



SELEÇÃO DE SISTEMA ESPECIALISTA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO DE FROTA PARA UMA EMPRESA DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PEQUENO PORTE

Graziela Hess¹, Álvaro P. Graziani²

Resumo: Este estudo consiste em selecionar um sistema de gestão de manutenção de frota para uma empresa de transporte rodoviário de pequeno porte. Com a pressão de redução de custos, as pequenas empresas procuram soluções para melhorar o controle e o planejamento da manutenção de seus equipamentos, já que com uma manutenção bem gerenciada é possível obter excelentes resultados em eficiência e minimização de gastos. No entanto é necessário ter o apoio de um sistema especialista que disponibilize relatórios focados para que a gerência possa intervir antecipadamente a fim de planejar as manutenções preventivas e preditivas que garantem a segurança do motorista, aumento da disponibilidade e confiabilidade da frota. Para selecionar a melhor opção para a transportadora em estudo foi aplicado um questionário com o gestor para verificar as pretensões da empresa em relação ao software e realizado um levantamento de algumas informações sobre as características de cada um dos sistemas, as funcionalidades básicas, os módulos, os tipos de relatórios gerenciais, treinamentos oferecidos e o custo de aquisição dos sistemas especialistas em manutenção disponíveis no mercado. Com as informações necessárias foi possível elaborar uma matriz utilizando o método Analytic Hierarchy Process (AHP), o qual foi necessário que o gestor sugerisse quais informações são importantes para a decisão, com isso foram definidos os seguintes critérios: características e funcionalidades mais adequadas, tipos de relatórios gerenciais, suporte de atendimento e custo total para um ano de aquisição do software. A partir destes critérios a metodologia AHP indicou a melhor opção para a empresa foco desta pesquisa.

Palavras-chave: Sistema especialista. Manutenção de frota. Pequena empresa

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste em selecionar através de métodos de apoio à decisão o sistema de gestão de manutenção de frota mais adequado para uma empresa de transporte rodoviário de pequeno porte da cidade de Joinville.

As empresas de transporte rodoviário dependem do desempenho de seus caminhões para atuar de forma competitiva no mercado. Estes ativos precisam ser gerenciados ao longo de seu ciclo de vida, o que inclui a adequada forma de aquisição, operação e manutenção. Um sistema especialista em manutenção de frota pode ser uma importante ferramenta para diminuir riscos, aumentar a disponibilidade e segurança da frota, bem como melhorar a reputação corporativa da empresa.

Para que possam manter seus ativos sempre operantes, as empresas necessitam de planos de

¹ Centro Universitário SOCIESC – UNISOCIESC - grazielahess@gmail.com

² Centro Universitário SOCIESC – UNISOCIESC - algraziani@ibest.com.br



manutenção preventiva que minimizem as paradas imprevistas de suas frotas de caminhões. Entretanto, é comum que pequenas empresas de transporte rodoviário tenham dificuldade em selecionar um sistema informatizado adequado às suas necessidades de manutenção de frota. Isso ocorre porque sistemas muito complexos, além do alto custo de aquisição, podem ocasionar despesas operacionais elevadas para uma empresa de baixo faturamento. Por outro lado, sistemas muito simples podem não possuir as funcionalidades adequadas para atender as necessidades da frota. A adoção de um programa de gestão de manutenção de frota é um diferencial que garante competitividade e aumenta o rendimento (AVELAR; 2012).

Conforme o IDC (Instituto de Desenvolvimento Cultural) as pequenas empresas buscam profissionalizar sua gestão, visando reduzir custos operacionais com processos manuais e melhorar a qualidade das informações tornando-as mais ágeis e assertivas (MIRRH et al, 2013). Contudo, a análise de sistemas especialistas de gestão de manutenção de frotas se justifica para a empresa em estudo, pois oferece soluções para melhorar o controle da conservação da frota, reduzir custos, aumentar a segurança para o motorista, a confiabilidade e a disponibilidade da frota.

2 CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA EM ESTUDO

Este artigo foi desenvolvido utilizando uma empresa de transporte rodoviário de pequeno porte da cidade de Joinville, que está no mercado desde setembro de 2003, possui uma frota de 8 caminhões e conta com um efetivo de 10 funcionários. A Tabela 1 mostra os modelos e o ano dos caminhões que compõe a frota da transportadora em estudo.

Tabela 1: Modelo dos caminhões

Modelo	Marca	Ano
Constellation 19 320	Volkswagen	2009
Constellation 19 320	Volkswagen	2009
MB 16 30	Mercedes Benz	1994
MB 20 35	Mercedes Benz	2010
MB 20 35	Mercedes Benz	2010
MB 16 34	Mercedes Benz	2004
MB 19 35	Mercedes Benz	1990
MB 19 35	Mercedes Benz	1997

Fonte: Autor (2013)

3 METÓDO AHP

O método AHP (Analytic Hierarchy Process) é uma ferramenta de apoio à decisão utilizando múltiplos critérios ou objetivos. Este método tem sido empregado para situações de definição de prioridade, avaliação de custo e benefícios, alocação de recursos, decisões estratégicas, negociação e resolução de conflito, análise de decisão sob risco, entre outros (SHIMIZU, 2006).



Atualmente o AHP é um dos métodos mais aplicados na prática das decisões multicritério envolvendo complexidade e subjetividade. Uma das dificuldades desta ferramenta é a quantidade de comparações paritárias necessárias que cresce de acordo com o tamanho da matriz (SHIMIZU,2006). De acordo com Méxas et al (2011), também é o método mais utilizado para auxiliar na seleção de sistemas de informação para as empresas.

O AHP é um método que caracteriza-se pela capacidade de analisar um problema de tomada de decisão, através da construção de níveis hierárquicos, ou seja, para se ter uma visão global da relação complexa inerente à situação, o problema é decomposto em fatores. A metodologia deve ser útil para formular problemas, incorporando conhecimento e julgamentos de forma que as questões envolvidas sejam claramente articuladas, avaliadas, debatidas e priorizadas. O AHP é utilizado para obter julgamentos através de consenso (SCHMIDT,1995).

A aplicação do AHP é feita em duas fases: a de construção da hierarquia e a de avaliação. A primeira fase envolve a estruturação do problema em níveis e o AHP permite aos “decisores”, a modelagem de problemas complexos em uma estrutura hierárquica que mostra as relações entre as metas, os critérios que exprimem os objetivos e sub-objetivos, e as alternativas que envolvem a decisão (ABREU,2000).

Com isso é feita a avaliação dos critérios par a par através da escala de julgamento, conforme mostra a Tabela 2, sendo os resultados apresentados em forma matricial. De posse das importâncias relativas dos critérios é testada a integridade dos julgamentos, calculada por um índice de inconsistência. Caso o índice de inconsistência seja maior que 0,10 é indicado ao “decisor” que seja feita a reavaliação dos julgamentos, buscando torná-los consistentes (ABREU,2000).

Tabela 2: Escala de julgamento

Valor	Definição
1	Elementos iguais
3 ou 1/3	Fraca importância de um elemento sobre outro
5 ou 1/5	Importância forte de um elemento sobre outro
7 ou 1/7	Importância muito forte de um elemento sobre outro
9 ou 1/9	Importância extrema de um elemento sobre outro
2,4,6,8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes

Fonte: Schmidt (1995)

A fase de avaliação do problema prossegue com a comparação das alternativas em cada um dos critérios, para a determinação do nível de preferência das alternativas. Após parte-se para a valoração global de cada uma das alternativas, segundo o método da soma ponderada. Com isso é possível ter a decisão da melhor alternativa (ABREU,2000).



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para utilizar o método AHP primeiramente foi aplicado um questionário com o gestor da empresa a fim de obter as principais pretensões que a empresa espera alcançar com implantação de um sistema especialista em manutenção de frota, as dificuldades que possuem por não utilizar programas que o auxiliem e para utilizar como parâmetro para as análises necessárias do método AHP.

Após a aplicação do questionário, foi realizada uma pesquisa na internet sobre empresas fornecedoras de sistemas especialistas em manutenção de frota disponíveis no mercado e com isso foram selecionadas quatro empresas que se adequaram melhor ao perfil da transportadora em estudo. Com elas foi realizado o levantamento de algumas informações através do site das empresas, sobre as características de cada um dos sistemas, as funcionalidades básicas, os módulos, os tipos de relatórios gerenciais, treinamentos e o custo de aquisição do *software*.

Então, foi solicitado ao gestor da empresa que sugerisse sobre os fatores considerados importantes para a escolha do sistema especialista em manutenção de frota, com isso definiu-se os seguintes critérios: características e funcionalidades mais adequadas, tipos de relatórios gerenciais, suporte de atendimento e custo total para um ano de aquisição do *software*.

Os critérios “características e funcionalidades mais adequadas” foram considerados importantes, pois estão diretamente relacionados ao que os sistemas oferecem de controle de acesso, personalização de telas, cadastros e itens gerenciamento dos veículos, já o critério de “relatórios gerenciais” representa a forma de como as funcionalidades são mostradas ao gestor em forma de indicadores e comparativos, a fim de que ele possa fazer as análises necessárias para a tomada de decisão dentro da organização.

O quarto critério definido “suporte de atendimento” está relacionado à forma de atendimento perante as dúvidas do usuário do sistema, levando em consideração se há algum canal de comunicação direto e se há cobrança pelo auxílio. O último critério determinado foi “custo total para um ano de aquisição do *software*”, pois para um pequeno empreendimento, o custo sempre é um fator relevante e que deve ser considerado para não comprometer o orçamento da empresa.

Para avaliar o problema utilizaram-se como base as seguintes etapas:

- A determinação da importância relativa dos critérios;
- A determinação do nível de preferência das alternativas; e
- A valoração global das alternativas (GRANEMANN et al ,1998).

Inicialmente foi realizada a determinação da importância relativa dos critérios, para isso foi necessário fazer uma comparação par a par dos critérios, para definir o grau de importância de um elemento sobre o outro utilizando a Tabela 2 para quantificar os julgamentos de importância. O julgamento foi feito com a participação do gestor, pois entendeu-se que ele deve avaliar o que considera mais relevante para a escolha do sistema. A Tabela 3 mostra como foi feita a comparação e a escala utilizada para cada julgamento.



Tabela 3: Escala de julgamento utilizada para os critérios

Comparação par a par	Julgamento
C2 - C1	C2 é moderadamente preferível a C1
C3 - C1	C3 é moderadamente para fortemente preferível a C1
C4 - C1	C1 é moderadamente para fortemente preferível a C4
C5 - C1	C1 é moderadamente preferível a C5
C3 - C2	C3 é igualmente preferível a C2
C4 - C2	C2 é muito fortemente para extremamente preferível a C4
C5 - C2	C2 é fortemente preferível a C5
C4 - C3	C3 é moderadamente para fortemente preferível a C4
C5 - C3	C3 é moderadamente para fortemente preferível a C5
C5 - C4	C5 é fortemente preferível a C4

Sabendo que: C1 - Características do sistema; C2 - Funcionalidade do sistema;

C3 - Relatórios gerenciais; C4 - Suporte de atendimento; C5 - Custo total para um ano.

Fonte: Autor (2013)

Na Tabela 4 pode ser visualizada a matriz resultante da comparação paritária entre os critérios.

Tabela 4: Matriz comparativa entre os critérios

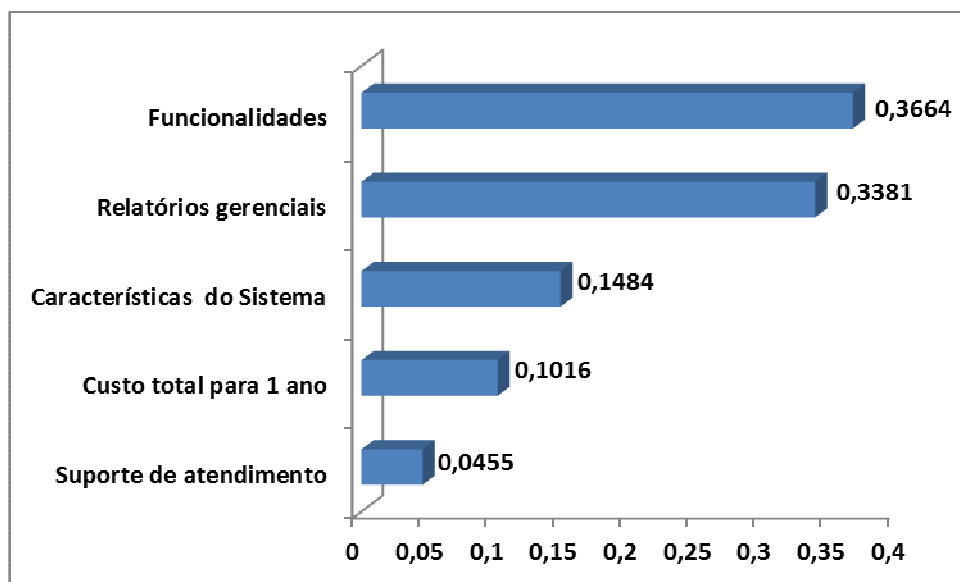
	Critérios	C1	C2	C3	C4	C5
C1	Características	1	0,333333	0,25	4	3
C2	Funcionalidades	3	1	1	8	5
C3	Relatórios gerenciais	4	1	1	4	4
C4	Suporte de atendimento	0,25	0,125	0,25	1	0,2
C5	Custo total para 1 ano	0,333333	0,2	0,25	5	1

Fonte: Autor (2013)

Para verificar se os julgamentos realizados foram coerentes é calculado o índice de inconsistência que resultou em um nível de 0,09, que está dentro dos parâmetros aceitáveis pelo AHP. O Gráfico 1 mostra os índices de prioridade relativa entre os critérios.



Gráfico 1: Índices de prioridade relativa dos critérios.



Fonte: Autor (2013)

Deste modo, observa-se que de acordo com a preferência do gestor, os critérios para escolha do sistema especialista de manutenção de frota para a empresa em estudo representam a seguinte ordem de prioridade:

- 1) Funcionalidades: 36,64%;
- 2) Relatórios gerenciais: 33,81%;
- 3) Características do sistema: 14,84%;
- 4) Custo total para um ano de aquisição do sistema: 10,16%;
- 5) Suporte de atendimento: 4,55%.

O segundo passo do método AHP consiste em determinar o nível de preferência das alternativas. Nesta etapa foi realizada a comparação par a par entre as quatro alternativas de empresas fornecedoras de sistemas especialistas em manutenção de frota que foram selecionadas através de pesquisas pela internet. O julgamento das alternativas foi feito levando em consideração as pretensões do gestor expostas no questionário. Para não expor as empresas, as mesmas foram denominadas como: A1, A2, A3 e A4. A Tabela 5 mostra a escala de julgamento utilizada para comparar as alternativas em relação aos critérios.



Tabela 5 - Escala de julgamento utilizada para as alternativas em relação aos critérios.

Comparação par a par	Julgamento
Características	
A2 - A1	A2 é moderadamente preferível a A1
A3 - A1	A3 é fortemente preferível a A1
A4 - A1	A4 é fortemente preferível a A1
A3 - A2	A3 é moderadamente preferível a A2
A4 - A2	A4 é moderadamente preferível a A2
A4 - A3	A3 é igualmente para moderadamente preferível A4
Funcionalidades	
A2 - A1	A2 é fortemente para muito fortemente preferível a A2
A3 - A1	A3 é moderadamente preferível a A1
A4 - A1	A4 é fortemente preferível a A1
A3 - A2	A2 é fortemente preferível a A3
A4 - A2	A2 é igualmente para moderadamente preferível a A4
A4 - A3	A4 é moderadamente para fortemente preferível a A3
Relatórios gerenciais	
A2 - A1	A2 é muito fortemente preferível a A1
A3 - A1	A3 é moderadamente para fortemente preferível a A1
A4 - A1	A4 é fortemente para muito fortemente preferível a A1
A3 - A2	A2 é igualmente para moderadamente preferível a A2
A4 - A2	A4 é igualmente preferível a A2
A4 - A3	A4 é fortemente preferível a A3
Suporte de atendimento	
A2 - A1	A1 é moderadamente preferível a A2
A3 - A1	A1 é moderadamente preferível a A3
A4 - A1	A4 é fortemente preferível a A1
A3 - A2	A3 é igualmente preferível A2
A4 - A2	A4 é fortemente para muito fortemente preferível a A2
A4 - A3	A4 é fortemente para muito fortemente preferível a A3
Custo total para um ano	
A2 - A1	A1 é moderadamente para fortemente preferível a A2
A3 - A1	A1 é muito fortemente para extremamente preferível a A3
A4 - A1	A4 é moderadamente para fortemente preferível a A1
A3 - A2	A2 é muito fortemente preferível a A3
A4 - A2	A4 é fortemente preferível a A2
A4 - A3	A4 é extremamente preferível a A3

Fonte: Autor (2013)

As comparações feitas entre as empresas de software para cada um dos critérios podem ser visualizadas nas cinco matrizes da Tabela 6.



Tabela 6: Matriz de comparação paritária entre as alternativas

Crítérios	A1	A2	A3	A4
Características				
A1	1,0000	0,3333	0,2000	0,2000
A2	3,0000	1,0000	0,3333	0,3333
A3	5,0000	3,0000	1,0000	2,0000
A4	5,0000	3,0000	0,5000	1,0000
Funcionalidades				
A1	1,0000	0,1667	0,3333	0,2000
A2	6,0000	1,0000	5,0000	2,0000
A3	3,0000	0,2000	1,0000	0,2500
A4	5,0000	0,5000	4,0000	1,0000
Relatórios gerenciais				
A1	1,0000	0,1429	0,2500	0,1667
A2	7,0000	1,0000	2,0000	1,0000
A3	4,0000	0,5000	1,0000	0,2000
A4	6,0000	1,0000	5,0000	1,0000
Suporte de atendimento				
A1	1,0000	3,0000	3,0000	0,2000
A2	0,3333	1,0000	1,0000	0,1667
A3	0,3333	1,0000	1,0000	0,1667
A4	5,0000	6,0000	6,0000	1,0000
Custo total para 1 ano				
A1	1,0000	4,0000	8,0000	0,3333
A2	0,2500	1,0000	7,0000	0,2000
A3	0,1250	0,1429	1,0000	0,1111
A4	3,0000	5,0000	9,0000	1,0000

Fonte: Autor (2013)

Após a realização dos cálculos obtiveram-se o nível de importância das empresas de *software* em cada um dos critérios que podem ser visualizados na Tabela 7.

Tabela 7: Nível de preferência das alternativas

Alternativas	Caracter.	Funcion.	Relatórios	Suporte	Custo
A1	0,068	0,0615	0,0526	0,2065	0,2864
A2	0,1522	0,4998	0,3581	0,0851	0,1393
A3	0,456	0,1191	0,1543	0,0851	0,0376
A4	0,3238	0,3195	0,4351	0,6233	0,5367

Fonte: Autor (2013)

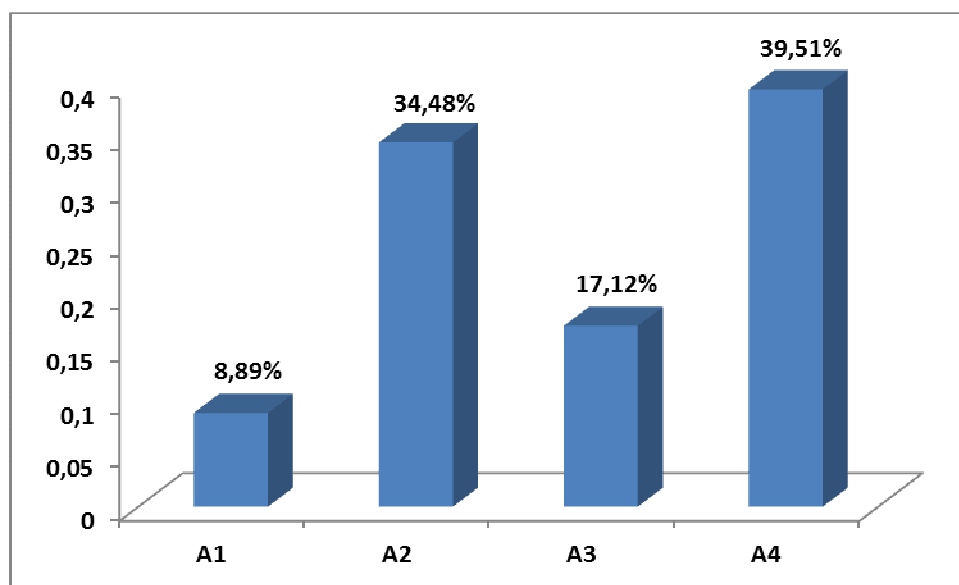


Deste modo, pode se perceber que as características do sistema são melhores atendidas com a alternativa 3, as funcionalidades com a alternativa 2, os relatórios gerenciais, suporte de atendimento e o custo total para 1 ano de aquisição são atendidas satisfatoriamente pela alternativa 4.

Para obter a melhor alternativa para a empresa em estudo, foi necessário fazer a valoração global de cada alternativa, que consiste em fazer a soma ponderada dos índices de importância relativa dos critérios e dos níveis de preferência das alternativas em cada um dos critérios.

Com isso chega-se na resposta exposta no Gráfico 2, que mostra a melhor alternativa para a empresa de transporte rodoviário em estudo. Levadas em consideração as preferências do gestor a opção A4 obteve 39,5%, enquanto A2 é a segunda melhor alternativa com 34,5%, A3 ocupa a terceira colocação com 17,1% e por último a alternativa A1 com 8,9% de preferência.

Gráfico 2: Valoração global das alternativas.

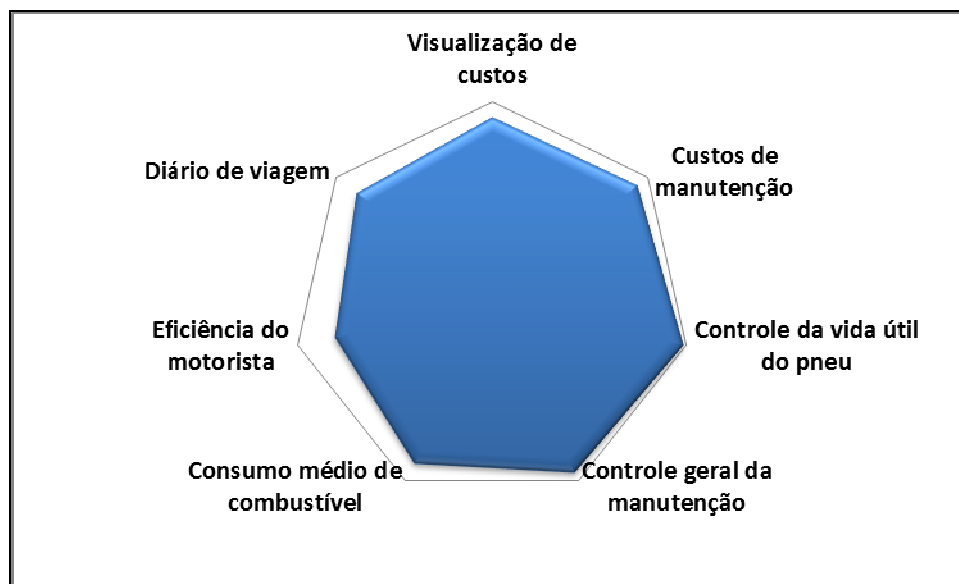


Fonte: Autor (2013)

De acordo com as preferências e necessidades do gestor foi desenvolvido um comparativo com as funcionalidades que o *software* escolhido oferece, a fim de verificar se há alguma característica não está coberta pelo sistema. Este comparativo pode ser visualizado no Gráfico 3.



Gráfico 3: Necessidades *versus* atendimento.



Fonte: Autor (2013)

É possível perceber com esta análise que, de uma forma geral, o sistema selecionado atende satisfatoriamente as exigências do gestor para a empresa.

5 CONCLUSÃO

É um grande desafio para as pequenas empresas selecionar adequadamente um *software* que atenda suas necessidades e tenha custos compatíveis com seu faturamento. Deste modo, este estudo selecionou um sistema aderente aos processos de manutenção de uma transportadora de pequeno porte através da análise detalhada dos itens considerados importantes pelo gestor e do emprego de métodos de apoio a decisão.

Para isso, foi elaborado e aplicado um questionário com o gestor da empresa a fim de descobrir quais os itens que ele considera importantes para a aquisição do sistema. Estas informações foram a base do processo decisório. Ainda, foi necessário fazer pesquisas de empresas fornecedoras de sistemas especialistas em manutenção, para fazer o levantamento de algumas informações sobre as características de cada um dos sistemas, das funcionalidades básicas, os módulos, os tipos de relatórios gerenciais, treinamentos oferecidos e o custo de aquisição dos *softwares*.

A metodologia utilizada foi o Analytic Hierarchy Process (AHP) que atende problemas que envolvem variáveis subjetivas e também onde o tomador de decisão participa ativamente do processo de estruturação e avaliação do problema, como é o caso deste estudo.

Com o término do processo decisório pelo AHP obteve-se que a empresa A4 é a alternativa mais aderente às necessidades da empresa em estudo com 39,5% de preferência, pois teve o melhor aproveitamento de recursos e atendeu de forma satisfatória aos critérios de relatórios gerenciais, suporte de atendimento e o custo total para um ano de aquisição que juntos equivalem a 48% da importância dos critérios.



Porém, vale ressaltar que a opção A2 teve o resultado muito próximo a alternativa escolhida com 34,5%, com alterações na importância dos critérios poderia haver modificações na escolha. Entretanto, como os critérios foram definidos pelo próprio gestor e o julgamento foi acompanhado de suas análises, afirma-se que a opção selecionada neste estudo é a mais adequada para a transportadora em estudo.

A empresa em estudo solicitou que o fornecedor do sistema especialista em gestão de manutenção escolhido, possibilite a execução de algumas simulações, para comprovar a aderência do software com seus processos. Após finalizar esta última etapa, o plano do gestor da empresa em estudo é adquirir o sistema e iniciar a implantação no segundo semestre de 2014.

REFERÊNCIAS

ABREU, Lucijane M.; GRANEMANN, Sérgio R.; GARTNER, Ivan; BERNARDES, Ricardo S. *Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: aplicação do método AHP*. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. Campina Grande, v.4, n. 2, p. 257-262, 2000.

AVELAR, Ghutemberg. *Manutenção de Frotas*. Itaúna, 2012. Disponível em: <<http://engeman.com.br/pt-br/artigos-tecnicos/manutencao-de-frota-dificuldade-no-gerenciamiento/>> Acesso em 16 mar. 2013.

GRANEMANN, Sérgio R.; GARTNER, Ivan R. *Seleção de financiamento para aquisição de aeronaves: Uma aplicação do método de análise hierárquica (AHP)*. Revista Transportes, Rio de Janeiro, v.6, p.18-40, 1998.

MÉXAS, Miriam Picinini; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves; COSTA, Helder Gomes. *Multicritério aplicado à seleção de SI: Uma revisão bibliográfica*. Revista Eletrônica Sistema & Gestão, Rio de Janeiro, p. 366 – 383, jun. 2011.

MIRRHA, Mariana. *Mercado de ERP continua em expansão e cresce com o uso nas pequenas e médias empresas*. Logweb: Referência em Logística, São Paulo, 132 ed, p. 10 – 13, fev. 2013.

SCHMIDT, Angela Maria Atherino. *Processo de apoio à tomada de decisão*. Abordagens: AHP e Macbeth. Florianópolis. 1995. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.

SHIMIZU, Tamio. *Decisão nas organizações*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

AN EXPERT SYSTEM SELECTION FLEET MAINTENANCE MANAGEMENT FOR A SMALL TRANSPORTATION COMPANY

Abstract: *This study consists in the selection of a management system for fleet maintenance for a small trucking company. With the pressure to reduce costs, small businesses are looking for*



solutions to improve the control and maintenance planning of their equipment, since with a well-managed maintenance is possible to obtain excellent results in efficiency, thus minimizing costs. However, it is necessary to have the support of an Expert system that provides reports for focused management that can intervene early to plan preventive and predictive maintenance ensuring driver safety, increasing the availability and reliability of the fleet. To select the best option for the carrier in the study, a questionnaire was applied so the manager could verify the claims of the company in relation to software and conducted a survey of information regarding the characteristics of each system, the basic functionalities, modules, types of management reports, training offered and the cost of systems maintenance specialists available in the market. With the necessary information a matrix method Analytic Hierarchy Process (AHP) was drawn, which was necessary for the manager to suggest what information was important for the decision. It was defined the following criteria: features and functionality, most appropriate types management reports, service support and total cost for one year of purchase of the software from these criteria AHP methodology indicated the best option for the enterprise focus of this research.

Keywords: Expert system. Fleet maintenance. Small business.