



AValiação MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO E NEGOCIAÇÃO DE PROJETOS DE VIAS URBANAS – O CASO DE FORTALEZA

Maria Elisabeth Pinheiro Moreira

Universidade Federal do Ceará – Departamento de Engenharia de Transportes

Cely Martins dos Santos

Universidade de Fortaleza – Centro de Ciências Tecnológicas

RESUMO

No processo de avaliação de projetos de vias urbanas constata-se a multiplicidade de aspectos físicos, operacionais e econômicos que devem ser considerados para selecionar, dentre várias alternativas, aquela que melhor atenda as condições dos usuários, segundo as visões dos técnicos dos órgãos gestores dos transportes. Geralmente, no processo de avaliação atual, os critérios considerados relevantes nas análises dos projetos, pode não traduzir na solução mais adequada para a área em estudo. Este trabalho apresenta um processo de avaliação de projetos de vias urbanas, estruturado por uma metodologia de apoio à decisão, que adota o paradigma do construtivismo levando em conta tanto os aspectos objetivos, quanto os subjetivos, relevantes ao contexto decisório. Através desse estudo, espera-se obter uma concepção de alternativa de consenso e que os especialistas passem a entender o processo de avaliação dos projetos de forma construtiva, permitindo uma análise mais focada aos objetivos dos órgãos gestores.

ABSTRACT

In the process of project assessment of urban roads it is noticed the multiplicity of physical, operational and economical aspects that must be considered to select, amongst several alternatives, that one that best fits the users necessities according to the opinion of the transport management institutions. Generally, in the present assessment process, the criteria taken as relevant in the project analysis may not represent the best solution to the studied area. This work presents a protocol for urban roads assessment structured with a decision aid methodology that adopts the constructivist paradigm, taking into account the objective aspects as well as subjective ones, relevant in the decision context. Through the present study, it is expected to obtain a consensual alternative and to supply specialists with tools to help them understand the projects assessment process with a constructive view, allowing an analysis best focused to the objectives to the management institutions.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação de alternativas de projetos de infraestrutura de transportes gera grandes discussões e conflitos de pontos de vista dos decisores. A Secretaria Municipal de Desenvolvimento Territorial – SMDT, de Fortaleza-CE, considera grave os impactos que os projetos de vias causam ao meio ambiente e ao tecido urbano, enquanto a Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e de Cidadania de Fortaleza - AMC considera necessárias às medidas de melhorias da capacidade das vias, como duplicação e desapropriação.

Vários são os critérios envolvidos na tomada de decisão. Primeiro, os aspectos técnicos e operacionais, onde são determinadas as características de geometria e de circulação adequadas ao tecido urbano. Depois, os aspectos urbanístico e ambiental, onde são analisados os impactos do projeto sobre a qualidade de vida dos usuários e da comunidade. O aspecto econômico, onde será discutida a viabilidade do projeto, através da relação custo/benefício. Além disso, o aspecto político também é considerado, pois este busca a satisfação da comunidade com a implantação do projeto.

Ao contrário das tendências internacionais, nos países em desenvolvimento, os aspectos ambientais e urbanísticos ficam em planos secundários em virtude do crescimento econômico



advindo da facilidade de transporte. É importante a concepção de projetos sustentavelmente desenvolvidos com soluções ambientalmente corretas.

Este trabalho visa a estruturação de um Modelo Multicriterial para a seleção de projeto de vias urbanas e principalmente, a instigação dos especialistas em transportes para a compreensão do processo de avaliação dos projetos de vias urbanas de forma construtiva.

A metodologia multicritério aplicada neste trabalho consiste, na definição e seleção dos critérios a serem considerados na avaliação, na estruturação destas idéias e definição de funções de valores que quantifiquem a performance das ações, e a agregação destas funções através de taxas de substituição e finalmente o estudo, a análise da aplicação do modelo proposto. Para o estudo de caso, são analisadas duas alternativas de projeto de via urbana de Fortaleza, envolvendo quatro áreas de interesses: técnicos, econômicos, operacionais e urbanísticos.

2. O PROCESSO DE DECISÃO

O processo de avaliação de projetos de vias urbanas tem por base os conhecimentos técnicos das pessoas envolvidas com a tomada de decisão, prendendo-se quase que exclusivamente as experiências individuais, não abordando a perspectiva da inclusão dos vários pontos de vista dos atores constituintes do contexto decisório. Neste processo de avaliação, observa-se que as necessidades dos usuários da via (motoristas, pedestres, ciclistas, e moradores), são retratadas pela visão de cada membro da equipe, que percebe a mesma situação de forma diversa, por possuírem valores, objetivos e crenças distintas, resultantes de sua formação e participação na política interna dos órgãos gestores.

Os estudos de avaliação geralmente enfocam os aspectos quantitativos, muitos dos quais de forma superficiais, enquanto que os aspectos qualitativos quase sempre não são analisados por serem difíceis de identificar e quantificar no contexto. Diante deste contexto, a teoria da decisão está relacionada com a aplicação de análises quantitativas e qualitativas, à tomada de decisão. O objetivo principal é ajudar o tomador de decisão a encontrar a solução mais adequada de um problema, analisando sistematicamente as ramificações das várias alternativas (Lee & Moore, 1975).

O problema de decisão pode ser caracterizado por sua complexidade, incertezas de diversas naturezas, existência de conflitos, investimentos de porte elevado, necessidade de planejamento em longo prazo, dinamismo ao longo da vida útil, repercussões econômicas, sociais e ambientais e a participação de grupos heterogêneos no processo decisório. Portanto, segundo Éden *et al.* (1998) cada decisor tem sua própria visão subjetiva do contexto decisório.

Diante deste enfoque, a possibilidade de se estruturar um modelo de avaliação capaz de traduzir a complexa problemática de projetos de vias urbanas, levando em conta às características dos sub-sistemas viário, circulação e de transporte público, torna-se essencial para garantir vias mais seguras aos usuários. As iniciativas para avaliar os projetos mais adequados falham nas seguintes determinações:

- Aspectos relevantes, muitas vezes, são omitidos ou desprezados, resultando em simplificações;



- Envolvem incertezas sobre os procedimentos a serem seguidos para se chegar nos objetivos dos órgãos/empresas;
- Existem diversos especialistas em áreas distintas, de forma a existir conflitos de valores sobre o contexto decisório;
- Alguns dos resultados traduzem a avaliação de determinados critérios, não sendo feitas análises isoladas dos parâmetros físicos, operacionais, econômicos e ambientais, contemplados na análise.

3. A METODOLOGIA MCDA

No presente trabalho utilizou-se uma metodologia multicritério, a MCDA (*Multicriteria Decision Aid*), (Roy, 1996), para a construção do modelo de avaliação, a partir das visões dos diversos tomadores de decisão envolvidos com o contexto.

Uma das vantagens do uso desta metodologia, na definição do modelo de avaliação é a forte interação entre os decisores, e suas percepções da problemática em estudo, possibilitando a participação de todos às pessoas envolvidas, através de uma profunda discussão sobre o problema, de forma a gerar uma melhor compreensão sobre o contexto.

3.1. As etapas de aplicação da metodologia MCDA

No processo de avaliação aplicou-se a metodologia MCDA para estruturar e avaliar o modelo, como também na fase de recomendações das propostas de projetos. A fase da estruturação iniciou-se com a definição do problema, conforme os julgamentos dos atores envolvidos no processo. É uma fase de extrema importância para o desenvolvimento de um modelo que realmente represente o problema, onde se identificam e validam os critérios relevantes ao processo de avaliação (Ensslin, *et al.* 2001). Posteriormente definiram-se os conjuntos de níveis para descrever os impactos plausíveis das ações potenciais, em termos de cada critério considerado.

A fase de avaliação do modelo inicia com a obtenção das funções de valor as quais constituem numa representação dos julgamentos da equipe de técnicos, através de uma escala numérica, que irá mensurar a atratividade local de cada ação avaliada (Bamba e Costa, 1992). Para a avaliação global dos critérios analisados, são calculadas as taxas de substituição, responsáveis por agregar as informações locais de modo a obter uma avaliação global, permitindo que sejam feitos ajustes que traduzam os julgamentos de valor dos decisores. Construído o modelo, realizam-se as avaliações das alternativas.

Na fase das recomendações é analisada a situação de cada alternativa com relação a sua pontuação global, e ainda, por área de interesse do modelo, para conhecer quais os critérios que não foram mais ou menos priorizados pelas alternativas. São formuladas as ações para que a proposta selecionada supere os seus pontos críticos.

4. ESTUDO DE CASO

Neste trabalho, foram analisadas duas alternativas para o projeto de uma via urbana na Cidade de Fortaleza, a Rua Padre Pedro de Alencar, que está inserida nos Projetos de Engenharia de Vias Urbanas de Fortaleza (BID-FOR I). A finalidade do projeto para a via Padre Pedro de Alencar é propor um esquema viário e de circulação para a área de torno da via estudada, de forma que apresentasse soluções para eliminar as descontinuidades e restrições de capacidade das vias.



Com a utilização da metodologia MCDA, foram identificados, priorizados, quantificados e ponderados os critérios tidos como relevantes ao contexto decisório, de forma a selecionar a melhor alternativa que retratasse os objetivos dos órgãos gestores. Estes critérios identificados como relevantes foram agrupados em quatro áreas de interesses:

- a) '*Aspectos Econômicos*'. Nesta área de interesse são contemplados os custos do projeto, incluindo os custos com as desapropriações de imóveis, nos casos de alargamento da seção transversal e acessos, os custos de construção e de sinalização da via, como também, os custos de manutenção durante a vida útil do projeto.
- b) '*Aspectos físicos*'. Esta área analisa os aspectos relacionados com a estrutura física da via, os acessos, a seção transversal (faixa de tráfego; passeio, canteiro, e ciclovia); os retornos, as interseções e as travessias de pedestres e ciclistas.
- c) '*Aspectos ambientais*'. Trata de todos os aspectos relacionados aos impactos: (i) urbanísticos (uso do solo, estoque imobiliário, valor histórico e cultural da via, estética urbana, e áreas verdes); (ii) poluidores; (iii) segurança; (iv) climáticos; e (v) sócio-econômicos.
- d) '*Aspectos operacionais*'. Trata da avaliação dos aspectos relacionados à operação do tráfego e circulação de pedestres e ciclistas, envolvendo: (i) velocidade do tráfego; (ii) acessibilidade dos usuários; (iii) composição do tráfego; (iv) tipo de pavimentação (nível de serventia); (v) capacidade, nível de serviço e atraso do tráfego; e (vi) sistema de circulação do tráfego (via de mão dupla de direção, mão única, via exclusiva, ou faixa preferencial para o transporte coletivo).

Percebeu-se que alguns destes critérios (pontos de vista) eram muito abrangentes e incapazes de explicar com profundidade os aspectos a serem avaliados. Para suprir esta deficiência, foi realizado detalhamento destes aspectos, para um melhor entendimento dos critérios analisados. A **Figura 1** apresenta a arborescência dos critérios analisada pelo modelo.

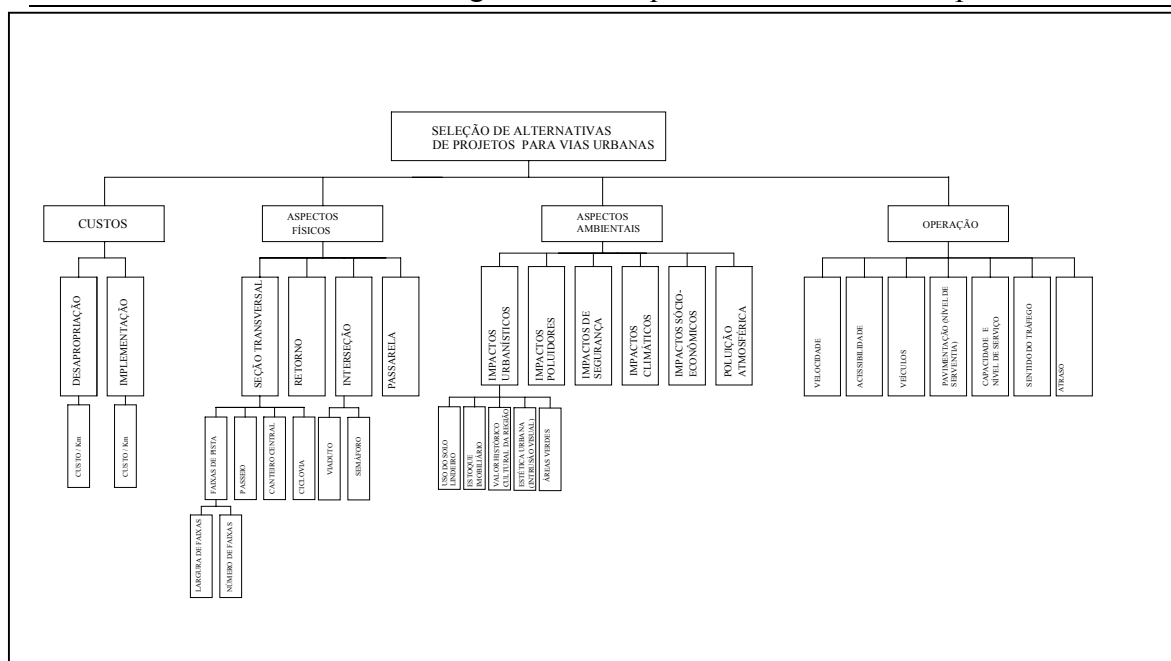


Figura 1 – Arborescência dos critérios avaliados pelo modelo

Posteriormente foram definidos os níveis de impactos (descritores) que servem de base para descrever as performances plausíveis das ações potenciais, em termos de cada aspecto contemplado na arborescência. Para a construção das funções de valor, que retratam os valores parciais das ações, foi utilizado o método MACBETH, desenvolvido por BANXIA (1998). Foi realizado julgamento semântico entre pares de ações, utilizando-se uma escala cardinal de valor composta de sete categorias para representar a diferença de atratividade entre estes pares de ações. Através da análise destes pares foram construídas matrizes semânticas, sendo estas informações transferidas para o *software MACBETH SCORES*, obtendo-se a função de valor para cada um dos aspectos avaliados.

Para exemplificar, a Tabela 1 mostra o descritor e a função de valor utilizado no critério “Retorno”, subordinado ao critério - “Aspectos físicos”.

Tabela 1: Detalhamento dos níveis de impacto do critério “Retorno”

Nível de Impacto	Descriptor	Função de Valor
N4	O projeto apresenta retornos através de <i>loop</i> de quadra;	100
N3	O projeto apresenta retornos nos canteiros centrais com raios de giro e faixas de entrelaçamento adequadas;	70
N2	O projeto apresenta retornos nos canteiros centrais com dimensões inadequadas;	0
N1	O projeto não apresentou retornos.	-66

4.1. Análises dos desempenhos das propostas de projetos

A Rua Padre Pedro de Alencar, com extensão de 700,0 m, situada no bairro de Messejana, zona sul da Cidade de Fortaleza, se integra ao 2.º Anel Viário da Cidade e tem hoje trechos com seção transversal diferentes, variando de 12,10 a 23,40 m, com o tráfego atualmente

operando próximo à capacidade. Possui dois cruzamentos importantes para o plano de circulação da cidade, com as vias, Av. Pe. Carlos de Alencar, e Av. Perimetral (SMDT, 2001).

A empresa consultora apresentou duas alternativas para a Rua Padre Pedro de Alencar. A primeira alternativa (**Figura 2**), torna a via de mão dupla, com desapropriação de 0,551 km, permitindo as conversões de giro à esquerda, através de laços de quadra. As pistas, com duas faixas de tráfego por sentido, separadas por canteiro central de dois metros, com abertura apenas nos dois cruzamentos mais importantes: Av. Pe. Carlos de Alencar, e Av. Perimetral.

Na segunda alternativa (**Figura 3**), foram propostas melhorias na via existente, facilitando a circulação urbana, mantendo a seção transversal da Rua Padre Pedro de Alencar, desapropriando apenas duas quadras, no início e outra no final do trecho, para a adequação de uma via paralela para a formação de um binário de circulação do tráfego, facilitando as conversões de giro à esquerda para o tráfego da área.



Figura 2: Projeto Geométrico da Via Padre Pedro de Alencar – Alternativa 1.

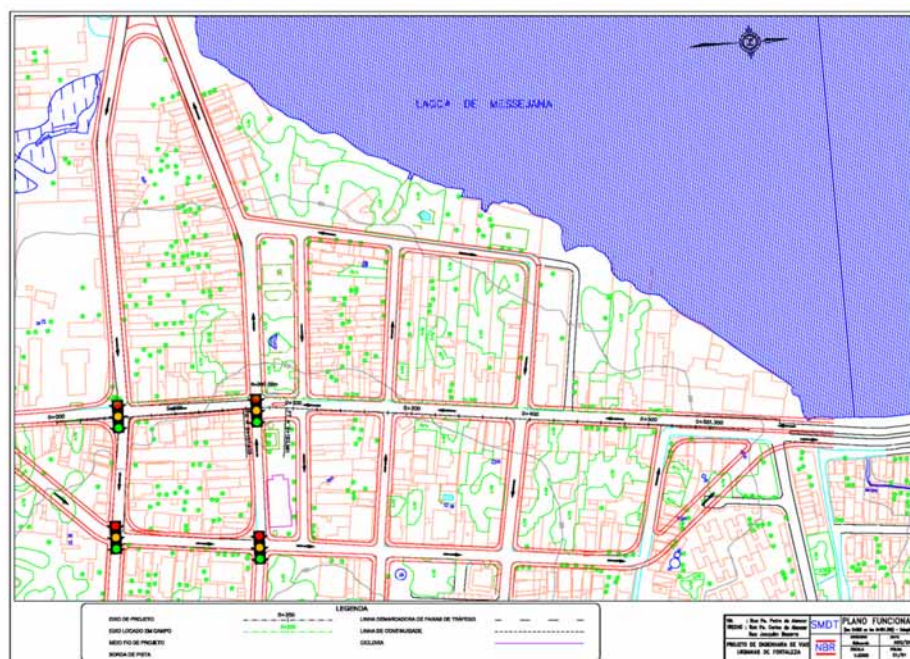


Figura 3: Projeto Geométrico da Via Padre Pedro de Alencar – Alternativa 2.

Após a realização das avaliações parciais em cada um dos critérios contemplados pelo modelo proposto, foi realizada a avaliação global das duas alternativas, com também suas avaliações por área de interesse, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Avaliação Parcial dos projetos por Área de Interesse

Área de Interesse	Projeto A	Projeto B
Aspectos Econômicos	6,70	7,80
Aspectos Físicos	14,11	8,05
Aspectos Ambientais	6,74	7,80
Aspectos Operacionais	33,12	20,16
Avaliação Global	60,70	43,80

Analisando os dados globais da **Tabela 2**, a Alternativa A foi a mais adequada para a área estudada, com pontuação de 60,70 pontos. Quanto aos critérios por área de interesse, a alternativa A supera a alternativa B, nos aspectos físicos e operacionais.

Outra análise a ser realizada pelo *Software* HIVIEW (Barclay,1984), consistiu em verificar em quais os aspectos em que as alternativas impactaram positivamente e negativamente. A alternativa 'A' ficou abaixo dos padrões estabelecidos pelos órgãos gestores, no aspecto físico - ciclovia. Quanto a alternativa 'B' impactou abaixo do padrão no aspecto físico passeio, canteiro central e ciclovias. Esta análise permite identificar as ações de melhorias que poderão ser implantadas ao projeto selecionado na busca de um melhor desempenho do tráfego na área.



5. CONCLUSÕES

O processo de avaliação de projetos de vias urbanas, aplicado pelos órgãos gestores, tem se caracterizado por apresentarem um número bastante limitado de parâmetros de avaliação. O resultado deste fato é que muitos aspectos importantes são desconsiderados, impossibilitando uma visão mais realista do sistema de transportes.

A utilização de processo de avaliação incapaz de traçar um perfil detalhado de cada alternativa do projeto da via acaba dificultando o cumprimento de suas atribuições. A incapacidade de mensurar com clareza, a alternativa mais adequada para uma via urbana, gera incertezas, dificultando a tomada de decisão, muitas vezes resultando na adoção de medidas incapazes de solucionar o problema viário e de circulação do tráfego na área. Existe, portanto, a necessidade de um processo de avaliação capaz de apurar a fundo as propostas de projeto para as vias, revelando suas qualidades e deficiências e permitindo a identificação das ações necessárias para a solução dos problemas existentes na área em estudo.

Por outro lado, o desenvolvimento do processo de avaliação proposto neste trabalho levou à concepção de um modelo capaz de agregar as particularidades encontradas no sistema de transportes, de forma a aferir a melhor opção de projeto para uma via urbana, sem desconsiderar esforços realizados que contribuam com a melhoria na qualidade do serviço prestado à população.

Analisando o modelo proposto, através da utilização da metodologia MCDA, podem ser feitas as seguintes considerações:

- a) No processo de avaliação atual os parâmetros de avaliação são diretamente escolhidos pelos decisores sem a necessidade de embasamento científico. A aplicação da metodologia MCDA gerou um processo de discussão entre os decisores, levando ao aprendizado, a uma profunda compreensão do problema e à identificação dos aspectos realmente relevantes ao contexto.
- b) O processo de avaliação atual constitui-se de etapas de estruturação bastante rígidas, inviabilizando a incorporação de novos aspectos que venham a serem percebidos pelos decisores durante as sessões de análise das alternativas. A metodologia MCDA permite forte flexibilidade na agregação de novos conhecimentos adquiridos pelos decisores durante o desenvolvimento do processo decisório.
- c) Enquanto os critérios de avaliação utilizados pelos órgãos gestores possuem restrições quanto à avaliação de aspectos subjetivos, o modelo proposto incorporou tanto os aspectos objetivos quanto os subjetivos, permitindo que todos os critérios relevantes percebidos por especialistas em áreas específicas do contexto fossem avaliados.
- d) A utilização da metodologia MCDA permitiu a construção de um modelo próprio para a Cidade de Fortaleza, segundo os juízos de valor de técnicos dos órgãos gestores, elevando sobremaneira o grau de credibilidade do sistema de avaliação, sua implementação e aceitação. A aplicação deste modelo em outros sistemas de tráfego de outras localidades pode trazer como consequência à rejeição aos resultados apontados pelo modelo, comprometendo sua credibilidade.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banxia. (1998) *Software Ltd, Graphics Decision Explorer*. Cope User Guide.
- Barclay, S. (1984). *HIVIEW Software Package*. London School of Business, London.
- Éden, C.; Ackermann, F. (1989) *Making Strategy*. Sage, London.
- Ensslin, L; Montibeller Neto, G.; Noronha, S. M. (2001) *Apoio à decisão – Metodologia para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas*. Florianópolis.
- Lee, S. M.; Moore, L. J. (1975) *Introduction to Decision Science*. Petrocelli, New York.
- Roy, B. (1996) *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- SMDT (2001) *Elaboração dos Projetos de Vias Urbanas de Fortaleza*. Prefeitura Municipal de Fortaleza, Fortaleza.

Endereço dos autores

Universidade Federal do Ceará
Campus do Pici, Bloco 703, Pici
CEP. 60455-760 Ceará - Brazil

Fone: (85) 2889488 ramal 206
Fax: (85) 2889488
E-mail: Beth@det.ufc.br

Universidade de Fortaleza
Av. Washington Soares, 1321 bairro Edson Queiroz.
CEP. 60.811.341 Ceará - Brazil

Fone: (85) 4773182
Fax.: (85) 477 3055
E-mail: celyms@unifor.br