

## ***Uma Contribuição nas Decisões Emergenciais da Gestão Pública em Regiões Semi-áridas. Indicador de Emergência-IMERG.***

**Jackson Sávio de Vasconcelos Silva**

- \* Engenheiro Civil pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR)
- \* Mestre em Engenharia Civil pela Technische Universität Viena
- \* Mestre em Administração de Empresas (UNIFOR)

**Sérgio Henrique Arruda Cavalcante Forte**

- \* Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC)
- \* Administrador de Empresas pela Universidade Estadual do Ceará (UECE)
- \* Mestre e Doutor em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas (FGV)/EAESP
- \* Técnico do Banco do Nordeste

Índice de Emergência, denominado IMERG, que possibilita ao administrador público monitorar a vulnerabilidade de uma região, permitindo: a) tomar decisões mitigadoras e tempestivas, quando da ocorrência de eventos climáticos severos; b) atuar preventivamente, simulando cenários e possibilitando prever os efeitos sobre a sustentabilidade de uma região. Trata-se de um estudo de caso de natureza quantitativa, que utilizou os seguintes instrumentos: pesquisa bibliográfica, entrevistas semi-estruturadas, questionário via *internet* e *Decision Conferencing*. Para a análise dos dados, utiliza a abordagem MACBETH - *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*. O IMERG impõe a desvinculação entre a demanda por medidas emergenciais de assistência e a ocorrência de secas. O índice mostra a necessidade de aplicação de esforços institucionais compensatórios, que produzam um aumento da sustentabilidade dessas áreas desprovidas de defesas naturais contra a estiagem prolongada e ou recorrente. O trabalho possibilita a antevisão das áreas que terão maior probabilidade de sofrer perdas de safra devido à irregularidade espacial ou temporal das chuvas, permitindo ações mitigadoras com maior tempestividade.

### ***Palavras-chave:***

---

Sistema de Apoio à Decisão; Seca; Gestão Pública.

### ***Resumo***

---

Identifica, nas regiões semi-áridas do Estado do Ceará, um conjunto de condições estruturais e fatores de risco que possibilitaram a construção de um

## **1 - INTRODUÇÃO**

Quando da ocorrência de eventos extremos, como a seca, a ação do governo traduz-se em prover mecanismos que garantam, de forma emergencial, a sobrevivência de grandes contingentes populacionais, que têm na agricultura de sequeiro sua única fonte de renda. A definição das políticas públicas em áreas subdesenvolvidas ou pouco industrializadas, especialmente no semi-árido, é regulada por uma atenção dirigida e constante para o uso eficaz dos recursos naturais, quanto à sua disponibilidade, utilização, conservação e interfaces com fatores sócio-econômicos e culturais.

É indispensável, portanto, que o gestor público passe a dispor de modelos apropriados, para a tomada de decisões objetivas e fundamentadas, mitigadoras dos efeitos da natureza hostil, criando condições de sustentabilidade.

A racionalização de custos com ações públicas, amenizadoras de efeitos climáticos severos, seria melhor efetivada através de um sistema de decisão que permitisse ao governo determinar quando uma área necessita de medidas emergenciais, e quando este estado excepcional de atenção deve cessar. Assim, este trabalho visa contribuir com a construção de um instrumento que possa servir para uma melhor tomada de decisão do governo em regime de eventos severos de seca. Otimiza-se, então, a aplicação de recursos públicos, criando-se uma cultura gerencial em que a percepção da seca, como evento a ser combatido, passa a ser substituída por um novo paradigma: a seca como situação ordinária, impondo modelos de convivência próprios e especificamente contextuais.

## **2 - PROCESSO DECISÓRIO**

O processo de tomada de decisão é um complexo jogo de síntese e integração. É o enfrentamento de uma situação na qual se apresentam várias alternativas, implicando na necessidade peremptória de escolha e/ou mudança.

Em relação à sua complexidade, Simon (1963) afirma que as decisões são programadas quando o

método de solução é um processo repetitivo. Caso contrário, quando não é possível o emprego de um método de solução pré-concebido, as decisões são não programadas.

Na maioria dos casos, a problemática tratada nos processos decisórios envolve uma série de fatores de natureza conflitante, decorrente do envolvimento de diferentes pessoas, que trazem consigo preferências e percepções pessoais.

O problema, quanto à sua natureza, é identificado por Simon (1963) de três diferentes formas:

a. problema bem-estruturado: o decisor consegue facilmente identificar a estratégia de ação;

b. problema semi-estruturado: existe a estratégia de ação, é possível encontrá-la; e

c. problema mal-estruturado: não se consegue, num primeiro momento, identificar e definir sua natureza. A estratégia de ação só será encontrada após identificação, definição e percepção da inter-relação entre os fatores que exercem influência sobre o problema.

Para Barros (1997), um problema é tão mais estruturado quanto mais intimamente o processo de sua representação puder ser repetido em situações semelhantes. Ao contrário, quanto maior for o nível de incerteza e subjetividade a envolver a situação para a qual se exija pronta ação, menos estruturado o problema será.

A qualidade da decisão relaciona-se ao conhecimento pormenorizado do problema, estando condicionada à existência de informação qualitativa e quantitativa, em tempo hábil.

Conforme Gomes e Moreira (1998), o homem tenta abordar processos complexos de tomada de decisão, utilizando abstrações, heurística e raciocínio dedutivo, alicerçados no estado-de-arte do conhecimento científico disponível. A informação, base do Conhecimento, constitui-se uma forma organizada e consolidada de referenciais na mente huma-

na, por meio de mecanismos cognitivos da inteligência e memória. Mintzberg e Quinn (2000) abordam o processo decisório estratégico concluindo que a integração de fatores objetivos e subjetivos deve compor o mapa da mente do estrategista.

É importante, então, verificar como se processa a tomada de decisão que, ao longo do tempo, vem sofrendo evolução acentuada nas organizações, saindo da esfera da percepção racional, pura, para uma abordagem incremental repleta de visões subjetivas.

A tomada de decisão pode contar com o auxílio de um sistema, Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), que tem por objetivo auxiliar os gerentes quando da resolução dos problemas não representados por um algoritmo de solução.

O apoio à decisão é, conforme Bana e Costa (1995), uma atividade que se utiliza de modelos claros e formais na busca de resposta às questões colocadas num processo de decisão, aumentando a coerência entre a evolução do processo e os objetivos, harmonizando-os aos valores próprios do decisor.

As formulações teóricas dos SAD baseiam-se em duas visões fundamentais: abordagem monocritério e abordagem multicritério.

A abordagem monocritério caracteriza-se pela busca de uma solução matemática apoiada em modelos normativos. Esta formulação está condicionada ao denominado paradigma do ótimo, assumindo-o como axioma básico.

Roy e Bouyssou (1993) apresentam as três principais características desta abordagem:

1. presença de um conjunto bem-definido de alternativas factíveis;
2. uma única função de valor  $g$ , que reflita precisamente as preferências do decisor; e
3. um problema matemático bem-formulado.

A abordagem multicritério está relacionada ao fato de as organizações serem vistas de forma sistêmica, inseridas em um ambiente competitivo de múltiplas interfaces. É realizada através do reconhecimento das limitações da objetividade existentes em múltiplos e conflitantes interesses, e da subjetividade associada a este tipo de problemática.

Sendo assim, a tomada de decisão pode ser questionada, em sua caracterização puramente racional, pelo fato de ser formulada através da integração de uma análise descritiva com recomendações prescritivas.

A análise descritiva constitui-se um conjunto de fatores internos do decisor, muitas vezes denominado de “intuição”. A intuição se destaca, no mundo contemporâneo, pela incapacidade que se tem de proceder à análise de todas as alternativas e consequências envolvidas.

### **3 - ADMINISTRAÇÃO DE EVENTOS CLIMÁTICOS SEVEROS**

As secas têm implicações a curto, médio e longo prazo, na qualidade de vida de uma determinada sociedade e no seu desenvolvimento econômico-social. A administração de uma seca exige ação contingencial, visando ao planejamento e à garantia de oferta de água para abastecimento humano, industrial e agrícola, apoio às atividades agropecuárias, geração de emprego, abastecimento alimentar e reforço de infra-estruturas.

A Organização Meteorológica Mundial (1999) afirma que mais de 100 países e 900 milhões de pessoas sofrem com os impactos sociais e econômicos danosos da degradação de terras áridas. Esta degradação é consequência de processos naturais e antrópicos, seja devido a fenômenos climáticos extremos, que se repetem persistentemente, seja pelo abuso da ação predadora do homem sobre ecossistemas sensíveis e vulneráveis.

Segundo Wilhite (1996), a administração destes eventos é encarada, em todo o mundo, como

fator de extrema relevância, dividida em dois momentos: sistemas de alerta precoces e planos de convivência permanentes.

Os sistemas de alerta precoces de seca variam com a realidade local e sob óticas físicas e culturais. Através desses sistemas, a sociedade toma medidas tempestivas para mitigar prejuízos pessoais, danos às propriedades e ao meio ambiente.

Os planos de convivência permanentes possuem fundamentação nos princípios do desenvolvimento sustentável. Através do planejamento e da implementação de uma política de ações de curto, médio e longo prazo, torna-se possível o enfrentamento dos períodos de seca sem os clássicos atropelos.

Esse conjunto de fatores torna relevante o estudo em questão. Através da concepção de um sistema de simulação, acoplado a modelos numéricos e a sistemas computacionais, torna-se possível a integração das covariáveis envolvidas no desenvolvimento sustentável de uma região.

#### **4 - CONTEXTO DA DECISÃO: AMBIENTE DO ESTUDO**

O Estado do Ceará situa-se no setor norte da região Nordeste do Brasil, aproximadamente entre as coordenadas de 2,5°S e 10°S e 34°W e 42°W, ocupando uma área de 146.817 km<sup>2</sup>, equivalentes a 1,7% da área do Brasil e 9,4% da área do Nordeste. Administrativamente dividido em 184 municípios e agrupados, para efeito de planejamento, em oito regiões, o Ceará, segundo a Funceme (1993), possui 92,1% do seu território inserido na zona semi-árida do Nordeste.

Conforme estudo realizado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral MME/DNPM (1983), 75 % da área do Estado se assenta em rocha cristalina, sobre a qual estão solos rasos, com espessura média variando de 0,15 a 1,30 m. Nos 25% restantes, se enquadram as áreas sedimentares, especialmente ao longo das calhas dos rios.

A população do Ceará, em 2000, conforme o IBGE (2001), registrou um contingente de 7.417.402 habitantes, sendo 3.620.263 homens e 3.797.139 mulheres, dos quais 5.303.741 habitantes residem em áreas urbanas e 2.113.661 em áreas rurais. A densidade demográfica é, portanto, de 50,52 hab/km<sup>2</sup>.

Conforme o Iplance (2001), em 1998, o Estado apresentava os seguintes indicadores sócio-econômicos:

a) Taxa de Mortalidade Infantil (TMI), de 39,6/1.000 nascidos vivos;

b) Taxa de analfabetismo de 27,76%, para pessoas de quinze anos ou mais; Taxas de escolaridade, evasão e repetência, no ensino fundamental, de 90,2%, 12,3% e 12,0%, respectivamente;

c) Produto Interno Bruto (PIB) do Estado representa o valor dos bens e serviços finais produzidos. Alcançou o montante de R\$ 18,525 bilhões, representando 2,06% do PIB nacional. O PIB *per capita* naquele ano foi de R\$ 2.633,00, cerca de 47,35% do PIB *per capita* nacional. Na formação do PIB, o setor agropecuário tem a discreta participação de 5,6%, a indústria 39,37% e os serviços 55,03%.

Este cenário ratifica a relevância social do acompanhamento sistemático dos eventos climáticos severos.

As secas, em face da sua recorrência, devem ser encaradas pelos gestores públicos como situação climática normal, cujas conseqüências podem ser agravadas por uma conjunção de fatores que não podem ser analisados isoladamente. Os governantes de áreas semi-áridas devem estar conscientes da existência, ocorrência e influência de todos os fatores que possam vir a contribuir para agravar a vida da população residente nestas áreas.

O estabelecimento de planos de convivência sustentável e o abandono de uma postura de en-

frentamento irracional da seca passam pela formulação de modelos de apoio à tomada de decisões públicas. Esses modelos, baseados na percepção de técnicos experientes, permitem uma avaliação clara e estruturada, dos graves impactos sociais, econômicos, políticos estratégicos e ambientais do fenômeno. Com a sua utilização, subsidia-se o processo de geração de ações preventivas e/ou emergenciais para mitigar o problema.

#### **4.1 - Construção do Modelo Decisório: IMERG - Índice de EMERGência**

A estruturação de um modelo decisório busca a consistência de um modelo formal, aceitável como representação esquemática dos elementos básicos de avaliação, servindo de base de aprendizado, conhecimento e discussão entre os intervenientes do processo.

As decisões relativas a problemas ambientais possuem implicações de difícil avaliação. Segundo Bana e Costa; Silva e Correia (2000), a complexidade da realidade ambiental não pode ser estudada apenas em uma dimensão temporal e espacial, mas também quanto aos efeitos que qualquer intervenção gera sobre ela. Afirmam os referidos autores que: “As suas conseqüências devem ser avaliadas *a priori*, custos e benefícios identificados e justificados convenientemente, requerendo por isso um processo formal de análise exaustiva”.

A vulnerabilidade de uma região é um reflexo de inúmeras causas, como a pluviometria histórica, distribuição espacial e temporal da pluviometria, tipologia do solo, ventos ocorridos, umidade relativa do ar, pressões atmosféricas ocorridas, índice de evaporação, sensação térmica, tipo de solo, escolaridade, cultura, situação econômica da região, situação política, estabilidade social, dentre outras.

De acordo com Bana e Costa; Ensslin e Holz (1999):

Um processo de avaliação de impactos ambientais deve ser apoiado em um modelo abrangente e amplamente participativo, contribuindo para a transparência do processo e para a aceitação da escolha

final de uma estratégia de intervenção. Rejeita-se, assim, uma visão tradicional de otimização monocritério e normativa da rentabilidade econômica.

As fases fundamentais da construção de um modelo multicritério de apoio à decisão são: análise de estruturação, análise de avaliação, e análise de sensibilidade.

A atividade de apoio ao processo decisório, na metodologia multicritério, caracteriza-se pela construção de um esboço esquemático partilhado. Constituído de um conjunto de pontos de vista fundamentais, esse esboço é aceito pelos atores envolvidos, através de uma discussão exaustiva e nem sempre consensual. Após a estruturação, parte-se para a montagem de um modelo de avaliação que faz uso de uma abordagem interativa e construtivista. A análise de sensibilidade final possibilita a verificação da robustez do modelo.

O índice para aferir quando uma certa área do Estado do Ceará necessita de um estado especial de atenção é resultante de um conjunto de fatores assim caracterizados:

- São vários, e, portanto, a técnica metodológica utilizada terá de ser capaz de considerar múltiplas variáveis;
- São subjetivos, e, portanto, a metodologia terá de ser capaz de trabalhar com este tipo de variáveis; e
- Apresentam escalas de mensuração em que o zero será arbitrado, uma vez que a situação de ausência de medida não é conhecida ou exequível; logo ter-se-á de trabalhar com escalas de intervalo.

Os fatores que devem compor o Índice são desconhecidos e refletem visões e percepções próprias, não consensuais, objetivando, seguramente, a uma completa compreensão do assunto. Neste sentido, realizou-se a seguinte ordem metodológica:

a) Entrevista, semi-estruturada, com três técnicos da Defesa Civil do Estado do Ceará, em 21.03.2000. Utilizou-se uma técnica de mapeamento cognitivo, para apreender as percepções e os valores envolvidos na sistemática utilizada quando da decretação de um estado emergencial em municípios do Estado;

b) Entrevista com onze técnicos da Empresa de Extensão Rural do Ceará (EMATERCE), Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH), Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH), e da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado do Ceará (FUNCEME), buscando inserir visões dos segmentos: recursos hídricos, meteorológicos e agropecuários;

c) Após conhecimento introdutório do problema foi aplicado um questionário, via Internet a 90 técnicos, que atuavam como coordenadores de programas de ações emergenciais no Estado do Ceará no período de 03 a 28 de julho de 2000. Esta coleta de dados, com o retorno de 67% dos questionários aplicados, objetivou ampliar o elenco de percepções e valores presentes no mapa cognitivo anteriormente gerado.

d) Realização de uma *Decision Conferencing* (LSE:2000) na sede da FUNCEME, em Fortaleza, nos dias 11, 12 e 13 de dezembro de 2000, quando se reestruturou o índice, denominado **IMERG – Índice de Emergência**.

#### 4.2 - Identificação dos aspectos fundamentais

Os aspectos fundamentais foram identificados de forma consensual, agregados em dois componentes principais: condições estruturais e fatores de risco.

A FIGURA 1 apresenta os aspectos fundamentais consensuais que contribuem para a vulnerabilidade à seca. A FIGURA 1 exibe, num diagrama esquemático, em forma de árvore, estes aspectos fundamentais considerados, bem como a preocupação subjacente a cada um deles.

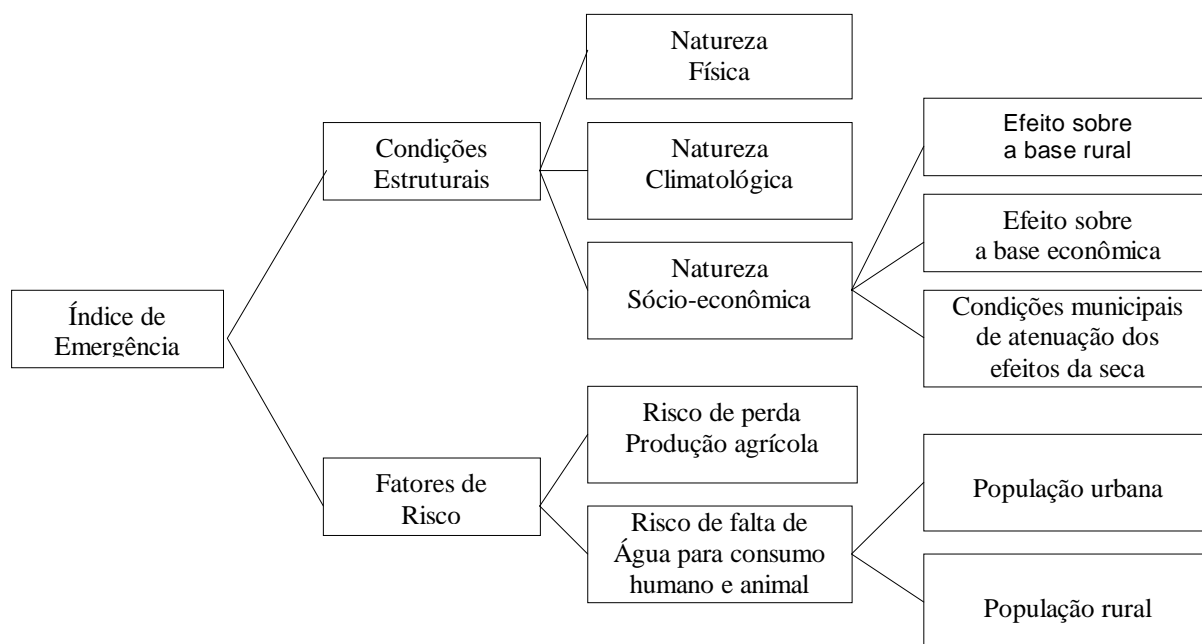
#### 4.3 - Descritores

Uma vez identificados os pontos de vista fundamentais – PVF, é importante tornar operacional o cálculo do Índice de Emergência (IMERG). Para isso, foram definidos descritores dos impactos, associados a cada um destes aspectos considerados.

Aspecto Fundamental	
1	Condições estruturais de natureza física de vulnerabilidade à seca, avaliada pela capacidade de uso do solo.
2	Condições estruturais de natureza climatológica de vulnerabilidade à seca
3	Efeitos sobre a população rural
4	Efeitos sobre a base econômica
5	Condições municipais de atenuação dos efeitos da seca, em termos do nível de recursos financeiros transferidos para o município.
6	Risco de perda de produção agrícola, em termos da ocorrência de veranicos (períodos de estiagem de mais de 15 dias na época de chuvas). (sequeiro → risco direto; regadio → risco indireto).
7	Risco de falta de água para consumo humano e animal, em meio urbano e meio rural.

**FIGURA 1**  
ASPECTOS FUNDAMENTAIS QUE CONTRIBUEM  
PARA A VULNERABILIDADE À SECA.

**FONTE:** Elaboração dos Autores.



**FIGURA 2**  
ÁRVORE DE ASPECTOS FUNDAMENTAIS

**FONTE:** Elaboração dos Autores.

Conforme Bana e Costa; Ferreira e Corrêa (1997):

Um critério de avaliação deve ser isolável, inteligível (não ambíguo) e operacional. Para operacionalizar um critério associa-se-lhe um descritor de impactos. For-

malmente um descritor é um conjunto ordenado de níveis de impacto plausíveis (qualitativos ou quantitativos) em termos dos critérios.

A TABELA 1 apresenta os descritores considerados, bem como seus limites: máximo e mínimo.

**TABELA 1**  
DESCRITORES DEFINIDOS PARA OS ASPECTOS FUNDAMENTAIS

Aspecto	Descritor	Limites de Variação	
		Vulnerabilidade máxima	Vulnerabilidade mínima
1	Classe de capacidade de uso do solo	Classe 6	Classe 1
2	Média da precipitação histórica anual para os últimos 30 anos	2000 mm/ano	500 mm/ano
3	População rural residente no município	40.000	0
4	Participação da agropecuária no PIB do município ( $\text{PIB rural}_{\text{Mun}} / \text{PIB total}_{\text{Mun}}$ )	50% R\$ 900/ano	0% R\$ 150/ano
5	Receitas <i>per capita</i> recebidas pelo município: $[(\text{INSS} + \text{Receitas Correntes})_{\text{Mun}} / \text{População}_{\text{Mun}}]$	1000	0
6	Índice histórico de distribuição de chuva		
7	Risco de falta de água para consumo humano e animal	Urbano	Não-Satisfatório
		Real	Satisfatório
		Nível 5	Nível 0

**FONTE:** Elaboração dos Autores

#### 4.4 - Construção do modelo de avaliação

Utilizou-se o modelo compensatório de agregação aditiva simples para calcular o IMERG. A expressão para cálculo do índice é a seguinte:

$$IMERG_{Mun} = \sum_{i=1}^7 k_i \cdot v_i(Mun)$$

onde:

$IMERG_{Mun}$  - Índice de vulnerabilidade à seca do município

$K_i$  - coeficiente de ponderação do aspecto fundamental  $i$

$v_i(Mun)$  - vulnerabilidade à seca do município no que respeita o aspecto fundamental  $i$

em que:

$$\sum_{i=1}^7 k_i = 1 \text{ e } \begin{cases} IMERG_{\max \text{vulnerab}} = 100 \\ IMERG_{\min \text{vulnerab}} = 0 \\ v_i(\max \text{vulnerab}) = 100 \forall i \\ v_i(\min \text{vulnerab}) = 0 \forall i \end{cases}$$

#### 4.5 - Escalas de pontuação

A fase de avaliação inicia-se pela construção, para cada critério, de uma escala numérica de valoração relativa aos seus níveis de impacto,

permitindo uma análise de forma quantitativa à atratividade de qualquer ação de intervenção, em termos de cada ponto de vista e com base em juízos dos peritos participantes da *Decision Conferencing* (LSE, 2000).

Na definição das escalas de pontuação, formulação dos juízos de valor pelo perito, utilizou-se a abordagem *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (MACBETH) (BANA E COSTA; VANSNICK, 1997).

Os peritos foram indagados sobre o grau de atratividade existente entre cada par de níveis de impacto, optando pelas categorias semânticas do software MACBETH: (no) neutro, (very weak) muito fraca, (weak) fraca, (moderate) moderada, (strong) forte, (very strong) muito forte ou (extreme) extrema.

#### 4.6 - Avaliação dos componentes

##### a) Condições estruturais de natureza física (condições de uso do solo)

A abordagem metodológica de aptidão agrícola das terras baseou-se em Ramalho; Pereira e Beek, (1978), a qual “procura atender, embora subjetivamente, a uma relação custo/benefício favorável, que represente a média da possibilidade dos agricultores, numa tendência econômica a longo prazo, sem perder de vista o nível tecnológico a ser adotado”.

Grupo	Caracterização
1	Terras com aptidão boa para lavouras em, pelo menos, um dos níveis de manejo A, B ou C.
2	Terras com aptidão regular para lavouras em, pelo menos, um dos níveis de manejo A, B ou C.
3	Terras com aptidão restrita para lavouras em, pelo menos, um dos níveis de manejo A, B ou C.
4	Terras com aptidão boa, regular ou restrita, para pastagem plantada.
5	Terras com aptidão boa, regular, restrita e inapta, para silvicultura e/ou pastagem natural.
6	Terras sem aptidão para uso agrícola.

**FIGURA 3**  
APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS,  
SEGUNDO OS NÍVEIS DE MANEJO

**FONTE:** Elaboração dos Autores.



As condições agrícolas de cada unidade de mapeamento de solo são avaliadas em 6 (seis) grupos: *lavouras* (Grupos 1, 2 e 3), *pastagem plantada* (Grupo 4), *pastagem natural e silvicultura* (Grupo 5), devendo as *áreas inaptas* (Grupo 6) serem indicadas para a preservação da fauna e flora.

A escala de pontuação para este aspecto fundamental foi construída pela aplicação da abordagem MACBETH, sobre os diferentes grupos de aptidão agrícola das terras, segundo os níveis de manejo. A

**TABELA 2**  
APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS

Classe	Pontos
6	100
5	90
4	75
3	35
2	15
1	0

**FONTE:** Elaboração dos Autores.

TABELA 2 mostra os julgamentos de diferença de atratividade, entre as diferentes classes (grupos) de aptidão de uso do solo dadas pelos peritos.

#### **b) Condições estruturais de natureza climatológica**

O Estado do Ceará, segundo Xavier e Xavier (1999), apresenta como característica basal de sua climatologia uma elevada variação espacial e temporal de sua pluviometria. A divisão do Estado em oito regiões pluviométricamente homogêneas, possibilita análise mais precisa da quantidade normal de chuvas durante a quadra chuvosa e sua tipificação, através da técnica dos quantis, nas categorias muito seca, seca, normal, chuvosa e muito chuvosa.

Assim, os aspectos de natureza climatológica são representados pelo volume de precipitação histórica de cada município, sendo o julgamento da diferença de atratividade entre alguns níveis de pre-

**TABELA 3**  
CLIMATOLOGIA

Precipitação (mm/ano)	Pontos
500	100
1000	37,5
1500	12,5
2000	0

**FONTE:** Elaboração dos Autores.

cipitação (mm/ano) construído pela aplicação da abordagem MACBETH. A escala resultante é mostrada na TABELA 3.

Sendo este um descritor contínuo, a pontuação a atribuir para pontos intermediários é calculada por interpolação linear. Para qualquer município com níveis de precipitação abaixo dos 500 mm/ano, é atribuída uma pontuação de 100 pontos. Para qualquer valor acima dos 2.000 mm/ano, atribui-se 0 pontos.

#### **c) Efeitos sobre a população rural**

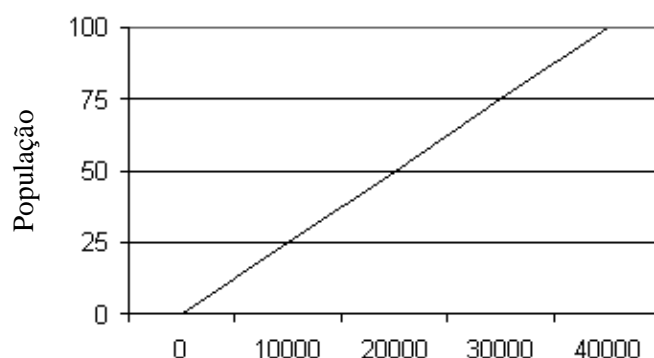
Para este aspecto fundamental foi utilizada uma escala de pontuação linear, em função da quantidade de pessoas que vivem na zona rural de cada município.

A função de valor, obtida, é dada pela equação:  $y = 0,025 * \text{População}_{\text{rural}}$ . A FIGURA 4 mostra a escala construída. Para populações acima de 40.000 pessoas, atribui-se 100 pontos.

#### **d) Efeitos sobre a base econômica**

A escala de pontuação para este aspecto fundamental também foi construída pela aplicação da abordagem MACBETH. A TABELA 4 mostra os julgamentos de diferença de atratividade entre alguns níveis de participação do PIB rural no PIB total do município (em %). A escala resultante é vista na TABELA 4.

Este também é um descritor contínuo. Logo, a pontuação a ser atribuída para pontos intermediários



**FIGURA 4**  
POPULAÇÃO RURAL

**FONTE:** Elaboração dos Autores.

os é calculada por interpolação linear. Para qualquer município com valores acima de 50%, é atribuída uma pontuação de 100 pontos.

**TABELA 4**  
EFEITOS SOBRE A BASE ECONÔMICA

PIB rural / PIB total (%)	Pontos
50	100
37,5	60
25	30
12,5	10
0	0

**FONTE:** Elaboração dos Autores.

#### e) Condições municipais de atenuação dos efeitos da seca

Para este aspecto fundamental também foi utilizada uma escala de pontuação linear, em função da quantidade de receita *per capita* recebida por cada município.

#### f) Risco de perda da produção agrícola

A Funceme (2000) elaborou e a Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR) e a Defesa Civil do Estado do Ceará utilizam com êxito um indicador denominado Índice de Distribuição de Chuva (IDC),

para representar as variações temporais e espaciais da chuva, indicador este que permite com antecedência e boa acuidade estimar a ocorrência de perdas de safras agrícolas.

A escala de pontuação para este aspecto fundamental foi construída através da aplicação da abordagem MACBETH, resultando na diferença de atratividade entre os níveis do IDC, mostrados na TABELA 5.

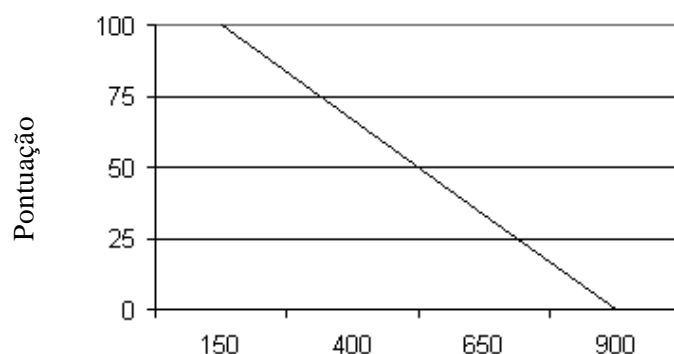
Como este também é um descritor contínuo, a pontuação a atribuir, para pontos intermediários, é calculada por interpolação linear. Para qualquer município com valores acima de 1000, é atribuída uma pontuação de 0 pontos.

#### g) Risco de falta de água para consumo humano e animal

**TABELA 5**  
RISCO DE PERDA DE SAFRA AGRÍCOLA

IDC	Pontos
0	100
50	95
150	45
250	10
1000	0

**FONTE:** Elaboração dos Autores.



**FIGURA 5**

CONDIÇÕES MUNICIPAIS DE ATENUAÇÃO DOS EFEITOS DA SECA.

**FONTE:** Elaboração dos Autores.

### g.1) População urbana:

A escala de pontuação para este aspecto fundamental foi construída pela aplicação da abordagem MACBETH, através de associação de uma escala linear para os níveis de abastecimento rural. A escala resultante da aplicação da abordagem MACBETH é a seguinte:

**TABELA 6**  
RISCO DE FALTA DE ÁGUA PARA  
POPULAÇÕES URBANAS

Nível	Pontos
Não-satisfatório	100
Satisfatório, mas com tendência a passar a não-satisfatório	62,5
Satisfatório	0

**FONTE:** Elaboração dos Autores.

### g.2) População rural

A escala associada aos níveis de garantia de abastecimento rural fez uso de um quadro, elaborado periodicamente pela Defesa Civil do Estado, mostrando os níveis de classificação para os descritores usados para avaliar o risco de falta de água para consumo humano e animal na área rural.

População rural
Nível 5 – situação crítica
Nível 4 – Risco de falta de água iminente
Nível 3 - Alto risco de falta de água
Nível 2 - Médio risco de falta de água
Nível 1 - Baixo risco de falta de água
Nível 0 - Não há risco de falta de água

**FIGURA 6**

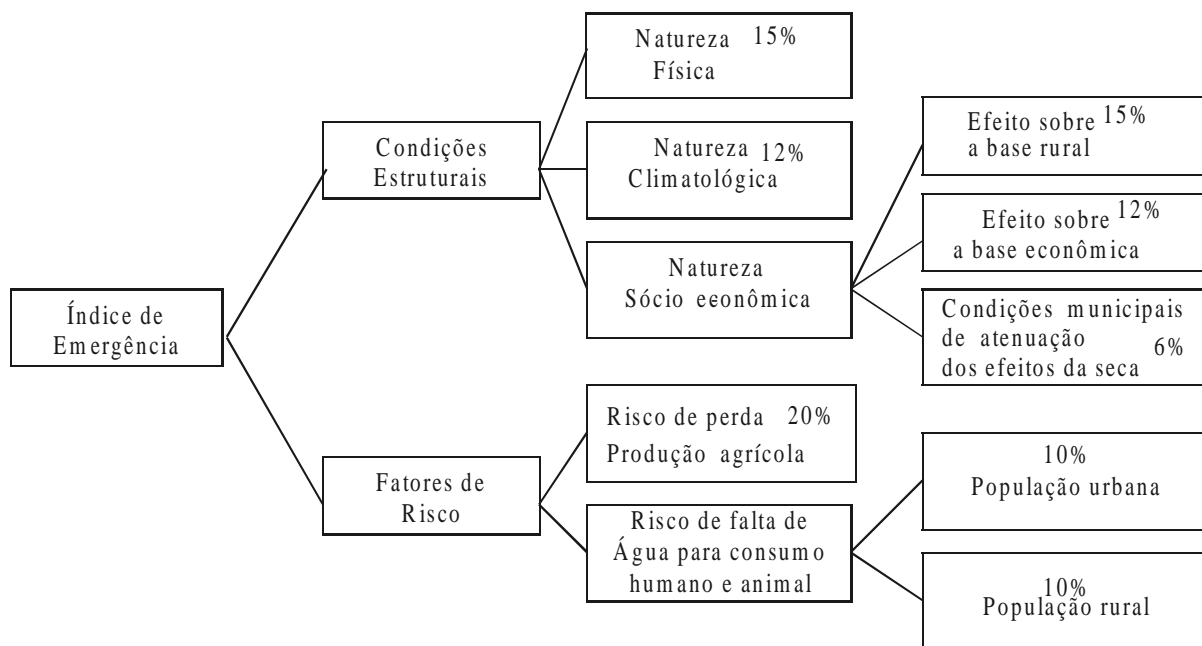
RISCO DE FALTA DE ÁGUA PARA  
POPULAÇÕES RURAIS

**FONTE:** Elaboração dos Autores.

Usando a metodologia MACBETH, obtém-se uma escala, onde a pontuação dos municípios neste aspecto, “Risco de falta de água para consumo humano e animal”, é calculada pela média ponderada das duas pontuações obtidas acima para população urbana e rural.

### 4.7 - Determinação de Coeficientes de Ponderação

Os coeficientes de ponderação (pesos) dos aspectos fundamentais considerados no modelo para cálculo do IMERG - Índice de Emergência foram determinados através do método de ponderação *Swing Weights*.



**FIGURA 7**

ESCALA DE PONDERAÇÃO EM FORMA DE ÁRVORE

**FONTE:** Elaboração dos Autores.

## 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo para cálculo do IMERG foi aplicado para duas situações:

- Ano 1998 - ano caracterizado como seco;
- Ano 2000 - ano caracterizado como chuvoso.

Em termos do modelo multicritério, a diferença entre as duas situações foi dada pelo Índice de Distribuição de Chuva. Nos demais aspectos, foram considerados os mesmos dados de base, tanto para o ano 1998 quanto para o ano 2000.

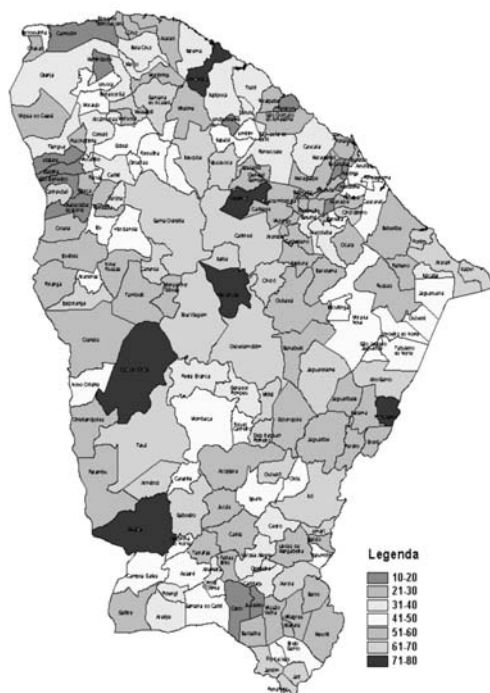
As FIGURAS 8 e 9 representam os valores do IMERG para os anos de 1998 e 2000 respectivamente.

Uma análise acurada da ação governamental, desencadeada nos anos de 1998 e 2000, permite-nos supor que a necessidade de um estado especial

de atenção – Estado de Emergência, não mantém necessariamente correspondência perfeita com a escassez das chuvas, e, sim, é viabilizada por uma conjunção de fatores que se apresentam sob a forma da vulnerabilidade estrutural presente em extensas áreas do Estado do Ceará.

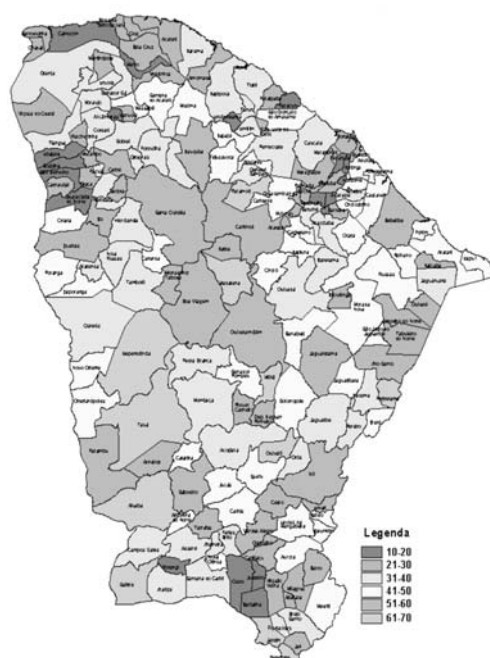
A necessidade de implantação de programas assistenciais, frentes de emergência, em anos com quadra invernal normal, impõe a desvinculação entre a demanda por estas ações públicas e a ocorrência de secas. Esta afirmação é ressaltada ao se analisarem os anos de 1998 e 2000, pois no ano de 1998, ano caracterizado como seco, os programas emergenciais conduzidos pelo gestor público estadual, beneficiaram um total de 256.994 trabalhadores, e em 2000, ano com a quadra chuvosa caracterizada como “normal”, total de 82.162 pessoas necessitaram ser atendidas pelos

Espera-se que a utilização do IMERG possibilite ao gestor público a antevisão das áreas que te-



**FIGURA 8**  
VALORES DO IMERG PARA 1998

**FONTE:** Elaboração dos Autores.



**FIGURA 9**  
VALORES DO IMERG PARA 2000

**FONTE:** Elaboração dos Autores.

ção maior probabilidade de sofrer perdas de safra devido à irregularidade espacial ou temporal das chuvas, permitindo a execução de ações mitigadoras com maior tempestividade.

Os fundamentos utilizados na estruturação do IMERG possibilitam sua utilização com uma maior resolução, sendo bastante a utilização de uma escala de resolução mais acurada, passando do nível municipal, utilizado neste trabalho, para uma regionalização por distritos, ou até comunidades. Para tanto seria suficiente a ingestão geo-referenciada dos valores de cada Ponto de Vista Fundamental (PVF).

O IMERG pode utilizar como saída qualquer *software* de geoprocessamento.

Como passo futuro, sugere-se a implantação e operacionalização do modelo multicritério IMERG, possibilitando a obtenção de respostas imediatas, bem como sua calibração para uma série histórica de vinte ou trinta anos.

É necessário, portanto, que o gestor público estabeleça uma política sistemática e tempestiva de coleta, análise de consistência, armazenagem e disseminação de dados, criando assim, a capacidade real de antecipar-se a uma situação crítica, e servindo de instrumento potencial na análise custo-benefício, quando de decisões públicas, no que concerne à diminuição da vulnerabilidade de áreas semi-áridas.

## **Abstract**

The present work aims to identify and discuss an entire collection of basic conditions and risk factors, which compose what we call Emergency Index. This table of contents allows to administrate, by detection, a town's vulnerability, taking to decision construction that searches how to mitigate effects and consequences brought by severe events, like in the specific case of dramatic droughts in the Northeast of Brazil, mainly the one occurred in the State of Ceará. In fact, this paper presents a decision support system. The main goal is to act toward a preventive scheme, simulating scenarios to predict effects on a region living, con-

cerning the application of a right procedure before a process of decision.

## **Key-Words:**

Decision Support System; Drought; Public Administration.

## **6 - REFERÊNCIAS**

BANA e COSTA, C. A.; SILVA, P. A.; CORREIA, F. N. **Avaliação multicritério das incidências ambientais de medidas de controle de cheias: o caso da Ribeira do Livramento**. Lisboa: Pré Print, 2000.

BANA e COSTA, C.A.; VANSNICK, J.C. Applications of the MACBETH approach in the framework of an additive aggregation model. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, Londres, v. 2, n. 6, 1997.

BANA E COSTA, C.A. **O que entender por tomada de decisão multicritério ou multiobjetivo**. Florianópolis: ENE, 1995. Apostila do Curso de Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão.

BANA e COSTA, C.A.; ENSSLIN, L.; HOLZ, E. **Avaliação ambiental em situação de conflito de interesses: um estudo de caso**. Londres: London School of Economics and Political Science, 1999.

BANA E COSTA, C. A.; FERREIRA; CORRÊA, E. **Metodologia multicritério de apoio à avaliação de propostas em concursos públicos**. Lisboa: McGraw Hill, 1997. (Investigação Operacional, n. 18).

BARROS, I. Sistemas de informação administrativas. In: ENSSLIN, S. **A estruturação no processo decisório de problemas multicritérios complexos**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br>> Acesso em: 18 ago. 2000.

FUNCEME. **Índice de distribuição de chuvas.** Disponível em: <<http://www.funceme.br>>. Acesso em: 8 mar. 2000.

\_\_\_\_\_. **Redimensionamento da região semi-árida do Nordeste do Brasil.** Fortaleza: Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Ceará., 1993.

GOMES, L. F. A. M; MOREIRA, A. M. M. Da informação à tomada de decisão: agregando valor através dos métodos multicritério. **RECITEC**, Recife, v. 2, n. 2, p. 117-139, 1998. Disponível em: <<http://www.fundaj.gov.br>>. Acesso em: 12 nov. 2000.

IBGE. **Censo 2000.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 maio 2002.

IPLANCE. **Ceará em números.** Disponível em: <[http://www.iplance.ce.gov.br/ceara\\_em\\_numeros/index.htm](http://www.iplance.ce.gov.br/ceara_em_numeros/index.htm)>. Acesso em: 15 jan. 2001.

LONDON SCHOOL OF ECONOMICS. **About decision conferencing.** Disponível em: <<http://www.decision-conferencing.com/newpage1.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2000.

MINTZBERG, H.; QUINN, J. B. **O processo de estratégia.** 3.ed. São Paulo: Bookman., 2000.

MME. **Mapa geológico do Estado do Ceará,** 1983.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL. **Sistemas de alerta temprana para casos de sequía y desertificación:** papel de los servicios meteorológicos e hidrológicos nacionales. Genebra, 1999.

PEREIRA, M. J. L.B.; FONSECA, J. G. M. **Faces da decisão: as mudanças de paradigmas e o poder da decisão.** São Paulo: Makron Books, 1997.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E. G.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** Brasília, DF: Ministério da Agricultura, 1978.

ROY, B.; BOUYSSOU, D. **Aide multicritère à la décision:** méthodes et cas. Paris: Economica, 1993.

SAATY, T. L. **Fundamentals of decision making and priority theory.** Pittsburgh: RWS Publications, 1994.

SCHWART, P. O amanhã já chegou. **HSM Management**, São Paulo, n. 20, ano 4, maio/jun. 2000.

SIMON, H. A. **A capacidade de decisão e de liderança.** São Paulo: Fundo de Cultura, 1963.

WILHITE, D.A. **A methodology for drought preparedness:** natural hazards. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1996.

XAVIER, T.M.B.S.; XAVIER, A. F. S. Caracterização de períodos secos ou excessivamente chuvosos no Estado do Ceará através da técnica dos quantis: 1964-1998. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. , dez. 1999.

---

Recebido para publicação em 05.NOV.2001