afirmar que a supera b , é necessário que se estabeleça um nível que esteja entre 0,5 e 1. Desta forma valores mais altos de λ caracterizam as decisões em que se procuram minimizar as diferentes incertezas, a relação de incompatibilidade entre as alternativas poderia ser mais freqüente, mantendo-se inalterada as outras condições do problema. Caso se opte por λ mais reduzido corre-se o risco de aumento das relações de incerteza. Para a utilização deste método foi definido que o limite de corte seria de 0,65, visando minimizar a frequência das relações de indiferença e trabalhar com níveis altos de incomparabilidade.

As preferências por cada critério são definidas mediante um pseudocritério, no qual os limiares de preferência e indiferença $p_j[g(b_h)]$ e $q_j[g(b_h)]$ constituem informações intracritérios. Assim $q_j[g(b_h)]$ especifica a maior diferença entre a alternativa real e a alternativa de referência que preserva a indiferença entre a e b_h no critério c Já $p_j[g(b_h)]$ representa a menor diferença entre as alternativas a e b_h no critério g_j compatível com uma preferência de a sobre este critério.

Segundo Miranda e Almeida (2003) a estrutura de preferências com pseudocritérios – modelo com duplo limiar $p_j[g(b_h)]$ e $q_j[g(b_h)]$, evita a passagem repentina entre a indiferença e a preferência estrita, existindo uma zona de hesitação representada pela preferência fraca.

Os limiares de preferência e indiferença foram definidos conforme quadro abaixo:

Limiar	Pintura	Amassado	Oxidação	Alça/Base	Lacre	Etiqueta
P	3	3	3	3	3	3
Q	1	1	1	1	1	1

Tabela 4. Limiares de Preferência e Indiferença

A classificação final do ELECTRE TRI nas versões otimista e pessimista é dada pela tabela:

Limiar	Otimista	Pessimista
Excelente	Vasilhame 1	Vasilhame 1
	Vasilhame 5	Vasilhame 5
Bom	Vasilhame 3	Vasilhame 3
	Vasilhame 4	Vasilhame 4
	Vasilhame 8	Vasilhame 8
	Vasilhame 9	Vasilhame 9
Inadequado	Vasilhame 2	Vasilhame 2
	Vasilhame 6	Vasilhame 6
	Vasilhame 7	Vasilhame 7
	Vasilhame 10	Vasilhame 10

Tabela 5. Classificação final pelo ELECTRE TRI nas versões pessimista e otimista

Não existem diferenças entre a classificação provida pela versão otimista ou pessimista do modelo. O procedimento foi discriminante o suficiente para classificar como excelente apenas os vasilhames que receberam nota máxima nos critérios lacre e etiqueta. De igual forma também permitiu que o item 10 fosse apontado como inadequado por receber avaliações extremamente baixas. Segundo o modelo, pode-se observar, de forma mais consistente, quais os reservatórios estão adequados ou não para o mercado, fornecendo subsídios para o decisor.

6. Conclusões e comentários finais

Ao aplicar uma metodologia de apoio multicritério que possua a propriedade não compensatória, os resultados se tornam mais significantes no para as companhias. Como foi exposto as empresas precisam, por força de legislação, ofertar um vasilhame com requisitos mínimos de qualidade. Vasilhames com defeitos críticos devem ser encaminhados para realização de requalificação. Além disso, o mercado, a medida em que se torna mais exigente, passa a cobrar uma melhor apresentação do produto a ser vendido.

Na metodologia adotada atualmente é aplicado o modelo aditivo que, classicamente, permite que existam compensações entre os critérios. O processo de transporte e de produção entretanto pode gerar produtos com notas discrepantes. Isto pode ser exemplificado em situações onde a pintura de um recipiente está perfeita, mas com uma série de danos estruturais que tornam o aspecto visual inaceitável para o consumidor. No procedimento atual é possível que os danos estruturais sejam atenuados pelo modelo de forma a classificar o vasilhame como bom, mesmo com falhas graves. Assim, o modelo compensatório pode criar um escore elevado que não reflete a percepção real do produto pelo mercado. Isto gera uma desinformação para a empresa, diminuindo sua sensibilidade com relação aos seus consumidores.

O método ELECTRE TRI permite a criação de classes que podem ser definidas com base no próprio mercado e não permite que a avaliação cause compensações e as distorções decorrentes. Além disso, ao trabalhar com o limite de corte, a empresa pode adequar melhor a avaliação às suas necessidades, na medida em que pode regular a existência de situações de indiferença ou incomparabilidade. Através do método é possível criar agrupamentos homogêneos entre as classes, se traduzindo como uma importante

ferramenta para classificação de vasilhames adequados para o mercado ou que precisam de manutenção, requalificação ou intervenções preventivas.

Referências

- ANP.** (2010), PRIMEIRO ENAGÁS Programa Nacional de Requalificação. Campinas agosto 2010. Disponível em http://www.sindicatas.org.br/Download/Arquivo/brunoatalla_634179164300468750. Acesso em 14/04/2012.
- Firmeza, O. S., Silva, F. R. R., Dutra, N. G. da S.** (2006), A logística de destroca de vasilhames aplicada às distribuidoras de GLP e seu reflexo no ambiente urbano. In XXVI ENEGEP. Fortaleza.
- Liquigás.** (2010), Jornal Liquigás. Número 8, outubro 2010. Disponível em <http://www.liquigas.com.br/wps/wcm/connect/08ca2c00448d3bcfa272a6245cbb237e/Jornal+Liquig%C3%A1s+8+Edicao.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em 14/04/2012.
- MIRANDA, C. M. G.; ALMEIDA, A.T.** Avaliação de pós-graduação com método ELECTRE TRI : o caso de Engenharias III da CAPES. Revista Produção, Vol.13, n 3, p. 101-112,2003
- MOUSSEAU V., SLOWINSKI R., ZIELNIEWICZ P.** (2002), "ELECTRE TRI 2.0a, User documentation", Université de Paris-Dauphine, Document du LAMSADE n° .111.
- SINDIGAS.** (2007), GLP no Brasil - Perguntas freqüentes. Disponível em: http://www.sindicatas.com.br/sala_imprensa/cartilha/download/cartilha_glp.pdf. Acesso em: em 04/06/2007.
- SZAJUBOK, N. K.; ALENCAR, L. H.; ALMEIDA, A.T.** (2006), Modelo de gerenciamento de materiais na construção civil utilizando avaliação multicritério. Revista Produção, Vol.16, n 2, p. 303-318.
- THE ENERGY REPORT.** (2008), *The Liquefied Petroleum Gas (LPG)*. Texas Comptroller of Publics Accounts. Maio de 2008. Disponível em: <http://www.window.state.tx.us/specialrpt/energy/pdf/06-LPG.pdf>. Acesso: 15/10/2008.
- Yu, W.** (1992). ELECTRE TRI. Aspects méthodologiques et guide d'utilisation, Document du LAMSADE, No.74, Université Paris-Dauphine.