

PROPOSTA DE AÇÃO DECISÓRIA NA GESTÃO DE RISCO À INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE IPANGUAÇU/RN ATRAVÉS DO PROCESSO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA (PAH)

Juliana Rayssa Silva Costa
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
rayssa480@hotmail.com

Fernando Moreira da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
fmoreyra@ufrnet.br – UFRN

Hamilcar José Almeida Filgueira
Universidade Federal da Paraíba
hfilgueira@gmail.com - UFPB

EIXO TEMÁTICO: RISCOS, SOCIEDADE E FENÔMENOS DA NATUREZA.

Resumo: A presente pesquisa visa identificar a melhor opção dentro das alternativas possíveis e ajudar na determinação de prioridades para gerenciar o risco a inundação ocorrida no município de Ipanguaçu, localizado no Vale do Açu, Estado do Rio Grande do Norte – Brasil, com base na gestão realizada no ano de 2009, por meio do Processo de Análise Hierárquica (PAH) elaborado por Thomas L. Saaty (1972) e indicadores elaborado por Cardona *et al.*, (2005). Os resultados encontrados expõem ótimas opções a serem seguidas ao comparar com a realidade local. Portanto, esta metodologia se torna uma ferramenta útil para a análise econômica e setorial, com o fim de promover políticas de desenvolvimento, ordenamento territorial local, intervenção e proteção de bacias hidrográficas, justificar a transferência de recursos para o nível local com fins específicos de gestão de risco e a criação de redes de segurança social.

Palavras-Chave: Risco, Desastre, Inundação e Gestão.

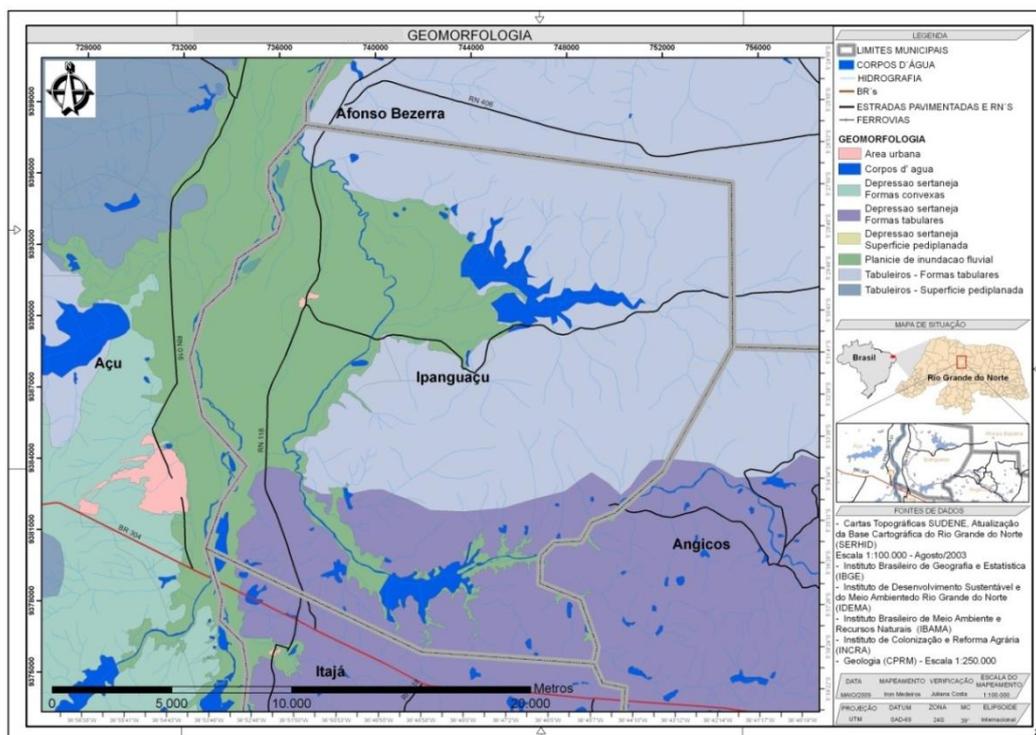
ABSTRACT: This research aims to identify the best option within the alternatives and help in determining priorities for managing the risk to flooding in the city of Ipanguaçu, located in Vale do Açu, State of Rio Grande do Norte - Brazil, based on management held in 2009, through the Analytic Hierarchy Process (PAH), developed by Thomas L. Saaty (1972) and indicators developed by Cardona *et al.*, (2005). The results exhibit great options to follow when compared with the local reality. Therefore, this approach becomes a useful tool for analyzing economic and sectoral, in order to promote development, local land use planning, intervention and protection of watersheds, justify the transfer of resources to local management for specific purposes risk and the creation of social safety nets.

Keywords: Risk, Disaster, Flood, Management.

Introdução

O município de Ipanguaçu (Mapa 1), localizado no Estado do Rio Grande do Norte (Brasil), cuja economia destes é praticamente voltada para a fruticultura nacional, mas principalmente para exportação, já foi inundado diversas vezes, desde 1960 até 2011. A recorrência desse evento (verificado em 1964, 1974, 1985, 2004, 2008, 2009 e 2011) tem causado impactos em diversos setores (econômico, social e ambiental) e em várias escalas (local, regional, nacional e internacional).

Com o passar dos anos é visto que tais eventos têm ocorrido em prazos menores, com relação ao tempo, e com maior intensidade, com relação aos impactos. Entre as três primeiras inundações citadas o tempo de retorno desse evento era entre nove e dez anos. Já entre 2004 a 2008 o tempo máximo sem a ação deste episódio foi de três anos. Após esse último ano, a inundação ocorreu no ano seguinte e em 2011. Das sete inundações nessa região, a de 2008 foi a que teve a menor precipitação pluviométrica anual (778,1 mm), porém foi a mais devastadora, enquanto que a de 2009 foi a segunda maior desse período das seis inundações (com um total de chuva de 1.126,9 mm) e os impactos não foram tão intensos, como a do ano anterior (COSTA, 2009).



Devido a estes fatores, há necessidade de se estudar a dinâmica ambiental, social e gerencial desse município relacionadas à inundação, para que posteriormente sejam realizadas políticas de gestão ambiental e adequação das suas capacidades produtivas.

Parte das dificuldades para se conseguir uma gestão efetiva de risco de desastres tem sido a ausência de um adequado marco conceitual que facilite a sua avaliação e a sua intervenção desde uma perspectiva multidisciplinar. A maioria das técnicas de avaliação existente não expressa o risco na linguagem dos diversos atores e tomadores de decisão envolvidos e não se fundamentam em um enfoque holístico que “chame” para o estudo da sua problemática ou para a sua efetiva intervenção. É preciso entender também, principalmente por parte dos gestores públicos, que o risco em micro escala social e territorial é mais detalhado do que em macro escala, e que as tomadas de decisões e as necessidades de informações em cada nível são diferentes, já que os atores sociais e os interessados em geral não são os mesmos.

Contudo, é necessário contar com ferramentas apropriadas de avaliação para facilitar a compreensão do problema e orientar a tomada de decisão antes, durante e após a ocorrência de um “fenômeno natural” adverso que possa desencadear um processo de desastre. Também é necessário analisar o “desempenho” da gestão de risco para que os tomadores de decisões possam ter acesso a informações relevantes e passam assim identificar ou propor políticas e ações factíveis.

Para realizar tal feito, a presente pesquisa obteve como metodologia o Processo de Análise Hierárquica (PAH) ou *AnalyticHierarchyProcess* (AHP), pois este é eficaz para a tomada de decisão, pois ele identifica a melhor opção dentro das alternativas possíveis e ajuda na determinação de prioridades, (cujo fator foi analisado para os cinco municípios em análise) considerando aspectos quantitativos e qualitativos. Através da redução de decisões complexas a decisões comparativas par a par. O PAH se divide em estruturação, julgamentos e síntese dos resultados (BESTEIRO *et al.* 2009).

O Método de Análise Hierárquica se caracteriza por dividir um problema de decisão através do seu ordenamento em níveis hierárquicos. De um problema complexo, com múltiplos critérios, pode-se estruturar uma hierarquia com inúmeros níveis, fixando-se o objetivo principal do problema no primeiro nível, a definição dos critérios no segundo nível e assim por diante. Assim o tomador de decisões deverá formular um objetivo global único e dividir o sistema com critérios e indicadores atingindo esse objetivo (GOMES, 2006).

O PAH é um processo multicriterial ou multiobjectivo desenvolvido pelo matemático Thomas L. Saaty da WhartonSchool, Universidade da Pensilvânia (EUA). Ele procura reproduzir o que parece ser um método de funcionamento da mente humana, ao encarar um grande número de elementos controláveis ou não, que contém uma situação complexa. Nesta condição, os elementos são agrupados segundo propriedades comuns (GOMES, 2009).

A teoria foi desenvolvida para um problema específico de planejamento de contingência em 1972 e depois, em uma aplicação maior, para projetos alternativos do Sudão em 1977. Segundo Saaty (1980), o resultado foi um conjunto de prioridades e um plano de investimento para projetos a serem implementados no país no final dos anos 1980. As idéias desenvolveram-se progressivamente, através de suas aplicações em vários outros projetos, tais como alocação de energia, investimento em tecnologia de retorno incerto, relacionamento com terrorismo, compra de carros e dentre outros (GOMES, 2009).

O PAH e o matemático Saaty, seu autor, ganharam notoriedade na comunidade científica através do livro *The AnalyticHierarchyProcess*, publicado em 1980. Desde então, conforme Morita (1998) *apud* Gomes (2009), o método foi citado em centenas de publicações científicas. Existem mais de uma dezena de livros sobre o assunto em vários idiomas. Foram realizados simpósios internacionais específicos sobre o tema. Várias revistas científicas, como a *MathematicalModelling* e a *EuropeanJournalofOperationalReserach*, publicaram edições dedicadas ao assunto, contendo dezenas de artigos em um único número.

Ao pesquisar sobre o PAH relacionado à gestão a inundação, o trabalho mais próximo a esse proposto é a tese de Côrtes (2009), cujo título é Sistemática de auxílio à decisão para a seleção de alternativas de controle de inundações urbanas, pois a maioria dos trabalhos encontra-se na área da administração. Quanto à área de meio ambiente, esta metodologia esta mais relacionada à erosão, deslizamento de terras, geoprocessamento e dentre outros.

Objetivos

Em virtude da necessidade de ferramentas apropriadas de avaliação para facilitar a compreensão do problema e orientar a tomada de decisão antes, durante e após a ocorrência de um “fenômeno natural” adverso que possa desencadear um processo de desastre, o presente artigo visa identificar a melhor opção dentro das alternativas possíveis e ajuda na determinação de prioridades para gerenciar o risco a inundação ocorrida no município de Ipanguaçu, com base na gestão realizada no ano de 2009, por meio do Processo de Análise Hierárquica (PAH) elaborado por Thomas L. Saaty (1972) e indicadores elaborado por Cardona *et al.*, (2005), cujos estes adéquam-se perfeitamente para este fim, pois para aplicação desta é preciso entender como surge, cresce e acumula-se a vulnerabilidade, o risco e a gestão deste à inundação.

Materiais e método

Entretanto, para obter o PAH, o qual foi elaborado por Saaty (1972) utilizamos quatro planilhas elaborada por Cardona *et al.* (2005, p. 133-136). A primeira dessa encontra-se relacionada a indicadores voltada para identificação do risco, a segunda a redução do risco, a terceira ao manejo de desastres e a quarta à governabilidade e proteção financeira, cuja primeira pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1. Alocação de fatores de importância para os indicadores de Identificação de Riscos

¿Cuál de los indicadores percibe como más importante?

Colocar una X al frente

¿En qué grado?

Colocar X

| | | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | | | | | | | | |
|--|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas | vs. | IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico | | | | | | | | |
| IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas | vs. | IR3. Evaluación mapeo de amenazas | | | | | | | | |
| IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas | vs. | IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo | | | | | | | | |
| IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas | vs. | IR5. Información pública y participación comunitaria | | | | | | | | |
| IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas | vs. | IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos | | | | | | | | |
| IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico | vs. | IR3. Evaluación mapeo de amenazas | | | | | | | | |
| IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico | vs. | IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo | | | | | | | | |
| IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico | vs. | IR5. Información pública y participación comunitaria | | | | | | | | |
| IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico | vs. | IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos | | | | | | | | |
| IR3. Evaluación mapeo de amenazas | vs. | IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo | | | | | | | | |
| IR3. Evaluación mapeo de amenazas | vs. | IR5. Información pública y participación comunitaria | | | | | | | | |
| IR3. Evaluación mapeo de amenazas | vs. | IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos | | | | | | | | |
| IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo | vs. | IR5. Información pública y participación comunitaria | | | | | | | | |
| IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo | vs. | IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos | | | | | | | | |
| IR5. Información pública y participación comunitaria | vs. | IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos | | | | | | | | |

Fonte: Cardona *et al.* (2005, p. 133-136).

Posteriormente, a tabela foi preenchida de acordo com os julgamentos de valor emitidos pelos gestores de cada município em estudo, utilizando uma escala própria, que varia de 1 a 9, denominada por Saaty (1991) por Escala Fundamental, cuja esta pode ser mostrada na Tabela 1. O resultado é uma matriz de comparações paritárias ou matriz pareada, fruto dos julgamentos de um nível sob um determinado critério/indicador de decisão do nível imediatamente superior, cuja forma pode ser visualizada na Tabela 2 e Equação 1(GOMES, 2009).

Tabela 1 – Escala Fundamental de Saaty (de comparações binárias)

| Intensidade de importância | Definição | Explicação |
|----------------------------|--|---|
| 1 | Mesma importância | Os dois critérios contribuem igualmente para o objetivo |
| 3 | Importância pequena de uma sobre a outra | A experiência e o julgamento favorecem levemente um critério em relação ao outro |
| 5 | Importância grande ou essencial | A experiência e o julgamento favorecem fortemente um critério em relação ao outro |
| 7 | Importância muito grande ou demonstrada | Um critério é fortemente favorecido em relação ao outro; sua dominação de importância é |

| | | |
|--------------------------------------|---|---|
| | | demonstrada na prática |
| 9 | Importância Absoluta | A evidência favorece um critério em relação outro com o mais alto grau de certeza |
| 2, 4, 6, 8 | Valores intermediários entre valores adjacentes | Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições |
| Recíprocos dos valores acima de zero | Se a atividade i recebe uma designação acima de zero quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparado com i | Uma designação razoável |
| Racionais | Razões resultantes de escala | Se a consistência tiver de ser forçada para obter valores |

Fonte: SAATY, 2000 *apud* Gomes, 2006.

Tabela 2 – Matriz Genérica de Comparação Paritária

| | A | B | C | D |
|---|-------|-------|-----|-----|
| A | 1 | a12 | a13 | a14 |
| B | 1/a12 | 1 | a23 | a24 |
| C | 1/a13 | 1/a23 | 1 | A34 |
| D | 1/a14 | 1/a34 | A34 | 1 |

Fonte: SAATY, 2000 *apud* Gomes, 2006.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

A PAH utiliza o método de autovalor (*eigenvalue*) para determinar os pesos doselementos da matriz pareada, a ordem de prioridade e como uma medida da consistênciado julgamento. Os elementos da matriz de comparações paritárias com colunas normalizadas denominam-se pesos. Em caso de consistência perfeita, essa matriz é composta de linhas de elementos iguais, enquanto a soma dos elementos de cada coluna é igual à unidade, podendo ser representada por um vetor W de n elementos, que são os pesos w_i , $i = 1, \dots, n$ (GOMES, 2009). Os pesos são calculados pela Equação 2.

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n} \quad (2)$$

Os elementos da matriz de comparações paritárias se relacionam com os pesos pela Equação 3.

$$a_{ij} = \frac{W_i}{W_j} \quad i, j=1, \dots, n \quad (3)$$

A Equação 2 é equivalente à Equação 4.

$$a_{ij} \frac{W_j}{W_i} = 1 \quad i, j=1, \dots, n \quad (4)$$

Conseqüentemente chega-se a Equação 5

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} W_j \frac{1}{W_i} = n \quad i=1, \dots, n \quad (5)$$

O que equivale à Equação 6

$$AW = nW \quad (6)$$

Pela teoria das matrizes, o vetor W que satisfaz a Equação 16 é um autovetor com autovalor n . Nesta equação, A é a matriz pareada. Em casos práticos, em que a reciprocidade da matriz de comparações paritárias não é perfeita, os elementos a_{ij} se afastam da razão ideal w_i/w_j e a Equação 16 não é válida. Porém, combinando-se as duas propriedades seguintes da teoria das matrizes, conclui-se que se a diagonal da matriz A consiste de elementos unitários ($a_{ij}=1$) e se for consistente, então pequenas variações de a_{ij} mantêm o máximo autovalor λ_{\max} perto de n e os demais autovalores próximos a zero (GOMES, 2009).

Se $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ são números satisfazendo a equação $Ax = \lambda x$, ou seja, são autovalores de A , e se $a_{ij}=1$, então vale a Equação 7.

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = n \quad (7)$$

Se os elementos a_{ij} de uma matriz recíproca foram modificados em pequenas quantidades, os autovalores se alteram em pequenas quantidades.

Assim, para encontrar o vetor prioridade, deve-se encontrar o vetor W que satisfaça a Equação 8.

$$Aw = \lambda_{\max} w \quad (8)$$

Em que A é a matriz pareada, W o vetor e λ_{\max} é autovalor máximo.

A distância entre λ_{\max} e n é, portanto, uma medida de consistência. A partir desses conceitos, Saaty (1980) recomenda o procedimento a seguir para verificar a consistência dos julgamentos e consolidar as prioridades.

Inicialmente é feito o cálculo do autovetor de maneira aproximada através de três etapas:

1. Somar o total de cada coluna da matriz de comparações;
2. Normalizar a matriz, dividindo cada elemento pelo total da sua respectiva coluna, gerando a matriz Aw, representada na Equação (9); e
3. Calcular a média aritmética de cada linha da matriz normalizada, gerando o vetor C apresentado na Equação (10).

$$A_w = \begin{pmatrix} \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^m a_{i1}} & \frac{a_{12}}{\sum_{i=1}^m a_{i2}} & \dots & \dots & \frac{a_{1m}}{\sum_{i=1}^m a_{im}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{a_{m1}}{\sum_{i=1}^m a_{i1}} & \frac{a_{m2}}{\sum_{i=1}^m a_{i2}} & \dots & \dots & \frac{a_{mm}}{\sum_{i=1}^m a_{im}} \end{pmatrix} \quad (9)$$

$$C = \begin{pmatrix} c_1 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ c_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^m a_{i1}} + \frac{a_{12}}{\sum_{i=1}^m a_{i2}} + \dots + \frac{a_{1m}}{\sum_{i=1}^m a_{im}}}{m} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \frac{\frac{a_{m1}}{\sum_{i=1}^m a_{i1}} + \frac{a_{m2}}{\sum_{i=1}^m a_{i2}} + \dots + \frac{a_{mm}}{\sum_{i=1}^m a_{im}}}{m} \end{pmatrix} \quad (10)$$

O vetor C é o autovetor dos critérios/indicadores de decisão de cada nível. O mesmo processo deve ser aplicado para cada matriz de comparações abarcando toda a estrutura hierárquica do problema. Os elementos c_i representam o grau relativo de importância do i-ésimo elemento no vetor coluna de pesos de importância.

Em seguida, multiplica-se a matriz de comparações paritárias (A) pelo autovetor da solução estimada (vetor C), resultando um vetor coluna chamado por Morita (1998) *apud* Gomes (2009) de vetor das prioridades consolidadas, como apresentado na Equação 11.

$$A.C = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_1 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ c_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ x_m \end{bmatrix} \quad (11)$$

Quando as colunas normalizadas não são idênticas aparece à inconsistência da matriz de comparações paritárias, requerendo uma avaliação da consistência. A consistência de uma matriz positiva recíproca requer que seu valor λ_{\max} seja igual ao número de linhas (ou colunas) da matriz de comparações paritárias n. Quanto mais próximo de λ_{\max} for de n, mais consistente será o resultado. λ_{\max} é calculado por meio da Equação 12.

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{i - \text{ésima entrada em } Ax C}{i - \text{ésima entrada em } C} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{C_i} \quad (12)$$

O índice de consistência IC de uma matriz de comparações paritárias é usado para mostrar quanto o valor de λ_{\max} está afastado do valor teórico esperado n, portanto o desvio é dado por ($\lambda_{\max} - n$). Esta diferença é medida relativamente ao número de graus de liberdade desta matriz (n-1). Assim, o índice de consistência é dado pela Equação 13.

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (13)$$

Se IC é suficientemente pequeno, as comparações do decisor são provavelmente consistentes para dar estimações úteis dos pesos da função objetivo. O índice de consistência é comparado com o índice randômico (IR) para o valor n (número de ordem da matriz de comparações paritárias) para determinar se o grau de consistência é satisfatório. O índice randômico representa o valor que seria obtido em uma matriz de comparações paritárias de ordem n e em que não fossem feitos julgamentos lógicos, preenchendo-se os elementos com valores aleatórios. Os valores do índice randômico para diferentes matrizes do tipo matriz de comparações paritárias foram calculados por Saaty (1980) e estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Índice Randômico em função da ordem da matriz de comparações paritárias

| Dimensão da matriz | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Coerência aleatória | 0,00 | 0,00 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Fonte: Saaty, 1980 apud Gomes, 2009.

A razão de consistência permite analisar o grau de violação da proporcionalidade e transitividade dos julgamentos do decisor. A razão de consistência é calculada pela Equação 14.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (14)$$

Parâmetro: Adota-se que se $IC/IR < 0,10$, o grau de consistência é satisfatório, mas se $IC/IR > 0,10$ podem existir inconsistências e o PAH não pode dar resultados significativos. Quando o grau de consistência é pobre (índice de consistência maior que 0,10), é necessário obter mais informações nas comparações dos critérios, ou seja, realizar uma coleta de informações a partir de uma nova avaliação de julgamentos (GOMES, 2009).

Resultados e Discussões

Ao analisar os resultados do PAH para os indicadores de identificação de Riscos, redução do risco, manejo de desastre e governabilidade e proteção financeira para o município de Ipanguaçu, os quais podem ser visualizados na Tabela 4, concluir-se que, tais resultados (sugestões) são totalmente pertinentes.

O PAH aborda que deve-se primeiramente priorizar a questão de ‘monitores de ameaças e prognóstico’ (32,8%), e deve sim, pois como Ipanguaçu é o único município dentre os de análise que realiza monitoramento da variáveis climatológicas (precipitação, temperatura, evaporação, umidade e dentre outros, este deve melhorar tal recurso, através da compra de equipamentos mais precisos, com tecnologia avançada; manutenção contínua; capacitação das pessoas que realizam o monitoramento e inserção de sistemas de alerta automáticos que funcionem continuamente.

Tabela 4 – Resultados do PAH para o município de Ipanguaçu

| Indicadores de Identificação do Risco a serem priorizados | % do PAH |
|---|----------|
| IIR1 - Inventário sistemático de desastres e perdas | 13,1 |
| IIR2 - Monitores de ameaças e prognóstico | 32,8 |
| IIR3 - Avaliação de ameaças e sua representação em mapas | 5,2 |

PROPOSTA DE AÇÃO DECISÓRIA NA GESTÃO DE RISCO À INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE IPANGUAÇU/RN
 ATRAVÉS DO PROCESSO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA (PAH)

| | |
|---|-----------------|
| IIR4 - Avaliação de vulnerabilidade e risco | 20,6 |
| IIR5 - Informação pública e participação comunitária | 18,9 |
| IIR6 - Capacitação e educação em gestão de riscos | 9,4 |
| Indicadores de Redução do Risco a serem priorizados | % do PAH |
| IIR1 - Integração do risco na definição de usos do solo e no planejamento urbano | 12,2 |
| IIR2 - Intervenção de bacias hidrográficas e proteção ambiental | 7,4 |
| IIR3 - Implementação de técnica de proteção e controle de inundação | 34,2 |
| IIR4 - Melhoramento de moradia e realocação de assentamentos (residências) de áreas propensas | 9,4 |
| IIR5 - Atualização e controle da aplicação de normas e códigos de construção | 16,3 |
| IIR6 - Reforço e Intervenção da vulnerabilidade de bens públicos | 20,6 |
| Indicadores de Manejo de Desastres a serem priorizados | % do PAH |
| IMD1 - Organização e coordenação de operações de emergência | 30,1 |
| IMD2 - Planejamento da resposta em caso de emergência e sistemas de alerta | 18,3 |
| IMD3 - Dotação de equipes, ferramentas e infraestrutura | 15,4 |
| IMD4 - Capacitação operativa, simulação e prova da resposta interinstitucional | 5,5 |
| IMD5 - Preparação e capacitação da comunidade | 19,3 |
| IMD6 - Planejamento para a reabilitação e reconstrução | 11,5 |
| Indicadores de Governabilidade e Proteção Financeira a serem priorizados | % do PAH |
| IPF1 - Organização interinstitucional, de múltiplos setores e descentralizada | 20,4 |
| IPF2 - Fundos de reservas para o fortalecimento institucional | 7,0 |
| IPF3 - Localização e mobilização de recursos e orçamento | 17,3 |
| IPF4 - Implementações de redes e fundos de segurança social | 9,7 |
| IPF5 - Cobertura de seguros e estratégias de transferência de perdas de ativos públicos | 12,9 |
| IPF6 - Cobertura de seguros e resseguros de moradia | 32,8 |

Em seguida o PAH sugere-se as seguintes ações: ‘avaliação de vulnerabilidade e risco’ (20,6%), pois este só identifica os elementos expostos em áreas propensas da cidade através dos AVADAN’s, mas este deve: identificação e representar os principais elementos expostos em áreas propensas da cidade e município; realizar estudos gerais de vulnerabilidade física utilizando algum

SIG levando em conta ademais as bacias no interior e próxima à cidade; elaborar estudos detalhado de risco, utilizando técnicas probabilísticas, levando em conta o impacto econômico e social gerado pela inundação; analisar a vulnerabilidade da maioria de prédios essenciais (escolas, posto de saúde) e avaliar de forma generalizada o risco, considerando fatores físicos, sociais, culturais e ambientais.

Em sequencia, o PAH aconselha a investir na ‘informação pública e participação comunitária’ (18,9%), apesar de informar a população sobre a gestão de risco no ano de 2009 através de rádio, orientando a população como se preparar em caso de emergência antes do período chuvoso, os gestores desse município bem que poderia confeccionar materiais ilustrativos sobre inundação para a redução de vulnerabilidade e realizar trabalhos com comunidades e com ONGs no que concerne a inundação.

Em seguida, o PAH sugere que deve-se priorizar na questão do inventário sistemático de desastres e perdas (13,1%), e carece sim, pois é através deste que se tem a dimensão das perdas e do desastre, o qual expõe quais os lugares devem ser investidos, ou seja, providenciar medidas estruturais ou não.

Em sequencia o PAH indica que deve ser realizado ‘capacitação e educação em gestão de riscos’ (9,2%), a qual não é realizada por nenhum município em análise, cujo (s) esse (s) deveria incorporar a gestão de risco nos programas curriculares, confeccionar materiais de instrução de alta qualidade e realizar cursos frequentes de capacitação da população.

E por fim deve levar em consideração ‘avaliação de ameaças e sua representação em mapas’ (5,2%), cujo município não contém nenhum tipo de mapeamento, apenas croqui, portanto, sugere-se que seja realizado: estudos descritivos e qualitativos de susceptibilidade e ameaça à inundação; uso generalizado de SIG para o mapeamento de locais atingidos pela inundação; mapas de ameaça baseados em técnicas probabilísticas ou não; elaboração de mapas de riscos com grandes escalas e realizar zoneamentos e micro zoneamento da cidade.

No que concerne aos indicadores de redução do risco, o PAH expõe que, primeiramente deve ser realizado ‘implementações de técnicas de proteção e controle de inundação’ (34,2%) por meio de confecções de planos de mitigação e adequado desenho e construção de obras de estabilidade, amortecimento, dissipação e controle com fins de proteção da população e investimentos sociais. Em seguida sugerem-se as seguintes ações: ‘reforço e intervenção da vulnerabilidade de bens públicos’ (20,6%) através da massificação do reforço dos principais prédios públicos e infraestrutura de linhas vitais (estradas, escolas, posto de saúde etc.) e programas permanentes de incentivos para reabilitação de moradia de extratos socioeconômicos de baixo ingresso; ‘atualização e controle da aplicação de normas e códigos de construção’ (16,3%) através da confecção e atualização permanente de códigos e outras normas de segurança, implantação de um regulamento de construção para a cidade com base em micro zoneamento urbano e controle de seu cumprimento; ‘integração do risco na definição de usos do solo e no planejamento urbano’ (12,2%) por meio de aprovação e controle do cumprimento de planos e legislação de ordenamento territorial e desenvolvimento que incluem os riscos como determinantes e

se generalizam as disposições de segurança urbana; ‘melhoramento de moradia e realocação de assentamentos (residências) de áreas propensas’ (9,4%), através de controle notável das áreas de risco da cidade e realocação da maioria das moradias construídas em áreas de risco não mitigável e por fim ‘intervenção de bacias hidrográficas e proteção ambiental’ (7,4%) por meio de planos de intervenção e proteção ambiental.

No que tange aos indicadores de manejo de desastres, o PAH exhibe que, primeiramente deve ser investir na ‘organização e coordenação de operações de emergência’ (30,1%), pois é através desse grupo que se obtém as tomadas de decisão para a população e áreas que encontram-se vulnerável ao desastre. Em seguida deve-se investir: ‘preparação e capacitação da comunidade’ (19,3%) através da realização de cursos frequentes com a população em risco a inundação sobre preparativos, prevenção e redução de riscos; ‘planejamento da resposta em caso de emergência e sistemas de alerta’ (18,3%) por meio de planos de emergência e contingência completos e associados a sistemas de informação e alerta pública na maioria das localidades; ‘dotação de equipes, ferramentas e infraestrutura’ (15,4%), ou seja, obter redes de apoio interinstitucional, de centros de reservas e entre Centro de Operações de Emergência (COEs) funcionando permanentemente, com amplas facilidades de reporte, comunicações, transporte e abastecimento em caso de emergência; planejamento para a reabilitação e reconstrução’ (11,5%) por meio de realização de planos e programas para a recuperação do tecido social, fontes de trabalho e de meios produtivos da população afetada e por fim, realizar ‘capacitação operativa, simulação e prova da resposta interinstitucional’ (5,5%), através de treinamento permanente de grupos de resposta, prova de planos de emergência e contingência e atualização de procedimentos operativos com base em exercícios de simulação na maioria das localidades.

E no que diz respeito aos indicadores de Governabilidade e Proteção Financeira, o PAH ostenta que, primeiramente deve ser investido na ‘cobertura de seguros e resseguros de moradia’ (32,8%), em seguida deve-se encarregar-se em providenciar: ‘organização interinstitucional, de múltiplos setores e descentralizada’ (20,4%) por meio de execução continua e descentralizada de projetos de gestão de riscos associados com programas de proteção ambiental, energia, saneamento e redução da pobreza; ‘localização e mobilização de recursos e orçamento’ (17,3%) por meio de determinação no orçamento de valores voltados para a redução da vulnerabilidade, criação de taxas de proteção e segurança ambiental e utilização de empréstimos solicitados pela cidade com fins de redução de riscos diante organismos fornecedores de crédito; ‘cobertura de seguros e estratégias de transferência de perdas de ativos públicos’ (12,9%) por meio de análise e implantação generalizada de estratégias de retenção e transferência de perdas sobre os ativos públicos, considerando consórcios de resseguro, bônus por catástrofe, etc.; ‘implementações de redes e fundos de segurança social’ (9,7%) por meio desenvolvimento de programas de proteção social e redução da pobreza e atividades de mitigação e prevenção de riscos a inundação na cidade e por fim aplicação de ‘fundos de reservas para o fortalecimento institucional’ (7,0%).

Conclusão

O estudo do processo decisório tem obtido cada vez mais destaque nas pesquisas que envolvem organizações, devido mudanças que estão ocorrendo no ambiente social, ambiental, econômico e administrativo, implicando assim na procura de uma maior proatividade dos tomadores de decisão e na continuada procura de eficiência nos processos.

No entanto, no que diz respeito ao Brasil, pode-se afirmar que esse campo de pesquisa, ou seja, tomada de decisão relacionada à gestão institucional de riscos e desastres ainda se tem muito que ser feito, pois não foi encontrado pelos autores dessa pesquisa trabalhos referente a tal temática, tendo em vista a importância do tema para a administração pública e principalmente para o gestor do município em análise.

Vale salientar que, para pesquisas futuras relacionadas a ações decisórias ou na mesma área de estudo dessa pesquisa, recomenda-se elaborar um estudo confrontando os resultados do PAH com outras metodologias de tomada de decisão de multicritérios, como: Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH), Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETEE), Elimination et Choix Traduisant la Réalité (ELECTRE) e dentre outros com o intuito de averiguar se os resultados apresentam os mesmas sugestões.

Referências

BESTEIRO; Andreia Mingroni *et al.* **A utilização do método AHP para traçar, como ferramenta para o auxílio a decisão de um candidato, a escolha de um curso de engenharia.** 2009. Disponível em: <www.aedb.br/seget/artigos09/226_Artigo__AHP_Engenharia.pdf>. Acesso em: 19 out. 2011.

CARDONA, Omar Darío *et. al.* **Indicators of disaster risk and risk management.** Maintechnicalreport. Washington, D.C.: National University of Colombia – Manizales, Institute of Environmental Studies, Inter-American Development Bank, 2005. 224 p.

CÔRTEZ, Jussanã Milograna. **Sistemática de auxílio à decisão para a seleção de alternativas de controle de inundações urbanas.** 2009. (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Universidade de Brasília, 2009.

COSTA, Juliana Rayssa Silva. **Análise ambiental das inundações no município de Ipanguaçú/RN no ano de 2008 e 2009 e suas repercussões socioeconômicas.** 95 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geografia, CCHLA, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2009.

GOMES, Márcio Fernando Mansur. **Metodologia de análise hierárquica aplicada para escolha do sistema de disposição de subprodutos da mineração com ênfase nos rejeitos de minério de ferro.** 2009. (Mestrado Profissional em Engenharia Geotécnica) - Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia Geotécnica, Universidade Federal de Ouro Preto, 2009.