

ESTUDO DE INTERVENÇÕES NO ENTORNO DE PÓLOS GERADORES DE VIAGENS COM O USO DA TÉCNICA AHP

Josiane Palma Lima

Fernando Campos Brandão

Universidade Federal de Itajubá

Instituto de Engenharia de Produção e Gestão

RESUMO

Os Pólos Geradores de Viagens são empreendimentos que atraem ou produzem grande número de viagens, causando reflexos negativos na circulação de veículos em seu entorno imediato e, em certos casos, prejudicando a acessibilidade de toda a região. O objetivo deste trabalho é apresentar um modelo de análise multicritério que permite estabelecer a priorização de intervenções nos entornos de Pólos Geradores de Viagens (PGV), integrando critérios objetivos e subjetivos no apoio à tomada de decisão. O estudo de caso realizado na cidade de Itajubá - MG, utilizando o AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e o levantamento de dados em campo, permitiu avaliar os entornos de PGV com relação ao fluxo adicional de veículos, Números de acidentes, acessibilidade e questões socioeconômicas. O conhecimento e a seleção destes locais trarão subsídios para futuros estudos sobre o tráfego urbano e a localização de empreendimentos no município de Itajubá.

ABSTRACT

The Trip Generation Pole is enterprises that produce or attract large numbers of trips, causing a negative effect on vehicle movements in their immediate surroundings and, in some cases, damaging the accessibility of the entire region. The aim of this paper is to present a multicriteria analysis model for prioritization of interventions in the surroundings of Trip Generation Pole (TGP), integrating subjective and objective criteria to decision making. The case study conducted in the Itajubá city, using the AHP (*Analytic Hierarchy Process*) and data collection in field, allowed to evaluate the surroundings of TGP with respect to the additional flow of vehicles, accident rates, accessibility and socioeconomic issues. The knowledge and selection of these places will bring benefits to future studies on urban traffic and the location of new developments in Itajubá city.

1 INTRODUÇÃO

Os congestionamentos de tráfego vêm crescendo no tempo e no espaço. Se no passado eles se restringiam a alguns trechos da malha viária principal das médias e grandes cidades brasileiras, hoje eles afetam inclusive trechos da malha secundária. Ainda, nota-se que os congestionamentos agora ocorrem ao longo de várias horas do dia, não mais apenas nos períodos de pico.

Vários são os fatores que colaboraram para o alastramento dos problemas de circulação viária, entre eles: o crescimento rápido e desordenado das cidades brasileiras, a ampliação da malha viária não corresponde ao crescimento urbano, o uso do automóvel no lugar do transporte coletivo e a proliferação de empreendimentos de grande porte situados em bairros periféricos à área mais central das cidades. Estes empreendimentos (indústrias, supermercados, shopping centers, terminais de transportes, escolas, universidades, hospitais, etc.), aqui chamados de Pólos Geradores de Viagens (PGV), atraem grande quantidade de pessoas prejudicando, em muitas situações, a circulação de veículos tanto em áreas externas quanto internas ao PGV e causando impactos sobre o modo de vida das pessoas.

São vários os fatores que influenciam a circulação de veículos e pessoas nos entornos de PGV. O estudo destes fatores pode ser facilitado com o auxílio da metodologia de análise multicritério, possibilitando considerar critérios subjetivos e objetivos no processo decisório.

Por outro lado, a cidade de Itajubá, sul de Minas Gerais, é uma típica cidade brasileira de médio porte em que atualmente ocorre um crescimento acelerado devido ao desenvolvimento econômico do país. Assim, vários são os projetos de infra-estrutura propostos pela administração pública de melhorias que contribuirão para a qualidade de vida da população.

Com vistas ao atual cenário de crescimento, este trabalho tem como objetivo apresentar um modelo de análise multicritério que permite estabelecer a priorização de intervenções para melhoria no entorno de Pólos Geradores de Viagens (PGV), integrando critérios objetivos e subjetivos no apoio à tomada de decisão. Realizou-se um estudo de caso na cidade de Itajubá - MG, utilizando o AHP (*Analytic Hierarchy Process*). O trabalho contou com o levantamento de dados sobre alguns PGV na cidade. Participaram do estudo os PGVs que possuem maior influência sobre a população local, tais como, supermercados, instituições de ensino superior e pólo industrial. A aplicação da metodologia multicritério permitiu avaliar os entornos de PGV com relação ao fluxo adicional de veículos, Números de acidentes, acessibilidade e questões socioeconômicas.

2 PÓLOS GERADORES DE VIAGENS

Os Pólos Geradores de Viagens (PGVs) são, segundo DENATRAN (2001) e CET (1983), empreendimentos de grande porte que atraem ou produzem grande número de viagens, causando reflexos negativos na circulação viária em seu entorno imediato e, em certos casos, prejudicando a acessibilidade de toda a região, além de agravar as condições de segurança de veículos e pedestres. De acordo com Portugal e Goldner (2003), aos PGVs são locais ou instalações de distintas naturezas, que desenvolvem atividades de porte e escala capazes de produzir um número significativo de viagens.

Vários são os modos de transporte utilizados pelos clientes de um empreendimento. A geração de viagens a pé ocasionada pela implantação de um PGV geralmente não ocasiona grandes transtornos na utilização da infraestrutura viária, mas requerem a adequação de calçadas e travessias de pedestres. Viagens realizadas pelo transporte coletivo podem, inclusive, contribuir para a viabilização de novas linhas de ônibus, lotação e, até mesmo, modalidades sobre trilhos. Já viagens realizadas por automóvel tendem a causar uma série de impactos negativos na circulação viária, tais como: (i) aumento do volume de veículos trafegando nas vias; (ii) congestionamentos localizados, com conseqüentes aumentos da poluição atmosférica e sonora; (iii) interrupções no tráfego de passagem nas vias localizadas no entorno do empreendimento; e, (iv) aumento dos acidentes.

Segundo Santoro (2003) a implantação de um equipamento urbano de maior porte, como supermercados, shoppings centers, cinemas, é quase sempre vista como um benefício, principalmente pelos pequenos e médios municípios. Acredita-se, em geral, que estes empreendimentos guardam em si a capacidade de dinamizar ou reaquecer a economia local, gerando empregos, aumentando a arrecadação de impostos, além de atrair novos empreendimentos para seu entorno. Porém, é necessário realizar uma avaliação de impactos da instalação de grandes empreendimentos dentro da área urbana com cuidado, pois nem sempre a conclusão poderá ser positiva (Viana, 2005)

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 1998) dispõe que nenhum projeto de edificação que possa se transformar em PG, perturbando ou interrompendo a livre circulação de veículos e pedestres, ou colocando em risco sua segurança, poderá ser aprovado sem prévia anuência do órgão ou entidade com circunscrição sobre a via e sem que do projeto conste área para estacionamento e indicação das vias de acesso adequadas.

Nos últimos anos, as administrações públicas vêm dedicando atenção especial aos Pólos Geradores de Viagens, e algumas até mesmo exigem estudos de impactos causados por este tipo de empreendimento no sistema viário e de transporte antes de sua efetiva implantação, estando este sujeito à aprovação ou não (Ary, 2002). Neste sentido, estudar os entornos e locais mais críticos quanto à circulação de veículos possibilita avaliar o impacto de um PGV. É uma forma de conhecer um pouco melhor a distribuição do trânsito urbano e ter subsídios para desenvolver estudos sobre localização de futuros empreendimentos.

3 ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

No sentido de atingir um determinado objetivo, normalmente é necessário que diversos critérios tenham de ser avaliados e combinados através de procedimentos que se designam precisamente por Análises de Decisão Multicritério (MCDA, do inglês Multicriteria Decision Analysis) (Malczewski, 1999). As Metodologias Multicriteriais compõem uma grande área de pesquisa desenvolvida atualmente no mundo todo. Incluem aplicações que vão desde a pesquisa operacional até os sistemas especialistas em gerenciamento. No campo de transportes, as decisões se tornaram multicritério ou multiatributo, devido à diversidade de componentes de infraestrutura que são consideradas no planejamento de qualquer projeto ou atividade desenvolvida. Geralmente, são consideradas as preferências e atitudes de risco do decisor para selecionar a alternativa mais viável em termos de eficiência e questões financeiras.

A escolha do método de MCDA é muito importante, uma vez que tem um efeito significativo no resultado final. É, então, necessário que esse ponto seja discutido entre todos os atores. As características e propriedades desse método devem ser compatíveis com a natureza específica do problema de decisão e no propósito da avaliação. Os vários tipos de métodos diferem no modo como as preferências em relação aos vários critérios são especificadas e no modo como as alternativas são ordenadas (hierarquizadas). Os resultados também diferem de uma metodologia para a outra, por exemplo, como um ranking de alternativas, como um ranking de grupos de alternativas ou simplesmente como uma preferência (Cafiso *et al.*, 2002).

A escolha do método MCDA faz parte da fase de estruturação do problema e os decisores precisam concordar plenamente com o método escolhido. Existem vários métodos MCDA, utilizados com sucesso em diversas situações, como por exemplo, o MAUT - Multi-Attribute Utility Theory e o AHP - Analytic Hierarchy Process, bastante utilizados em problemas de transportes, o ELECTRE - Elimination and choice translating algorithm, o PROMETHEE - Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation e o MACBETH - Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (Saaty, 1980; Bana e Costa & Vasnick, 1994 e 2007; Zietsman *et al.*, 2003). Os vários métodos diferem no modo como as preferências em relação aos vários atributos são especificadas e no modo como as alternativas são ordenadas (Cafiso *et al.*, 2002).

O AHP pode ser definido como uma aproximação para tomada de decisão que envolve estruturação de multicritérios de escolha numa hierarquia. O método avalia a importância relativa desses critérios, compara alternativas para cada critério, e determina um ranking total das alternativas. Saaty (1980) explica que a determinação das prioridades dos fatores mais baixos com relação ao objetivo reduz-se a uma sequência de comparação por pares, com relações de feedback, ou não, entre os níveis. Essa foi a forma racional encontrada para lidar com os julgamentos. Através dessas comparações por pares, as prioridades calculadas pelo AHP capturam medidas subjetivas e objetivas e demonstram a intensidade de domínio de um critério sobre o outro ou de uma alternativa sobre a outra.

Os resultados obtidos pela análise multicritério dependem do conjunto de ações consideradas, da qualidade dos dados, da escolha e estruturação dos critérios, dos valores de ponderação atribuídos aos critérios, do método de agregação utilizado e da participação dos diferentes atores [Soares (2003)]. É possível notar, portanto, o esforço dos MMAD em representar o mais fielmente possível as preferências do “decisor” ou do grupo de “decisores”, mesmo que essas preferências não sejam totalmente consistentes. Estes métodos, contudo, não visam apresentar uma solução ao problema, elegendo uma única verdade representada pela ação selecionada. Na realidade, eles buscam apoiar o processo decisório através da recomendação de ações ou cursos de ações a quem vai tomar decisão.

Finalmente, salienta-se que, conforme Colin (2007), o AHP deve ser entendido mais como um facilitador, um processo de estruturação do pensamento, do que um algoritmo que resolve problemas. Dois de seus principais benefícios são a imposição de disciplina e consistência no processo de pensamento, questionando perguntas que eventualmente são esquecidas em processos de tomada de decisão. É uma ferramenta de fácil entendimento e aplicação, não necessitando de programas específicos de computador ou de modelos matemáticos complexos para seu uso. Uma simples planilha eletrônica ou máquina de calcular é capaz de realizar todos os cálculos necessários (Lima *et al.* 2009).

4 ESTUDO DE CASO

O trabalho utiliza métodos qualitativos através da pesquisa bibliográfica e estudo de caso. O modelo de decisão multicritério foi desenvolvido com base em pesquisa bibliográfica e observações em campo. Os critérios selecionados representam os fatores com maior relevância para o processo de decisão quanto à priorização de PGV que causam transtornos no seu entorno.

O município de Itajubá está situado na região sul do estado de Minas Gerais, a 418 Km da capital, localizado às margens do rio Sapucaí, na Serra da Mantiqueira. A cidade de Itajubá pode ser considerada uma típica cidade média brasileira, com aproximadamente 100.000 habitantes e densidade populacional de 402,7 habitantes por km². Possui uma população predominantemente urbana, com 93% dos habitantes vivendo em área urbana e apenas 8% habitando a zona rural, com forte atração agro-industrial, caráter tecnológico e com uma universidade pública situada na cidade.

Para aplicação da metodologia MCDA algumas etapas devem ser respeitadas, como, a fase de estruturação do modelo através da definição do problema, escolha de alternativas, definição de critérios e estruturação hierárquica e a fase de avaliação em que aspectos críticos do processo de decisão são considerados: a avaliação de pesos para os critérios, a normalização dos critérios e a combinação de critérios.

4.1 Modelagem do Problema

4.1.1 Escolha das alternativas

A escolha de alternativas está diretamente ligada ao objetivo maior do trabalho, ou seja, a priorização de intervenções nos entornos de Pólos Geradores de Viagens (PGV). Foram considerados, primeiramente, vários aspectos do problema de decisão, tais como, a influência social dos PGVs para a cidade (ainda que no primeiro instante, analisada somente por observação) e o tráfego de automóveis e pedestres gerado por esses estabelecimentos.

Com base nessas observações foram escolhidos cinco Pólos Geradores de Viagens, locais alternativos passíveis de priorização na cidade de Itajubá, caracterizados pela sua diversidade de acordo com uma cidade de médio porte. Estes PGVs são compostos por duas instituições de ensino superior (Universidade Federal de Itajubá e Faculdade - UNIFEI de Ciências Sociais Aplicadas do Sul de Minas – FACESM), dois supermercados (Supermercado Alvorada e Supermercado Pilar) e o Pólo Industrial da cidade. Para o problema em questão essa diversidade não afeta a tomada de decisão em que alternativas são hierarquizadas de acordo com um índice que expressa o grau de prioridade para intervenções em locais críticos, demandados pela proximidade aos PGVs.

4.1.2 Definição de Critérios e Estruturação Hierárquica

Realizada a escolha das alternativas, a próxima etapa do processo de decisão é a definição de critérios para avaliação do grau de prioridade de intervenção em locais críticos em PGVs.

A seleção de critérios é uma etapa crucial de estruturação do problema, pois devem ser definidos aqueles que possuem uma influência significativa para o processo de decisão. Em qualquer problema de decisão, todo esforço possível deve ser empreendido para chegar-se a uma ampla compreensão dos valores subjacentes aos objetivos do problema.

Deve ser dada particular atenção à definição dos critérios, de forma a serem tão exaustivos quanto possível; as questões devem igualmente ser definidas de forma adequada. Os critérios devem refletir as preferências dos decisores políticos e diferentes pontos de vista, de modo a resumir e a reunir as diversas dimensões tipo usadas para avaliar uma ação. Entretanto, para possibilitar o desenvolvimento deste trabalho, os critérios de decisão foram estabelecidos com base na literatura consultada sobre fatores relacionados aos usuários de um PGV, conforme a Tabela 1.

Após a definição dos critérios que participaram do processo decisório seguiu-se para a etapa de estruturação hierárquica. A Figura 1 apresenta a estrutura hierárquica desenvolvida com intuito de realizar a ponderação dos critérios através da aplicação do AHP.

Tabela 1: Critérios de Decisão

Critérios	Código	Atributos	Código
Fatores Técnicos	Fat_Tecn	Fluxo de Veículos	Flu_Veic
	Fat_Acess	Número de acidentes	Núm_Acid
Fatores de Acessibilidade	Fat_Soc	Serviço de Transporte Público	Transp_Pub
		Parque de Estacionamento	Estac
		Infra-estrutura de acesso:	Infra_acess
		• Existência de trevo ou rotatória	Rotat_trev
Fatores Sociais	Fat_Soc	• Existência de calçada ou passarela	Calç_pas
		Opinião de impacto sócio-econômico	Op_Imp_Soc
		Opinião de acessibilidade	Op_Acess

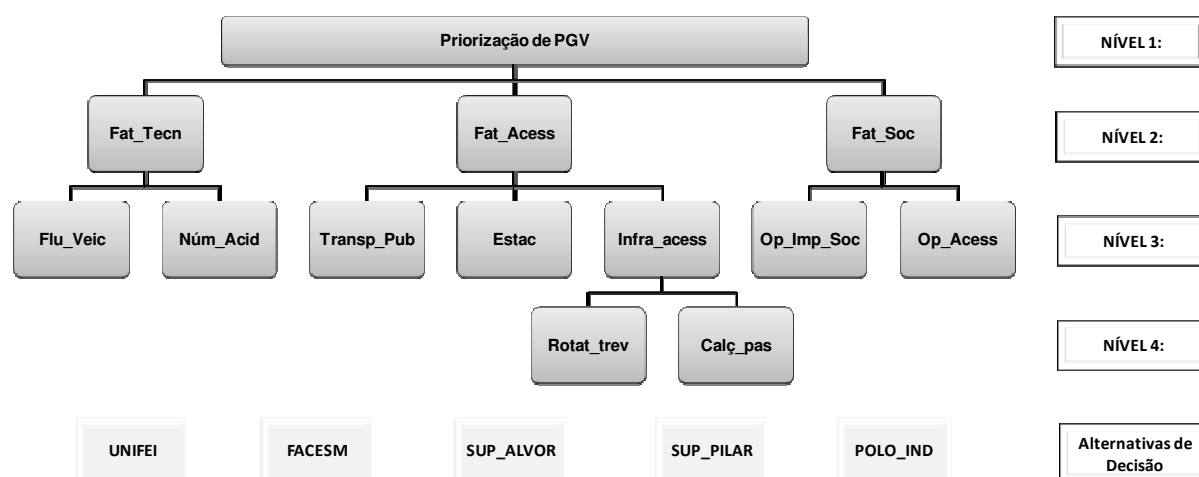


Figura 1: Estrutura Hierárquica para Aplicação do AHP

4.2 Etapa de Avaliação

4.2.1 Coleta de Dados

O levantamento de dados contou com observação, questionário e coleta em campo possibilitando a caracterização dos critérios de decisão. De acordo com a Tabela 2, foi necessário realizar a contagem do número de veículos na entrada dos PGVs, em que foram preestabelecidos os dias e os horários de maior volume de tráfego atraídos pelos PGVs. Assim foram considerados horários e dias iguais para os supermercados (sexta das 16:00 á 18:00 e sábado das 10:00 ao 12:00) e para as instituições de ensino (quarta das 07:30 ás 9:30 e do 12:30 ás 14:30). O dia e horários para coleta no pólo industrial foram quinta das 06:00 ás 08:00 e das 16:30 ás 18:30. O tráfego foi dividido em 3 categorias: automóveis (A), motocicletas (M) e caminhões e ônibus (C). Cada contagem foi realizada em duas horas dividas em intervalos de tempo de 15 minutos, possibilitando a observação dos horários de pico.

Juntamente com a contagem de veículos foram feitas observações subjetivas sobre proximidade dos pontos de parada de transporte público, infra-estrutura de acesso ao PGV e existência de estacionamentos.

Tabela 2: Fluxo de Veículos gerado pelo PGV

Período	Dia da semana	Nº de veículos*		
		A	M	C
UNIFEI				
7:30 as 9:30	Quarta-feira	370	37	9
12:30 as 14:30		444	48	4
FACESM				
7:30 as 9:30	Quarta-feira	147	14	2
12:30 as 14:30		203	29	2
SUP_ALVOR				
16:00 as 18:00	Sexta-feira	175	28	1
10:00 as 12:00	Sábado	198	20	1
SUP_PILAR				
16:00 as 18:00	Sexta-feira	227	21	5
10:00 as 12:00	Sábado	199	22	4
POLO_IND				
16:30 as 18:30	Quinta-feira	159	23	8
6:00 as 8:00		149	19	8
* A: automóveis; M: motocicletas; C: caminhões e ônibus				

* A: automóveis; M: motocicletas; C: caminhões e ônibus

O Número de Acidentes foi coletado junto ao corpo de bombeiros de Itajubá. Foram considerados os valores de acidentes para a área de abrangência de 300 metros no entorno do PGV. O gráfico representado na Figura 2 ilustra a porcentagem de acidentes durante o ano de 2010 para as cinco alternativas avaliadas.

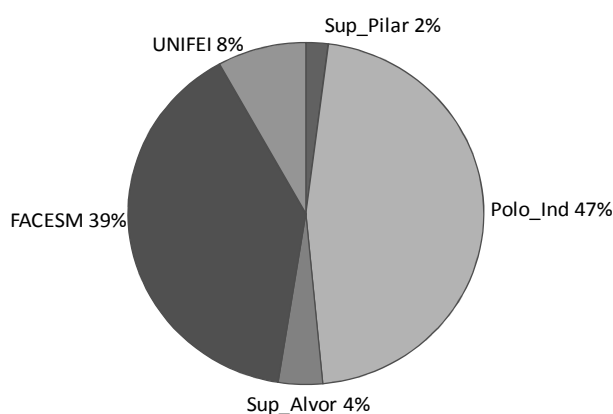


Figura 2: Porcentagem de acidentes no entorno dos PGVs

A coleta de dados de opinião pública sobre aspectos sócio-econômicos e acessibilidade foi realizada através de questionário estruturado em forma de entrevista. O questionário foi aplicado em locais neutros da cidade, ou seja, que não sofrem a influência direta dos PGVs e para faixa etária variada. As pessoas foram convidadas a classificar as alternativas quanto à influência dos

PGVs para sociedade e na economia da cidade: “qual a ordem crescente de maior impacto sócio-econômico desses pólos para Itajubá?” e quanto à facilidade de se chegar por ônibus, automóvel ou a pé aos PGVs: “qual a ordem crescente em relação aos locais com maiores problemas de acesso?”

4.2.2 Avaliação dos critérios

Depois de estruturado o conjunto de critérios que fará parte do processo de avaliação é necessário definir a importância relativa de cada critério e grupos de critérios em relação ao objetivo almejado, ou seja, priorização de intervenções no entorno de Pólos Geradores de Viagens. A definição dos pesos dos critérios foi realizada por meio do Processo Hierárquico Analítico, com a escala composta por nove níveis numéricos para expressar e normalizar os julgamentos efetuados, conforme a Figura 3. Por meio dessa técnica, pesos e prioridades são derivados a partir de um conjunto de julgamentos subjetivos realizados por avaliadores envolvidos no processo.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente menos importante	Bastante menos importante	Muito menos importante	Pouco menos importante	Igual importância	Pouco mais importante	Muito importante	Bastante mais importante	Extremamente mais importante

Figura 3: Escala de Comparação de Critérios (Saaty, 1980)

A comparação par a par, entre os n critérios, é realizada a partir de uma matriz recíproca quadrada $n \times n$, elaborada neste trabalho em planilha eletrônica. Os critérios são dispostos na mesma ordem ao longo das linhas e das colunas. Portanto, o valor a_{ij} representa a importância do critério da linha i em relação ao critério da coluna j , conforme a Equação 1. Para mais detalhes sobre a aplicação do método de comparação par a par de critérios, ver Lima (2007).

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, \text{ para } i \neq j \quad \text{e} \quad a_{ij} = 1, \text{ para } i = j \quad (1)$$

Depois de determinar o peso de cada critério, o processo AHP permite calcular o Grau de Consistência (*CR- Consistency Ratio*) dos julgamentos efetuados, o que garante um elevado nível de confiabilidade no conjunto de pesos resultantes da aplicação. Uma vez realizadas todas as comparações, foram determinados os pesos finais, através da média aritmética dos pesos calculados a partir das avaliações individuais. A Tabela 3 apresenta o conjunto de critérios e os respectivos pesos definidos na aplicação do AHP.

Tabela 3: Critérios, Atributos e seus Respectivos Pesos

Critérios	Peso	Atributos	Peso
Fatores Técnicos	0,59	Fluxo de Veículos	0,66
		Número de acidentes	0,34
Fatores de Acessibilidade	0,28	Serviço de Transporte Público	0,11
		Parque de Estacionamento	0,25
		Infra-estrutura de acesso:	0,64
		• Existência de trevo ou rotatória	0,69
Fatores Sociais	0,13	• Existência de calçada ou passarela	0,31
		Opinião de impacto sócio-econômico	0,48
		Opinião de acessibilidade	0,52

Os fatores técnicos foi o critério que apresentou o maior peso, seguido dos fatores de acessibilidade e fatores sociais. Esta avaliação reflete a forte relação que o tráfego de veículos gerado tem com o impacto no entorno dos Pólos Geradores de Viagens.

4.3 Determinação do Índice de Prioridade

A quantificação do índice de prioridade (IP) de cada alternativa resulta da agregação dos *scores* obtidos para os vários grupos ($Score_g$) em avaliação. Cada $Score_g$ resulta da média ponderada dos *scores* de cada grupo (g) de fatores, que por sua vez são obtidos pela agregação dos *scores* dos fatores ($Score_c$). Por sua vez, os $Score_c$ resultam da agregação dos *scores* normalizados dos atributos, também frequentemente considerados como indicadores ($Score_i$), permitindo aos critérios compensar entre eles as suas qualidades. No entanto, os vários critérios em análise podem ser complementares ou equivalentes, e frente a essa situação, faz-se a agregação em grupos de critérios similares. Assim, o IP passa a ser avaliado por grupos de critérios, conforme a Equação 2, onde $Score_g$ e w_g são respectivamente o *score* normalizado e ponderado e o peso atribuído a cada grupo (g) de critérios.

$$IP = \frac{\sum_g Score_g \times w_g}{\sum_g w_g} \quad (2)$$

A Figura 3 apresenta as etapas de aplicação da metodologia multicritério utilizada neste trabalho e a forma como o PGVs alternativos são priorizados. Os critérios envolvidos são expressos em termos de características ou atributos do entorno do PGV. Essas características podem assumir valores numéricos (objetivos) ou lingüísticos (subjetivos), dependendo do tipo de critério que está sendo considerado. Para que os valores dos diferentes critérios possam ser agregados é necessário efetuar a sua normalização. Os critérios contínuos são normalizados recorrendo-se a funções *fuzzy*, segundo as quais um conjunto de valores expresso numa dada escala é convertido num outro, comparável e expresso numa escala normalizada (por exemplo, de 0 a 1).

Por outro lado, alguns critérios com valores lingüísticos subjetivos são normalizados atribuindo-se valores de *scores* de forma arbitrária, dentro da mesma escala adotada para os critérios contínuos. A forma arbitrária de atribuir valores de *scores* dentro de uma determinada escala normalizada não afeta a confiabilidade da análise, sendo que é sempre possível adaptá-la a cada aplicação, atribuindo valores e variáveis diferentes para serem estudados caso a caso. Do mesmo modo, também é possível incorporar diversas formas de funções *fuzzy* ao processo. Para uma melhor compreensão das técnicas associadas à normalização dos *scores* dos critérios, incluindo uma descrição detalhada das metodologias possíveis, ver Lima (2007).

Portanto, aplicando a metodologia da Figura 3 foram determinados os índices de prioridades por grupo de critérios e global. Assim, a Tabela 4 apresenta o resultado da priorização de intervenções no entorno de Pólos Geradores de Viagens.

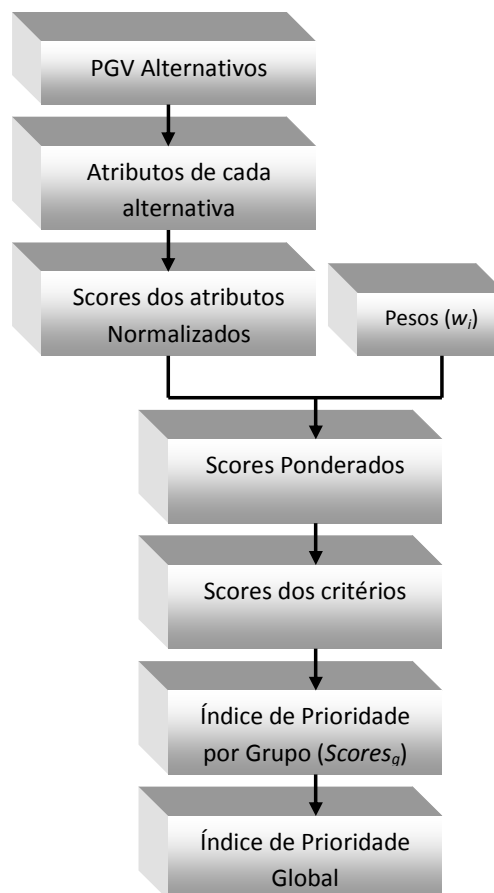


Figura 3: Etapas para Aplicação da Metodologia Multicritério

Tabela 4: Índices de prioridades por grupo de critérios e global

Alternativas	IP por grupo			IP global
	Fatores Técnicos	Fatores de Acessibilidade	Fatores Sociais	
UNIFEI	0,728	0,580	0,717	0,685
FACESM	0,652	0,580	0,600	0,625
SUP-ALVOR	0,423	0,738	0,894	0,573
SUP-PILAR	0,110	0,672	0,730	0,348
POLO_INDUST	0,583	0,110	0,650	0,459

De acordo com os *scores* determinados para cada grupo de critério, apresentados na Tabela 4, as alternativas foram priorizadas de forma distinta, possuindo a UNIFEI o maior *score* com relação aos fatores técnicos seguido da FACESM, o que evidencia a dimensão das instituições de ensino

que atraem um grande número de veículos e a necessidade de intervenção nas vias próximas e de acesso também percebida através de observações em campo. Com relação aos fatores de acessibilidade e fatores sociais os Supermercados analisados ficaram com os maiores *scores*, manifestando a contribuição dada pela opinião pública e pela carência de boa acessibilidade a estes locais.

Finalmente, a alternativa (PGV) que obteve maior índice de prioridade global foi a UNIFEI, seguido pela FACESM. Portanto, é conhecida a necessidade maior por intervenção no entorno dos PGVs com relação aos critérios considerados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo apresentar um modelo de análise multicritério para a priorização de intervenções nos entornos de Pólos Geradores de Viagens (PGV), integrando critérios objetivos e subjetivos no apoio à tomada de decisão. O uso de técnicas de avaliação multicritério no apoio à decisão foi facilitado pelo uso de planilhas eletrônicas na aplicação do AHP.

A metodologia mostrou-se eficiente em várias etapas do processo, destacando-se a flexibilidade devido à possibilidade de modificar a estrutura hierárquica que foi desenvolvida, no instante que se pretende retirar ou adicionar algum critério de decisão. A importância atribuída a cada um dos critérios também pode ser reconsiderada, pois dependendo da cidade em que a metodologia seja aplicada novas opiniões podem ser atribuídas e assim condicionar o modelo.

Do ponto de vista instrumental a metodologia apresentada mostra-se interessante pelo fato de considerar de forma simples os conceitos de PGV. Os índices de prioridades encontrados para cada alternativa representam a realidade da cidade objeto deste estudo e podem ser utilizados para intervenções efetivas no entorno dos PGVs, como melhorias no trânsito e para pedestres nas vias de acesso. Assim, a exploração da metodologia pode assumir formato de utilização prática, tal como auxiliar administradores de órgãos públicos que têm a função de avaliar e planejar as intervenções em vias urbanas e acessos aos PGVs, assim como organismos privados, com a função de manter e melhorar as condições destes estabelecimentos para os usuários. Este trabalho deve ser continuado com estudos mais aprofundados sobre os PGVs, como o cálculo de taxas de geração de viagens para determinar o impacto dos empreendimentos para a cidade de Itajubá-MG.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro concedido a diversos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ary, M. B. *Análise da demanda de viagens atraídas por shopping centers em Fortaleza*. 2002. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará. 2002.
- Bana e Costa, C. A.; Vansnick, J. C. A critical analysis of the eigenvalue method used to derive priorities in AHP. *European Journal of Operational Research* vol. 187, no. 3, pp. 1422-1428. 2007.
- Bana e Costa, C. A.; Vansnick, J. C. MACBETH - An Interactive Path Towards the Construction of Cardinal Value Functions, *International Transactions in Operational Research*, vol. 1, n. 4, p. 489-500. 1994.

- Cafiso, S.; Graziano, A.; Kerali, H.R.; Odoki, J.B. Multicriteria Analysis Method for Pavement Maintenance Management. *Transportation Research Record 1816*. TRB. Washington, D.C., pp73-84. 2002.
- CET- Companhia de Engenharia de Tráfego. *Pólos geradores de tráfego*. Boletim Técnico 32. Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo. 1983
- Colin, E. C. *Pesquisa Operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas*. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- CTB *Código de Trânsito Brasileiro: instituído pela Lei nº 9.503, 3ª edição* - Brasília: DENATRAN, 2008
- DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. *Manual de Procedimentos para o Tratamento de Pólos Geradores de Tráfego*. Brasília. 2001.
- Lima, J.P. *Modelo de decisão para a priorização de vias candidatas às atividades de manutenção e reabilitação de pavimentos*. 167 p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2007.
- Lima, J.P.; Ramos, R.A.R.; Fernandes Jr., J.L. Uma abordagem multicritério para a priorização de vias pavimentadas. *Transportes*, v. XVII, n. 1, p. 27-38, junho 2009
- Malczewski. *GIS and multicriteria decision analysis*. New York: John Wiley & Sons, Inc.1999.
- Portugal, L.S.; Goldner, L.G. (2003) *Estudo de Pólos Geradores de Viagens e de seus impactos nos Sistemas Viários e de Transportes*. Ed. Edgard Blucher Ltda. São Paulo. 2003.
- Saaty, T. *The Analytic Hierarchy Process*. New York. McGraw Hill. 1980.
- Santoro, P. F. *Dicas - Avaliar o Impacto de Grandes Empreendimentos*. Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Boletim. São Paulo. Instituto Polis, 2003.
- Soares, S. R. Análise multicritério com instrumento de gestão ambiental. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003.
- Viana, A.P.B.S. *Pólo Multi Gerador de Tráfego: Impactos do Projeto Sapiens Parque em Florianópolis/SC*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. 2005.
- Zietsman, J.; Rilett, L.R.; Kim S.. *Sustainable transportation performance measures for developing communities*. Report 167128 - Supported by general revenues from the State of Texas. Texas Transportation Institute. 2003.