

MODELO DE DECISÃO EM GRUPO PARA GERENCIAMENTO DE RISCOS DE DESLIZAMENTOS DE BARREIRAS

Lúcio Camara e Silva

Universidade Federal de Pernambuco-UFPE
Rua Acadêmico Helio Ramos s/n. (9. andar do prédio administrativo do Centro de Tecnologia e Geociência-CTG). Cidade Universitária. 50740-530 – Recife, PE – Brasil.
E-mail: luciocsilva@gmail.com

Natalya de Almeida Levino

Universidade Federal de Pernambuco-UFPE
E-mail: natalya.levino@gmail.com

Marcele Elisa Fontana

Universidade Federal de Pernambuco-UFPE
E-mail: marcelelisa@gmail.com

RESUMO

A ausência de uma infraestrutura básica no período que ocorre um aumento da pluviosidade tem acarretado em grandes transtornos à população que reside na Região Metropolitana do Recife (RMR). Visto isso, o objetivo do trabalho é propor um modelo de decisão em grupo que forneça um auxílio no processo decisório sobre quais alternativas de correção e prevenção a adotar. O método SODA (*Strategic Options Development and Analysis*) foi aplicado para estruturar o problema e o método multicritério PROMETHEE II para obter-se uma ordenação das alternativas a serem executadas. Verificou-se que o modelo proposto é um importante instrumento de apoio ao processo decisório, permitindo aos decisores um melhor gerenciamento dos riscos de deslizamentos de barreiras. Isto é extremamente útil na definição e ordenação das alternativas a serem realizadas e melhora do nível de segurança e qualidade de vida da população que reside em áreas de riscos.

PALAVRAS CHAVE: Estruturação de problema, Análise Multicritério; Deslizamento de barreiras.

ABSTRACT

The lack of basic infrastructure in the period that there is an increased rainfall has caused major disruptions to population that resides in the Metropolitan Region of Recife (RMR). Therefore, the objective of this paper is to propose a group decision model to provide support in deciding about which alternatives of the correction and prevention to adopt. The SODA (*Strategic Options Development and Analysis*) method was applied to structure the problem and the multi-criteria method PROMETHEE II in order to obtain the ranking of alternatives to be implemented. It was found that the proposed model is an important tool for policy making, allowing decision makers to better manage the risks of landslides barriers. It is extremely useful in defining and ordering of alternatives to be carried out and improves the level of safety and quality of life of people living in areas of risk.

KEYWORDS: Problem structuring, Multicriteria analysis; Landslides barriers

1. Introdução

A chuva é sinal de bênção no Nordeste do Brasil, região historicamente castigada pelas secas. Para os moradores dos morros da Região Metropolitana do Recife (RMR) – Metrópole Regional – entretanto, significa sobressalto, noites mal dormidas e expectativas de desabamentos de barreiras, que provocam danos materiais, famílias desabrigadas e até mesmo vítimas fatais.

A despeito dos instrumentos normativos e legislações em vigor que restringem a ocupação nessas áreas, a população que habita os morros de forma crescente, vem adotando soluções para a ocupação que implicam na retirada da cobertura vegetal e no corte inadequado de barreiras, entre outras práticas. Soluções que somadas ao baixo controle urbano das administrações municipais e as limitadas intervenções públicas concorrem para transformar os morros, um patrimônio natural de grande beleza, em área de risco ambiental.

Tal paradoxo constitui um desafio aos gestores públicos que sem meios (pessoal, instrumentos técnicos e recursos financeiros) adequados para a reversão do estado de degradação, a que chegaram ao longo das últimas três décadas, vêem ampliar-se aceleradamente o fosso que separa os morros do restante das cidades. Do mesmo modo, é um desafio para os moradores que não ignoram o problema. Ambos estão parcialmente paralisados, por um ciclo que os limitam na prática, à intervenção esporádica e pontual, reduzindo os interesses coletivos ao plano individual, enquanto a dinâmica demográfica e construtiva pressiona cada vez mais os morros da Região Metropolitana.

Visto isso, o objetivo do trabalho é propor um modelo de decisão em grupo que forneça um auxílio no processo decisório sobre quais alternativas a serem adotadas, com base nas características apresentadas em cada região. Para isto, foi aplicado o método SODA (*Strategic Options Development and Analysis*), através dos mapas cognitivos, para estruturar o problema. Em seguida, utilizou-se o método multicritério PROMETHEE II (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) para obter-se uma ordenação das alternativas a serem executadas.

Este trabalho está dividido em quatro seções. A segunda seção apresenta a fundamentação teórica, onde é exposta a importância da estruturação do problema e da análise multicritério para auxílio ao processo decisório. A terceira seção apresenta o modelo proposto para gerenciamento de risco de deslizamento de barreiras, bem como uma ilustração do uso desse método na Região Metropolitana do Recife (RMR). Por fim, algumas considerações finais são realizadas.

2. Apoio ao processo decisório

Devido à grande complexidade inerente ao processo decisório, recorrente do volume de informações, da multiplicidade de interesses e atores, tomar uma decisão que reflita os interesses da maioria nem sempre é fácil. Procedimentos que auxiliem esses decisores, fornecendo maior aprendizagem e interação, proporcionam um processo mais democrático.

A relevância de procedimentos de estruturação e de apoio à decisão multicritério decorre de situações em que deve-se considerar vários pontos de vista, sendo esses muitas às vezes conflitantes entre si. Essa complexidade nas decisões torna evidente a importância da combinação que essas ferramentas têm no processo de tomada de decisão.

Sendo assim, de uma maneira geral, a estruturação de um problema requer a identificação dos atores, das características do problema, das alternativas potenciais, dos critérios de avaliação, da caracterização da problemática e por fim da escolha do método a ser aplicado (Vincke, 1992). Essa tem como objetivo auxiliar os decisores na construção de um maior entendimento do problema, incorporando à subjetividade a decisão.

Vários métodos de estruturação de problema têm merecido atenção nos últimos anos devido à complexidade das decisões em que os atores estão inseridos. Rosenhead (1989) apresenta uma coletânea de seis dos mais difundidos métodos de estruturação de problemas (*Problem Structuring Methods*), são eles: análise da robustez, abordagem hipergame, abordagem metagame, *Soft Systems Methodology* (SSM), *Strategic Choice Approach* (SCA) e *Strategic Options Development and Analysis* (SODA).

Depois de estruturado o problema, o processo de decisão deve ser guiado por uma análise com métodos multicritério a fim de apoiar o decisor em uma determinada problemática, seja escolha, ordenação, descritiva ou classificação de solução (Gomes *et al.*, 2002). O Apoio Multicritério a Decisão tem como princípio buscar o estabelecimento de uma relação de preferência entre alternativas que estão sendo avaliadas sob a influência de vários critérios, no processo de decisão.

A aplicação de um determinado método de decisão multicritério pressupõe a necessidade de se estabelecer quais objetivos o decisor pretende atingir, estabelecendo a representação destes múltiplos objetivos através de uso de múltiplos critérios. Além disso, sua escolha depende do problema a ser analisado, do contexto considerado, da estrutura de preferências do decisor e da problemática em questão (Keeney & Raiffa, 1976).

No contexto social, a essência do significado de uma avaliação multicritério se deve a tolerância e democracia. Esse é um aspecto muito importante quando se trata de questões sobre sustentabilidade, pois, havendo problemas em relação ao mercado e ao governo a otimização econômica não pode ser o único critério de avaliação. Portanto, a avaliação social multicritério se torna uma ferramenta que integra diferentes linguagens científicas, quando preocupações éticas da sociedade civil, sobre gerações futuras, devem ser consideradas (Munda, 2008).

3. Modelo proposto

Devido às intensas chuvas, no período do inverno, a Região Metropolitana do Recife (RMR) há muitos anos sofre com a ocorrência de deslizamentos. De acordo com Pfaltzgraff (2007), na RMR a maior concentração de registros de deslizamentos (com ou sem vítimas fatais) ocorre nos municípios de Recife, Olinda, Camaragibe e Abreu e Lima. No caso do município de Olinda os deslizamentos colocam em risco os patrimônios históricos e artísticos, representados por igrejas e monumentos, localizados em áreas de encostas e topos de colinas onde os movimentos do terreno causam rachaduras e fendas nas construções.

Segundo Gusmão Filho (1997), esse problema se tornou mais grave a partir da década de 1980 quando foram registradas dezenas de escorregamentos na zona norte da cidade de Recife (no período de 1993 a 1996 foram registrados 757 escorregamentos), que causaram cerca de 50 mortes por ano.

As causas e os efeitos dos deslizamentos em uma área são complexos e diversos. Em toda a área metropolitana do Recife, os fatores decorrentes da forma inadequada de ocupação das encostas são muito importantes na ocorrência dos deslizamentos, sendo agravados pelos condicionantes naturais (litologia, declividade, forma da encosta etc.). O acúmulo de lixo, cortes inadequados dos taludes, acúmulo do material proveniente desse corte e inexistência de rede de drenagem planejada são as causas que mais concorrem para instalação de processos erosivos e de movimentos de massa (Pfaltzgraff, 2007).

Os deslizamentos provocam problemas de infraestrutura, desalojando temporariamente ou permanentemente de muitos moradores. Por este motivo, percebeu-se a necessidade dos órgãos governamentais procederem de maneira estruturada, estabelecendo medidas a serem tomadas para prevenir deslizamentos, bem como, para corrigir os problemas gerados após a ocorrência de um deslizamento. Portanto, na sequência uma proposta de estruturação do problema é apresentada, ou seja, será apresentado um modelo de gerenciamento de riscos de deslizamentos. Além disso, uma aplicação é realizada, demonstrando a utilização de uma abordagem multicritério para apoio à tomada de decisão, para a escolha de quais medidas serem estabelecidas de acordo com as opiniões dos decisores envolvidos com a temática.

3.1. Estruturação do Problema

A estruturação de problemas é importante, pois permite auxiliar aos decisores no entendimento do problema e aumenta a interação entre eles. Através da estruturação os atores se sentem mais a vontade de emitir seus valores e preferências e como resultado criar um ambiente mais democrático.

O método escolhido SODA, é extremamente útil para lidar com situações complexas e quando os atores apresentam preferências distintas, como é o caso do exemplo estudado. Esse visa captar a interpretação de cada indivíduo de uma situação problemática e, portanto, intrinsecamente subjetivista (Eden & Ackermann, 2006). É um método baseado em modelo de tentativa de apoiar as equipes de interessados em trabalhar em problemas mal estruturados. Normalmente, as partes interessadas são reunidas em uma série de *workshops*.

3.1.1. Mapas Cognitivos Individuais e Agregação

Inicialmente deve ser realizada uma reunião com todos os atores, para esclarecimento da metodologia que será utilizada, bem como as pessoas que irão participar ativamente do processo. No caso do deslizamento da RMR, todas as ações são tomadas e executadas pelo governo (Secretarias do Meio Ambiente - SEMA, Secretaria da Infraestrutura - SEINFRA, Secretaria de Recursos Hídricos – SRH, e Instituto do Meio Ambiente - IMA) e técnicos pertencentes a esses órgãos, sendo esses os atores que participarão do processo de tomada de decisão.

Definidos os atores e o contexto decisório, defini-se o rótulo do problema, que para questão do deslizamento, é: *aumentar o nível de segurança e qualidade de vida da população*.

Segundo Ackermann & Eden (2001), os mapas cognitivos e reuniões facilitadoras são usados para influenciar o processo de negociação necessário para criar um consenso e compromisso com um curso de ação proposto. Modelos SODA capturam mapas individuais, que consistem ou significa em relações finais. Os fatores sociais podem ser considerados na medida em que recursos para ações de forma ou influenciar os objetivos do indivíduo.

O facilitador realiza reuniões individuais com cada ator separadamente, e isto é importante, pois permite que estes expressem seus valores sem interferência dos demais. Os atores vão expressar suas opiniões com base no que acredita serem as melhores alternativas/soluções para o rótulo que foi definido.

Com as informações de todos os atores o facilitador elabora o mapa agregado. O mapa agregado nada mais é que a reunião de todos os valores dos decisores em um único mapa. Na análise do mapa observar que na parte inferior encontram-se as ações “meio” e na parte superior encontra-se os elementos “fins”, revelando uma relação de influência entre os conceitos. A figura 1 mostra o mapa agregados dos atores da RMR.

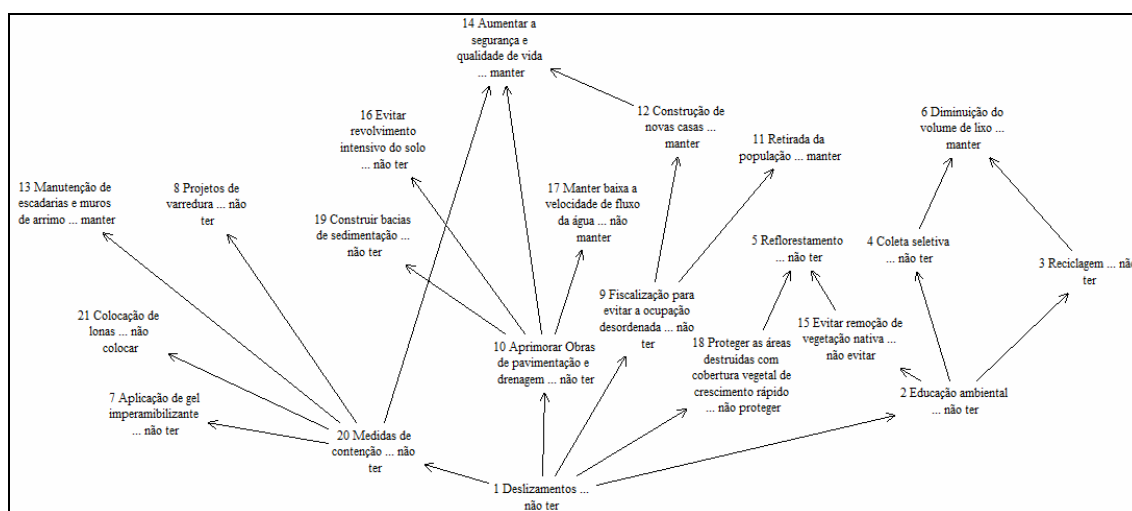


Fig. 1 - Mapa agregados dos atores da RMR.

Com o mapa pronto, o facilitador mostra aos atores, que podem inserir ou retirar alguns conceitos que julguem relevante ao processo. Observasse que o mapa é uma importante ferramenta de conhecimento e minimizador de conflitos.

3.1.2. Árvore de pontos de vistas fundamentais

Com o mapa agregado definido o facilitador já dispõe de informações para elaborar a árvore de ponto de vistas fundamentais. Através das relações de influência entre os conceitos no mapa agregado, o facilitador junto com os atores analisa as ações “meio” que são as mais importantes e constituem elementos necessários para o alcance das ações “fins”. Diante desta análise são extraídos os elementos principais, ou seja, ações que tem relação em cadeia com outros itens. A árvore é extremamente útil, pois mostra para cada ação necessária (meio) quais alternativas podem ser implementadas (fins). A figura 2 apresenta a árvore dos decisores da RMR.

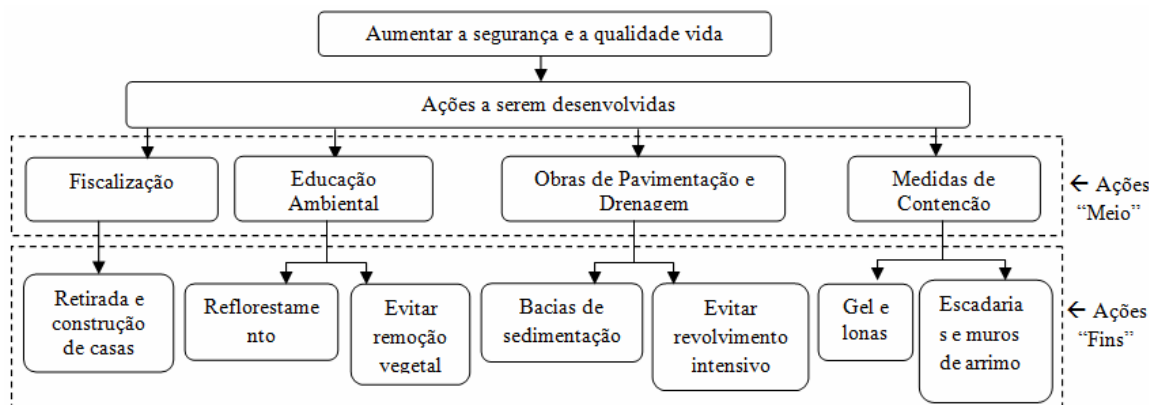


Fig. 2 - Árvore dos decisores da RMR

Depois da árvore pronta e com as alternativas já exposta, o facilitador já dispõe de instrumentos para aplicação dos métodos multicritério para a resolução do problema.

3.2. Agregação das Preferências

Após a etapa de estruturação do problema é necessário definir uma ordenação das alternativas para que o governo estabeleça quais serão implantadas e a sequência de implantação. O Governo municipal ou estadual, na figura do então prefeito ou governador, respectivamente, adotará as medidas de acordo com as sugestões concedidas pelas secretarias que estão relacionadas ao tema. Para exemplificar este processo, relacionam-se quatro decisores à problemática de deslizamentos, que são: (1) SEMA, (2) SEINFRA, (3) SRH e a (4) IMA.

No entanto, sem uma agregação das sugestões, a discussão a cerca do tema se torna muito abrangente, caracterizada pelos representantes de cada secretaria debatendo e defendendo as alternativas que são consideradas as melhores ações em sua opinião. Portanto, com o uso de um método multicritério de agregação das preferências individuais, onde os m decisores (DM), aqui representados pelas secretarias ($j = \{1, 2, 3, 4\}$), tem suas opiniões individuais agregadas em uma opinião global, tende a ajudar e facilitar o processo de tomada da decisão final, principalmente se estes decisores forem muito divergentes em suas opiniões.

Neste artigo considera-se que cada decisor tem capacidade de ranquear as alternativas da melhor para a pior, sem o uso de qualquer método auxiliar. Os critérios de avaliação individuais não serão analisados neste trabalho. É definido, que a forma de avaliar as alternativas é intrínseca a cada secretaria.

Para a agregação destas opiniões sugere-se o uso do método Promethee II que considera o ranque das alternativas resultante das opiniões individuais, ou seja, de cada decisor, como um critério. Segundo Belton & Stewart (2002), no Promethee II, a cada critério j é dado um peso w_j . Os pesos são medidas de importância relativa do critério. Portanto, cada decisor recebe um peso que representa o quanto suas opiniões influenciarão na decisão final. O uso de pesos diferentes pode-se justificar pelo grau de relacionamento em que cada decisor (secretaria) está envolvido á temática analisada.

Para a fase de agregação é necessário definir uma função de preferência para cada critério, ou seja, para cada decisor, que descreve a intensidade de preferência de uma alternativa

'a' sobre uma alternativa 'b', por um dado critério j (Vincke, 1992). A preferência é expressa por um número no intervalo $[0, 1]$, sendo 0 para não preferência ou indiferença e 1 para preferência estrita. A função de preferência de cada critério é determinada pelo decisor (Albadvi et al., 2007).

O uso da mesma função de avaliação para todos os critérios (decisores) durante a agregação das preferências é reforçada pela afirmação de Dias & Clímaco (2005), que diz não ser realística a avaliação de diferentes funções de preferência para cada um dos decisores. Portanto, nesta proposta, é utilizado a função de preferência de critério usual, com avaliação 0 ou 1, ou seja, se a alternativa 'a' for preferível a 'b' receberá a avaliação 1, se for indiferente ou menos preferível, receberá 0. Esta função é escolhida pelo fato de ser obtido dos decisores apenas um raque das alternativas, e na função de critério usual é suficiente conhecer a posição de cada alternativa no ranque individual. A matriz de avaliação alternativa *versus* critério (ou decisores) pode ser visualizada na tabela 1.

O Promethee II provê um ranque completo das alternativas da melhor para a pior, por meio do fluxo líquido de sobreclassificação que é a diferença entre o fluxo positivo e o fluxo negativo, e representa o balanço entre a força e a fraqueza de cada alternativa. Quanto maior o fluxo líquido, melhor é a alternativa (Macharis et al., 2004). Maiores informações sobre as funções de preferência e sobre os procedimentos de cálculos utilizados no Promethee II deixa-se como sugestão a consulta de referencias tais como: Belton & Stewart (2002); Vincke (1992); Macharis et al. (1998); e Macharis et al. (2004).

Tabela 1. Matriz de avaliação Alternativa *versus* Critério

Código	Alternativas	Ordenação das alternativas nos ranques*			
		DM 1	DM 2	DM 3	DM 4
A ₁	Retirada e construção de casas	1	2	6	3
A ₂	Reflorestamento	4	3	7	4
A ₃	Evitar remoção vegetal	6	7	1	2
A ₄	Bacias de sedimentação	2	5	4	6
A ₅	Evitar revolvimento intensivo	5	4	3	1
A ₆	Gel e lonas	3	1	5	5
A ₇	Escadarias e muros de arrimo	7	6	2	7

* A alternativa de maior importância recebe a posição 1 e a pior 7.

Pode ocorrer de uma determinada ordem (lista) de alternativas concebida por uma secretaria conter alternativas que não estão presentes nas demais. Neste caso, esta alternativa receberá avaliação igual a 0, durante a comparação par a par do método Promethee II, na avaliação dos decisores que não a consideraram em seu ranque individual. Este cenário não é avaliado neste trabalho, por considerar que a figura de um facilitador é importante neste processo, e ele deve, ao receber as opiniões individuais, indagar todos os DMs sobre suas preferências quanto às alternativas ausentes em seus ranques, mas que estão presentes no ranque de outro(s) DM(s). Muitas vezes a ausência reflete um esquecimento e não uma desaprovação da alternativa.

O somatório dos pesos da importância relativa de cada decisor na decisão final deve ser tal que $\sum_{j=1}^m w_j = 1$. Assim sendo, considera-se inicialmente que cada secretário tem a mesma importância, ou seja, $w_1 = w_2 = w_3 = w_4 = 0,25$.

O ranqueamento das alternativas, pelo Promethee II, é visto na figura 3, calculado com o auxílio do *Software Decison Lab*. Este ranque representa as preferências do grupo, ou seja, um ranque global das preferências individuais.

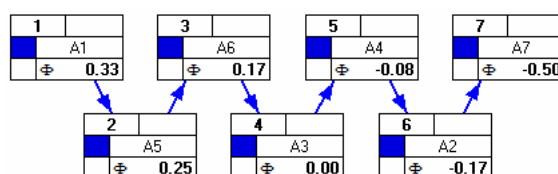


Fig. 3 - Ranque final do Promethee II

Por meio da agregação proposta, tem-se como a melhor alternativa A_1 e como a pior A_7 . No entanto, os decisores se mostraram divergentes em suas opiniões. Assim sendo, para visualizar melhor o comportamento de cada decisor frente às alternativas avaliadas, utiliza-se o plano GAIA, apresentado na figura 4.

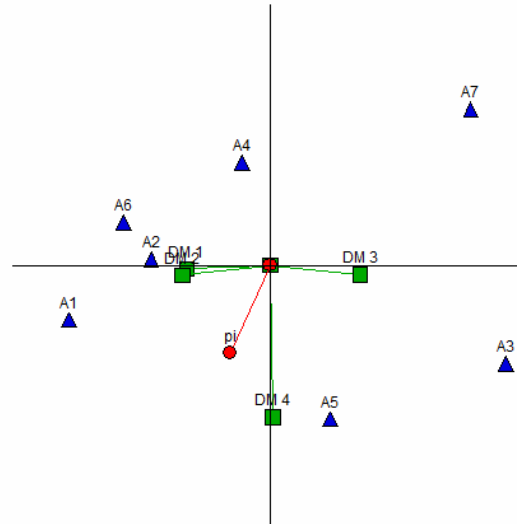


Fig. 4 - Plano GAIA das preferências dos decisores.

Com o plano GAIA verifica-se que o eixo de decisão π_i está posicionado entre os decisores DM1/DM2 e DM4. Trazendo o decisor DM3 quase oposto ao eixo de decisão. O que nos leva a crer que no caso de uma diferenciação dos pesos na decisão final, essa possa ser alterada. Para verificar este comportamento, faz-se uma simulação da alternância da importância relativa de cada decisor em $\pm 10\%$ em seu peso.

As simulações mostraram que o cenário é suscetível a inversão de ordem com a alteração das preferências dos decisores. No entanto, a pior alternativa é a mesma em qualquer alteração, ou seja, A_7 , bem como as três melhores alternativas oscilam na posição entre A_1 , A_5 e A_6 , dependendo da alteração de pesos feita e para todos os decisores.

Pode-se dizer que o problema tem como as melhores soluções (A_1) Retirada e construção de casas, (A_5) Evitar revolvimento intensivo e (A_6) Gel e lonas. Novamente frisa-se a necessidade da figura de um facilitador que deve inferir do representante máximo do governo, qual a real importância de cada decisor no problema em análise.

4. Conclusão

O modelo de decisão em grupo proposto nesse trabalho é uma ferramenta de suma importância para a gestão de riscos de deslizamentos de barreiras, sendo centrado em dois eixos: a estruturação de problema, através do método SODA e a aplicação do método multicritério PROMETHEE II. A estruturação e análise multicritério engloba aspectos sociais e ambientais. Além disso, a abordagem adotada possibilita o envolvimento de diferentes grupos de interesse, reduzindo os conflitos existentes entre a multiplicidade de interesses.

A estruturação permite os atores entender os principais problemas apresentados nas regiões, bem como a visualização, através dos mapas cognitivos, das possíveis alternativas para a resolução do problema de deslizamento. Através do método SODA, os atores compreendem melhor o problema, aumentando a sua percepção sobre as ações a serem tomadas tornando o processo mais simplificado.

É importante perceber, que o objetivo da aplicação de um método multicritério de agregação das preferências individuais, não é eliminar o processo de negociação entre as partes envolvidas. O seu uso busca a minimização das discussões a cerca do problema existente e facilitar a tomada de decisão, tangendo para a escolha da alternativa que seja 'pelo menos uma das melhores' na opinião da maioria.

Um benefício do uso do Promethee II, além de fornecer uma visão global das opiniões dos envolvidos, é fornecer uma ordem de preferência das alternativas, sendo esta útil quando se pretende ou precisa-se adotar mais de uma ação para a problemática. Com o método pode-se obter uma ordenação sobre as alternativas que podem ser adotadas, de acordo com as prioridades dos atores, para gerenciar os riscos dos deslizamentos de barreiras.

O modelo em grupo desenvolvido visa criar uma ferramenta de auxílio ao processo de decisão que seja um importante instrumento de aprendizagem e ordenação de alternativas para gerenciamento de riscos dos deslizamentos de barreiras. Com este pretende-se aumentar o grau de segurança da população bem como selecionar as melhores alternativas para os problemas de cada região.

Referências

- Ackermann, F. & Eden, C.** (2001). Contrasting single user and networked group decision support systems for strategy making. *Group Decis Negot*, vol 10, n 1, pp. 47–66.
- Albadvi, A.; Chaharsooghi, S. K.; Esfahanipour, A.** (2007). Decision making in stock trading: An application of Promethee. *European Journal of Operational Research*, vol 177, pp. 673-683.
- Alheiros, M. M.** (1998). Riscos de escorregamentos na Região Metropolitana de Recife. Universidade Federal da Bahia, Salvador, pp. 120. (Tese).
- Belton, V. & Stewart, T. J.** (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis*. Kluwer Academic Publishers.
- Dias, L. C.; Costa, J. P.; Clímaco, J. N.** (1998). A parallel implementation of the Promethee method. *European Journal of Operational Research*, vol 104, pp. 521-531.
- Eden, C. & Ackermann, F.** (2006) Where next for problem structuring methods. *J Oper Res Soc* vol. 57, n 7, pp. 766–768.
- Gomes, L., F., A.; Gomes, C., F., S.; Almeida, A. t. de.** (2002). *Tomada de Decisão Gerencial: O Enfoque Multicritério*, Rio de Janeiro, Ed. Atlas, 2002.
- Gusmão Filho, J. A & Alheiros, M. M.** (1997). Estudo das encostas ocupadas do Recife. *PAN AM Symposium of Landslides IAEG/ABMS*, 2nd, Rio de Janeiro, pp. 919.
- ISDR - International Strategy for Disaster Reduction. Hazard classification.** (2005). In: Disaster risk reduction 1994-2004. Geneva, 1/3 CD-ROM.
- Keeney, R.L. & Raiffa, H.** (1976) Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs. *John Wiley & Sons*.
- Macharis, J.; Brans, P.; Mareschal, B.** (1998). The GDSS PROMETHEE procedure, *Journal of Decision Systems*, vol. 7, pp. 283-307.
- Macharis, C.; Springael, J.; Brucker, K. de; Verbeke, A.** (2004). PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis: Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP. *European Journal of Operational Research*, vo. 153, pp. 307-317
- Munda, G.** (2008). *Social multi-criteria evaluation for a sustainability economy*. Springer-Verlag: Berlin.
- Pfaltzgraff, P. A. dos S.** (2007). Mapa de suscetibilidade a deslizamentos na Região Metropolitana do Recife. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, pp. 151. (Tese).
- Rosenhead, J.** (1989). Rational Analysis for a Problematic World - Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict. *John Wiley & Sons*.
- Vincke, P.** (1992). *Multicriteria decision aid*. Bruxelles, Jonh Wiley & Sons.