

# CONSIDERAÇÕES SOBRE AS INUNDAÇÕES NO BRASIL

*Roberto Fabris Goerl<sup>1</sup> & Masato Kobiyama<sup>2</sup>*

**RESUMO:** O presente trabalho analisa a diferença entre os termos enchente e inundação. Através de uma breve pesquisa bibliográfica, também analisa dois tipos de inundações, as graduais e bruscas, quanto a sua terminologia e quanto as suas características. Pode-se verificar que há distinção entre as duas inundações. Apesar de haver esta distinção, não há qualquer método ou parâmetro utilizado para diferenciá-las. Essa diferenciação se torna importante para o registro da ocorrência de um desastre natural provocado por uma inundação. Este registro denominado AVADAN é o único registro reconhecido oficialmente pelos órgãos governamentais. Neste sentido, o presente trabalho propôs um índice para que se possa diferenciar as duas inundações, que se chama Índice de Eficiência de Operação. Este índice é a relação entre o tempo de concentração e o tempo operacional de resposta da comunidade perante a possibilidade de ocorrência de uma inundação. Além disso, com o intuito de zonestar áreas susceptíveis a inundação, o Índice de Perigo é analisado com uso da equação de Manning.

**ABSTRACT:** The present work analyzes the difference between the terms high-water and flood. Through a brief bibliographical review, two types of floods (flood and flash flood) are analyzed with respect to their terminology and characteristics. It is verified that there is a distinction between these two types. In spite of this distinction, there aren't any methods or parameters that differentiate them. This differentiation is important for the occurrence registration of natural disasters provoked by floods. This registration denominated AVADAN is the unique registration officially utilized by the government organs. In this sense, the present work proposes an index to differentiate these two floods, which is called the Operation Efficiency Index. This index is the relationship between the time of concentration and the operational time of the community's response to minimize disasters due to floods. Furthermore, with the intention for zoning flood-susceptible areas, the Hazard Index is analyzed by using the Manning equation.

**Palavras-chave:** Inundação gradual, inundação brusca, Índice de Eficiência de Operação

---

<sup>1</sup> Acadm. de Geografia da UFSC, Cx.Postal 476. CEP 88040-900, Florianópolis-SC. Email: roberto.fabris@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Depto. de Eng. Sanitária e Ambiental, UFSC, Cx.Postal 476. CEP 88040-900, Florianópolis-SC. Email: kobiyama@ens.ufsc.br

## 1. INTRODUÇÃO

As inundações vêm fazendo parte da história da humanidade. Nos últimos anos, o número de ocorrências e o número de pessoas afetadas vêm aumentando significativamente (Figura 1). Este aumento está acompanhando a tendência relacionada a todos os tipos de desastres naturais. Este fato pode ser atribuído às alterações antrópicas, principalmente relacionadas como a intensa e desordenada urbanização, ocupação de áreas de risco e desmatamento.

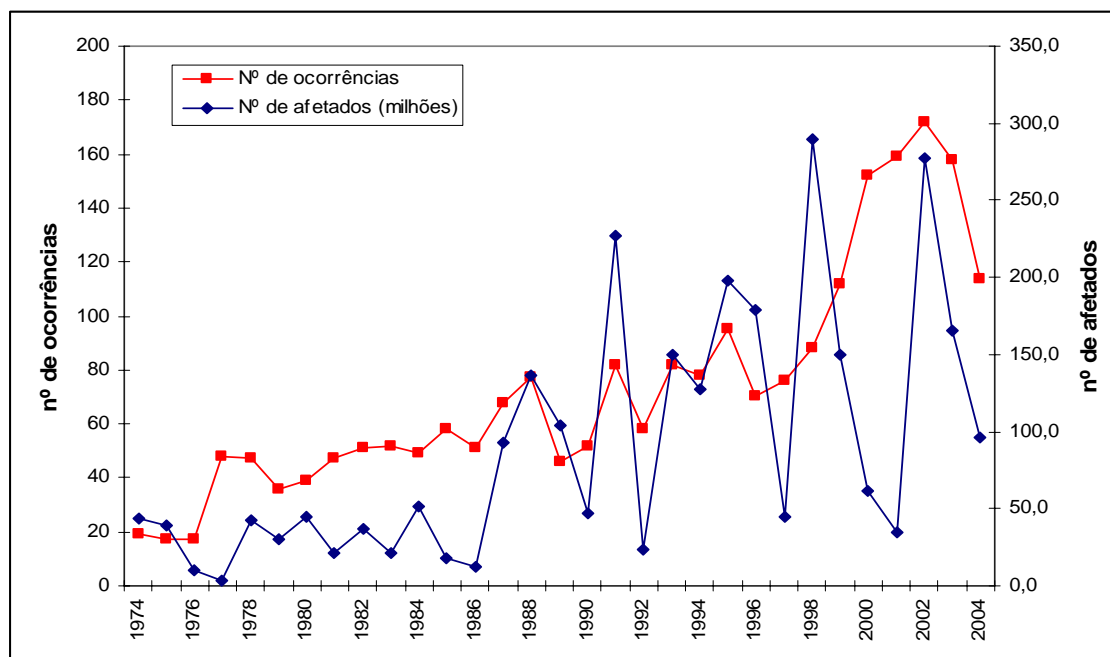


Figura 1 – Frequência e número de pessoas afetadas pelas inundações no mundo entre os anos de 1974 a 2005.

Fonte: EM-DAT: OFDA/CRED International Disaster Database - Université Catholique de Louvain, Belgium (2004)

Devido a grande escala de ocorrência do fenômeno, a terminologia associada a ele acaba variando de local para local. No Brasil, os termos associados às inundações são: cheia, enchente, enxurrada, inundação gradual, inundação brusca, alagamentos, inundações ribeirinhas, inundações urbanas, enchentes repentinas entre outros. Devido a esta diversidade de termos, há uma divergência e até mesmo confusão quanto à caracterização das inundações. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi analisar algumas definições dos dois principais tipos de inundações, isto é, inundações bruscas e graduais. Com base nesta análise, propor um índice para distinguir estes dois tipos de inundações. Além disto, este trabalho também propôs a reformulação do Índice de Perigo proposto por Stephenson (2002), que tem por objetivo auxiliar no zoneamento de áreas susceptíveis a inundações.

## 2 ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Como acima mencionado, existem diversos termos relacionados ao fenômeno das inundações. Muitos destes termos são usados erroneamente em virtude de traduções equivocadas e adaptações mal feitas de termos provenientes de línguas estrangeiras, principalmente do inglês e espanhol. As palavras cheia e enchente têm como origem o verbo encher, do Latim *implere*, que significa ocupar o vazio, a capacidade ou a superfície de; tornar cheio ou repleto. Para melhor entender o que realmente caracteriza uma enchente, tem-se o exemplo de um copo. Quando se coloca uma quantidade de água até a sua máxima capacidade diz-se que o copo está cheio. Esta situação também ocorre com os rios. Quando as águas do rio elevam-se até a altura de suas margens, contudo sem transbordar nas áreas adjacentes, é correto dizer que ocorre uma enchente. A partir do momento em que as águas transbordam, ocorre uma inundação. A Figura 2 demonstra a diferença entre as enchentes e inundações.

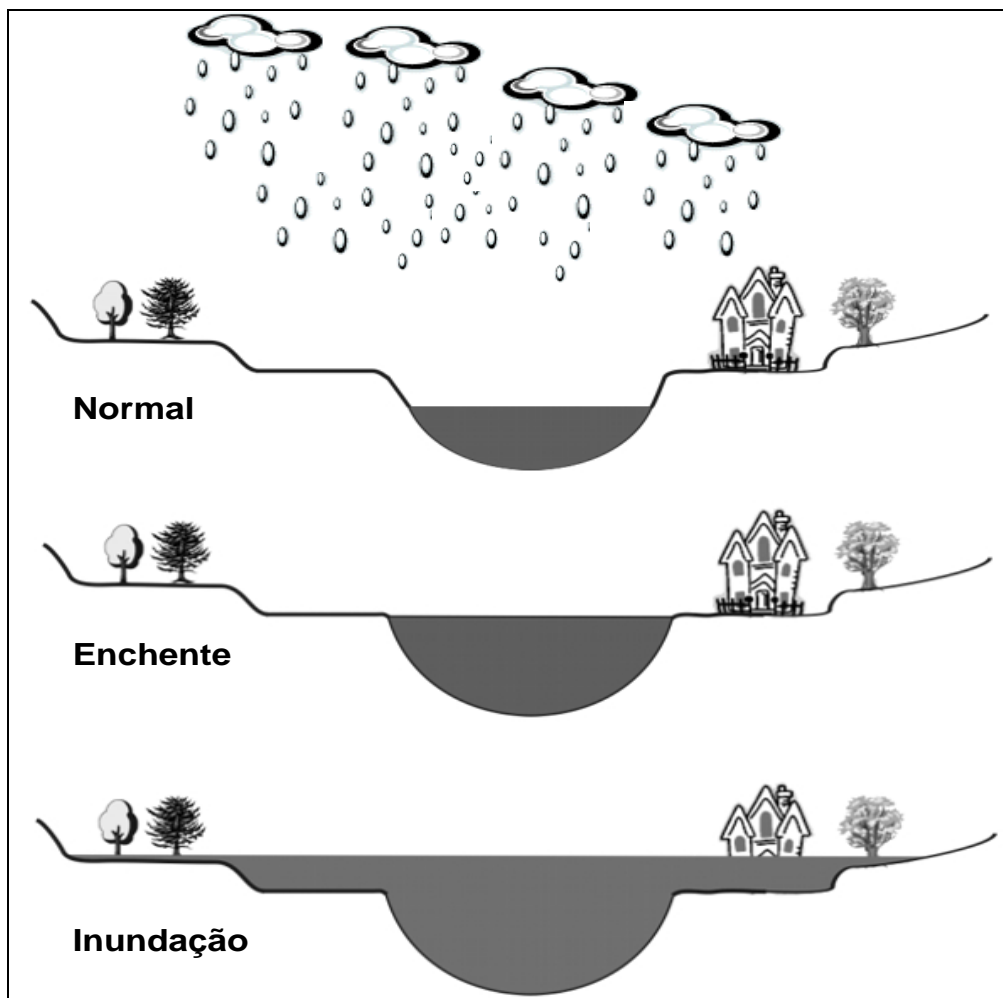


Figura 2 – Elevação do nível de um rio provocada pelas chuvas, do nível normal até a ocorrência de uma inundação.

A partir deste transbordamento, ocorrem diversos tipos de inundações, das quais os tipos mais comuns são as inundações costeiras, graduais e bruscas (Kron, 2002). Enquanto a primeira é relacionada ao local específico, isto é, a zona costeira, as duas últimas estão ligadas

à velocidade do próprio fenômeno e podem ocorrer em quaisquer locais. Daqui pra frente, o presente trabalho trata apenas estas últimas.

## 2.1 Inundações Graduais.

As inundações graduais são aquelas que, como o próprio nome diz, ocorrem gradualmente, ou seja, a elevação do nível das águas e o conseqüentemente transbordamento ocorrem lentamente. Na língua inglesa é denominada *flood* ou *flooding*. A Tabela 1 apresenta algumas definições utilizadas para as inundações graduais.

Tabela 1 – Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais

<b>Termo</b>	<b>Autor</b>	<b>Definição</b>
<i>Flood</i>	NFIP (2005)	Uma condição geral ou temporária de parcial ou completa inundação de dois ou mais acres de uma terra normalmente ou duas ou mais propriedades (uma das quais é a sua propriedade), proveniente da inundação de águas continentais ou oceânicas.
<i>Flood</i>	NATIONAL DISASTER EDUCATION COALITION (2004)	Inundações ocorrem nas chamadas planícies de inundação, quando prolongada precipitação por vários dias, intensa chuva em um curto período de tempo ou um entulhamento de gelo ou de restos, faz com que um rio ou um córrego transbordem e inundem a área circunvizinha.
<i>Flood</i>	NWS/NOAA (2005)	A inundação de uma área normalmente seca causado pelo aumento do nível das águas em um curso d'água estabelecido, como um rio, um córrego, ou um canal de drenagem ou um dique, perto ou no local onde a chuvas precipitaram.
<i>Flood</i>	FEMA (1981)	Inundação resulta quando um fluxo de água é maior do que a capacidade normal de escoamento do canal, ou quando as águas costeiras excedem a altura normal da maré alta. Inundações de rios ocorrem devido ao excessivo escoamento superficial ou devido ao bloqueio do canal.
Inundações Graduais ou Enchentes	Castro (1996).	As águas elevam-se de forma paulatina e previsível, mantém em situação de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam-se gradualmente. Normalmente, as inundações graduais são cíclicas e nitidamente sazonais.
<i>River Flood</i>	Choudhury et al (2004)	Inundações de rios ocorrem devido às pesadas chuvas das monções e ao derretimento de gelo nas áreas a montante dos maiores rios de Bangladesh. O escoamento superficial resultante causa a elevação do rio sobre as suas margens e propagando água sobre a planície de inundação.
Inundações Ribeirinhas	Tucci e Bertoni (2003)	Quando a precipitação é intensa e o solo não tem capacidade de infiltrar, grande parte do volume escoam para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. O excesso de volume que não consegue ser drenado ocupa a várzea inundando de acordo com a topografia áreas próximas aos rios.
<i>Flood</i>	OFFICE OF THECNOLOGY ASSESSMENT (1980)	Uma inundação de terra normalmente não coberta pela água e que são usadas ou utilizáveis pelo homem.
<i>River Flood</i>	Kron (2002)	È o resultado de intensa e/ou persistente chuvas por alguns dias ou semanas sobre grandes áreas algumas vezes combinadas com neve derretida. Inundações de rios elevam-se gradualmente, ainda assim, algumas vezes dentro de um curto período.

A partir da Tabela 1, podem-se perceber algumas características em comum nas diversas definições. Elas ocorrem nas áreas adjacentes às margens dos rios que por determinados períodos permanece seca, ou seja, na planície de inundação. Geralmente são provocadas por intensas e persistentes chuvas e a elevação das águas ocorre gradualmente. Devido a esta elevação gradual das águas, a ocorrência de mortes é menor que durante uma inundação brusca, contudo, devido a sua área de abrangência, a quantidade total de danos acaba sendo elevada.

Segundo Castro (1996), esta inundação está associada a grandes rios, como o Nilo, o Amazonas, o Mississipi-Missouri. Conseqüentemente, esse tipo de inundação acaba possuindo uma sazonalidade e um período de retorno previsível. Contudo, nota-se que não são todas as inundações graduais que possuem sazonalidade, como no Amazonas e no Pantanal. Este foi o caso das inundações ocorridas em 1983 no estado de Santa Catarina, onde devido a persistentes e excessivas chuvas provocadas pelo fenômeno El Nino houve inundações em todo o estado de Santa Catarina.

## **2.2 Inundações Bruscas**

As inundações bruscas são aquelas que ocorrem repentinamente, com pouco tempo de alarme e alerta para o local de ocorrência. Em Santa Catarina, este tipo de inundação geralmente está associado a sistemas convectivos de mesoescala ou sistemas convectivos isolados (Marcelino *et al.*, 2004). Na língua inglesa é conhecida como *flash flood*, e no Brasil são conhecidas popularmente como enxurrada. Na Tabela 2 encontram-se algumas definições utilizadas para o termo inundação brusca.

A partir da Tabela 2, observa-se que as inundações bruscas possuem características muito diferentes das inundações graduais. Como o próprio nome diz, elas são bruscas, ou seja, devem ocorrer no tempo próximo ao momento da ocorrência do evento que as causam. Outra característica particular deste tipo de inundação é o pouco ou nenhum tempo de alerta. Por elas se desenvolverem bruscamente, geralmente atingem as áreas susceptíveis a ela de surpresa, não tendo tempo hábil para os moradores tomar os devidos procedimentos para se protegerem ou salvar os seus bens.

## **3. PROBLEMÁTICA DAS INUNDAÇÕES GRADUAIS E BRUSCAS.**

Como observado na Tabela 2, no Brasil a única definição para as inundações bruscas é a sugerida e adotada pela Defesa Civil Nacional, proposta por Castro (1996), que se caracteriza pela súbita e violenta elevação dos caudais. Segundo Georgakakos (1986), um dos fatores que determina a curta duração das inundações bruscas é a declividade das vertentes. Castro (1996) descreve que as inundações bruscas são típicas de relevo acidentado.

Tabela 2 – Alguns conceitos utilizados para definir as inundações bruscas.

<b>Termo</b>	<b>Autor</b>	<b>Definição</b>
<i>Flash flood</i>	NATIONAL DISASTER EDUCATION COALITATION (2004)	Inundações bruscas ocorrem dentro de 6 horas após uma chuva ou após a quebra de barreira ou reservatório, ou após uma súbita liberação de água armazenada pelo atolamento de restos ou gelo.
<i>Flash flood</i>	NWS/NOAA (2005)	Uma inundação causada pela pesada ou excessiva chuva em um curto período de tempo, geralmente menos de 6 horas. Também, as vezes uma quebra de barragem pode causar inundação brusca, dependendo do tipo de barragem e o período de tempo que ocorre a quebra.
<i>Flash flood</i>	FEMA (1981)	Inundações bruscas usualmente consistem de um rápido aumento na elevação da superfície da água com uma anormal alta velocidade das águas, freqüentemente criando uma parede de águas movendo-se canal abaixo ou pela planície de inundação. As inundações bruscas geralmente resultam da combinação de intensa precipitação, “inclinações íngremes”, uma pequena bacia de drenagem, e uma alta proporção de superfícies impermeáveis.
<i>Flash flood</i>	Choudhury <i>et al.</i> (2004)	Inundações bruscas são inundações de curta vida e que duram de algumas horas a poucos dias originam-se de pesadas chuvas.
<i>Flash flood</i>	IAHS-UNESCO-WMO, (1974)	Súbitas inundações com picos de descarga elevados, produzidos por severas tempestades que são geralmente de limitada área de extensão.
<i>Flash flood</i>	Georgakakos (1986)	Operacionalmente, inundações bruscas são inundações que são de fusão curta, e requerem a emissão de alertas pelos centros locais de previsão e aviso preferencialmente do que pelos Centros Regionais de Previsão de Rios.
<i>Flash flood</i>	Kömüsçü <i>et al.</i> (1998)	Inundações bruscas são normalmente produzidas por intensas tempestades convectivas, a qual causa muito rápido escoamento, e o dano da inundação geralmente ocorre dentro de horas da chuva que a causa e afeta uma área muito limitada.
Inundação Brusca ou Enxurrada	Castro (2003)	São provocadas por chuvas intensas e concentradas em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais escoam-se de forma rápida e intensa.
<i>Flash flood</i>	OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (1980)	Uma inundação que acompanha um evento que a causa (excessivas chuvas, quebra de barragens) dentro de poucas horas.
<i>Flash flood</i>	Kron (2002)	Inundações bruscas geralmente ocorrem em pequenas áreas, passado apenas algumas horas (as vezes minutos), e elas tem um inacreditável potencial de destruição. Elas são produzidas por intensas chuvas sobre uma pequena área.

Com maior declividade, as águas escoam mais rapidamente para o canal, elevando o seu nível subitamente. Entretanto, se a inundações bruscas são inundações de natureza súbita, elas podem ocorrer também em áreas planas. Kron (2002) comenta que as inundações bruscas não estão associadas apenas ao rápido fluxo de água em terrenos íngremes, mas também com inundações de áreas planas. Por causa da intensa urbanização ocorrida principalmente nas últimas décadas, cidades de médio e grande porte, independente da declividade, vêm possuindo locais de ocorrências de

inundações com maior velocidade. Segundo Georgakakos (1986), esse tipo de inundação pode ser incluída na categoria das inundações bruscas.

Há uma grande dificuldade em estabelecer um limiar, ou seja, um tempo limite que diferencie às inundações bruscas das graduais. De acordo com o NWS/NOAA (2005), este tempo pode ser de 6 horas. A WMO (1994) também sugere que as inundações bruscas são caracterizadas por um tempo de concentração curto, de aproximadamente 6 horas. Entretanto, este tempo pode variar muito de acordo com a localidade, pois não apenas a quantidade de precipitação é que determina a ocorrência de um desastre devido a uma inundação. Segundo Kelsch (2002) uma inundação brusca não pode ser definida apenas pela quantidade de chuva ou pela resposta do canal, pois ambos variam significativamente de um evento para outro. Desta forma, fatores como precipitação antecedente, tipo de uso do solo, quantidade de áreas impermeável, taxa de cobertura vegetal, retinilização de canais e rios, e outros fatores podem determinar a ocorrência ou não de uma inundação, bem como o seu tipo.

Few *et al* (2004) comentam que devido a diferentes percepções e terminologias utilizadas para inundações, há uma dificuldade em padronizar as categorias das inundações. Pois a cada evento, ela adquire algumas características particulares, inerentes à localidade de ocorrência. Essas particularidades podem ser diferentes alturas e velocidades, elas podem estar confinadas em estreitos vales ou espalhar através de planícies.

Cada localidade possui uma determinada resposta hidrológica para uma quantidade de chuva. Desta forma, não se pode simplesmente determinar um tempo limite para diferenciar as inundações bruscas das graduais, como foi estabelecido pela WMO (1994) e pela NWS/NOAA. Aquele tempo de 6 horas poderia servir para um local e não para outro.

Contudo, se faz necessária a distinção entre as inundações bruscas e graduais, visto que há um sistema de registro para cada tipo de inundação criado e gerenciado pela Defesa Civil Nacional. Este sistema se baseia em relatórios de avaliação de danos (AVADAN) enviados a Defesa Civil quando um município decreta situação de emergência ou estado de calamidade pública em virtude da ocorrência de um desastre natural. Este registro é uma importante fonte de dados, pois é o único reconhecido oficialmente. Através dele podem-se realizar levantamentos de desastres ocorridos ao longo de um determinado período, como o elaborado por Herrmann (2001). No caso de uma inundação, este AVADAN adota as definições de inundações propostas por Castro (1996), que as separa em bruscas e graduais, contudo sem especificar corretamente a diferença entre as duas.

#### **4. ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE OPERAÇÃO**

Georgakakos (1986) admite que as inundações bruscas requerem a emissão de alertas pelos centros locais de previsão. O sistema de monitoramento, previsão e conseqüente alerta da ocorrência de

inundação deve ser local. Assim, um dos aspectos que poderia determinar a diferença entre as duas inundações é que as bruscas necessitam de centros de monitoramento, previsão e alerta local, e não em escala regional. Outro fator que pode ser utilizado para diferenciar os dois tipos de inundações aqui tratados seria o tempo de resposta. Desta forma, se em determinada localidade uma inundação ocorresse seis horas após uma determinada quantidade de chuva, mas a população localizada na área susceptível a sua ocorrência fosse alertada e tomasse as medidas preventivas em quatro horas, ainda haveria mais duas horas para “tomar um cafezinho”.

Devido ao grande impasse que existe em determinar a diferença entre as duas inundações, o presente trabalho propôs uma forma simples de diferenciar estas inundações, criando o Índice de Eficiência de Operação ( $E$ ). Este índice é definido como:

$$E = \frac{T_c}{T_a} \quad (1)$$

onde  $T_c$  é o tempo de concentração e  $T_a$  é o tempo operacional de resposta no sistema instituição-comunidade. Nota-se que o  $T_c$  é um fator que contém influências ambientais de precipitação, topografia, uso de solo, etc. e o  $T_a$  é determinado pelos fatores humanos tais como previsão, comunicação, preparo da comunidade etc. Desta maneira, esse índice envolve aqueles fatores que determinam a ocorrência de um desastre natural, isto é, os fatores ambientais e sociais. A partir deste índice, de modo geral pode-se dizer que:

$E > 1$ : dano menor (há tempo de salvar vidas do ser humano) → Inundação gradual  
 $E = 1$ : ponto crítico  
 $E < 1$ : dano maior (não há tempo de salvar vidas do ser humano) → Inundação brusca

Através desta relação, as inundações brusca e gradual podem ser classificadas, isto é, quando  $E > 1$  ocorrem inundações graduais e  $E < 1$  ocorrem inundações bruscas. Do ponto de vista de prevenção de desastres naturais, quando  $E < 1$ , ou seja, quanto menor valor de  $E$ , pode-se ter maior dano, pois a população não teria tempo hábil para tomar as medidas preventivas.

As inundações em si são fenômenos naturais. Mas como a sociedade brasileira exige a identificação destes dois tipos de inundação para tratar desastres, a diferenciação entre dois pode ser feita com  $E$  que inclui considerações ambientais e humanas.

## 5. ÍNDICE DE PERIGO

Observa-se que poucas comunidades possuem sistemas de alerta contra inundações, principalmente em escala local. Poucas comunidades também são educadas de como agir em uma inundação.



Desta maneira é necessário elaborar um zoneamento preventivo em relação a áreas susceptíveis a inundação, bem como restringir o acesso destas áreas quando ocorre uma inundação. Este zoneamento visa suprir a falta de conhecimento das medidas preventivas em caso da ocorrência de uma inundação por parte das comunidades. Para elaborar este zoneamento preventivo, o presente trabalho modifica o Índice de Perigo proposto por Stephenson (2002).

“Perigos naturais (*natural hazards*) são processos ou fenômenos naturais que ocorrem na biosfera e que podem constituir um evento danoso e podem ser modificados pela atividade humana, tais como degradação do ambiente e urbanização” (UNPD 2004). Assim, a inundação bem como outros tipos de fenômenos naturais que possam causar desastres são considerados perigos naturais.

Há uma grande importância em se conhecer as características físicas do perigo natural que poderá se tornar um desastre, pois, estas características estão diretamente ligadas à quantidade de danos ocasionados em uma determinada localidade, ou seja, há a necessidade de se associar às características do perigo com as características do ambiente (vulnerabilidades).

Nas inundações, as características físicas principais são a altura ou a profundidade ( $h$ ), a velocidade ( $v$ ) e o tempo de duração. Em áreas urbanas, os fatores responsáveis pela maior parte dos danos são a velocidade e a altura. Para estabelecer esta relação, Stephenson (2002) propôs um Índice de Perigo e Risco (Figura 3). Este índice leva em conta, a velocidade, a profundidade e o tempo de retorno.

O risco ( $Ri$ ), de acordo com UNPD (2004), é a relação entre o perigo ( $P$ ) e a vulnerabilidade ( $V$ ), ou seja,  $Ri = P \cdot V$ , e não apenas o tempo de retorno da inundação. Devido a esta divergência entre a UNPD (2004) e Stephenson (2002), o presente trabalho apenas propôs uma modificação do Índice de Perigo ( $IP$ ), não levando em conta a vulnerabilidade, visto a mesma variar em cada localidade, não podendo ser mensurada por este índice. Em outras palavras, para determinar apenas as características físicas, utiliza-se o  $IP$ . Segundo Stephenson (2002), o  $IP$  é definido como:

$$IP = v \cdot h \quad (2)$$

Para calcular a velocidade, o presente trabalho usa a equação de Manning:

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

onde  $n$  é a rugosidade;  $R$  é o raio hidráulico; e  $I$  é a declividade. Substituindo a equação (3) na (2), obtém-se:

$$IP = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot h \quad (4)$$

Assumindo-se que  $R \cong h$ , a equação (4) torna-se:

$$IP = \frac{1}{n} h^{\frac{5}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

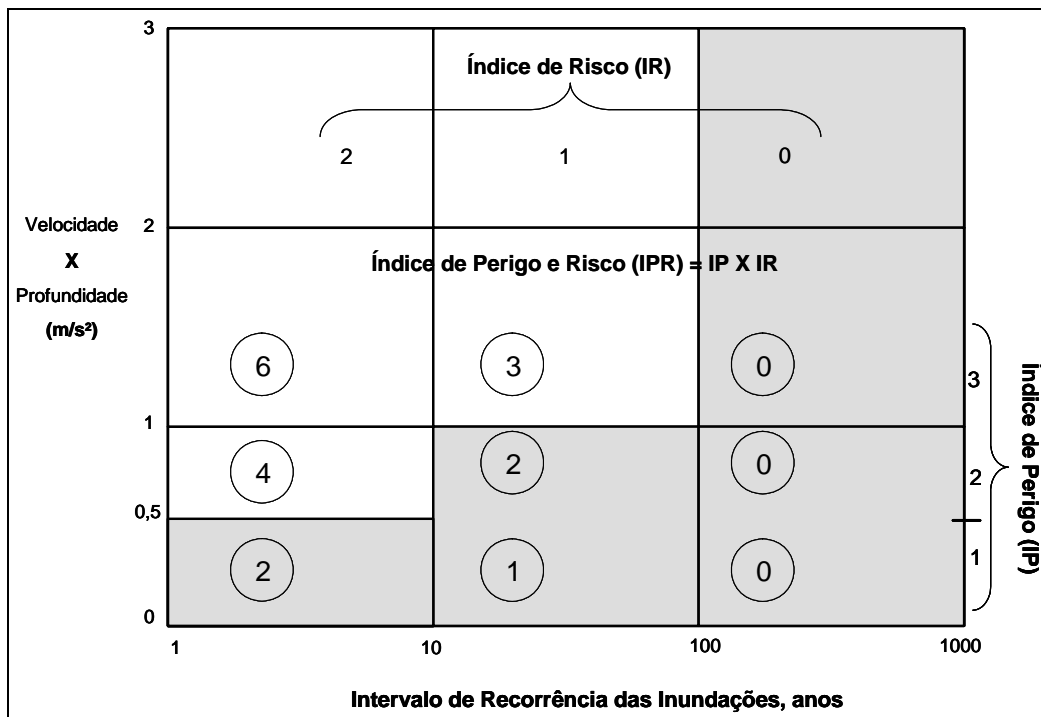


Figura 3 – Representação do Índice de Perigo e Risco, adaptado de Stephenson (2002).

Quanto maior for a rugosidade da área inundada, menor será o *IP*. Contudo, quanto maior for a altura e quanto maior for a declividade, maior será o *IP*. Este dano não se caracteriza apenas com danos materiais, mas também com impactos à vida humana. Segundo Ramsbottom et al. (2003), estudos experimentais sugerem que o limite seguro para um adulto é o produto da altura pela velocidade no intervalo de 0,5 a 1,0 (m²/s), ou seja, o limite máximo do produto entre as duas variáveis do *IP* não pode ser superior a 1,0 m²/s. A partir disso pode-se estabelecer as equações (6) e (7), representadas nas Figuras 4 e 5, respectivamente.

$$IP = v \cdot h \leq 1 \quad (6)$$

$$IP = \frac{1}{n} h^{\frac{5}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \leq 1 \quad (7)$$

Nota-se que quanto maior a velocidade, menor a altura necessária para causar danos. A mesma relação acontece com a declividade, quanto maior a declividade, menor será a altura necessária para causar danos. Analisando a Figura 5, observa-se também que quanto maior for a rugosidade, mais seguro.

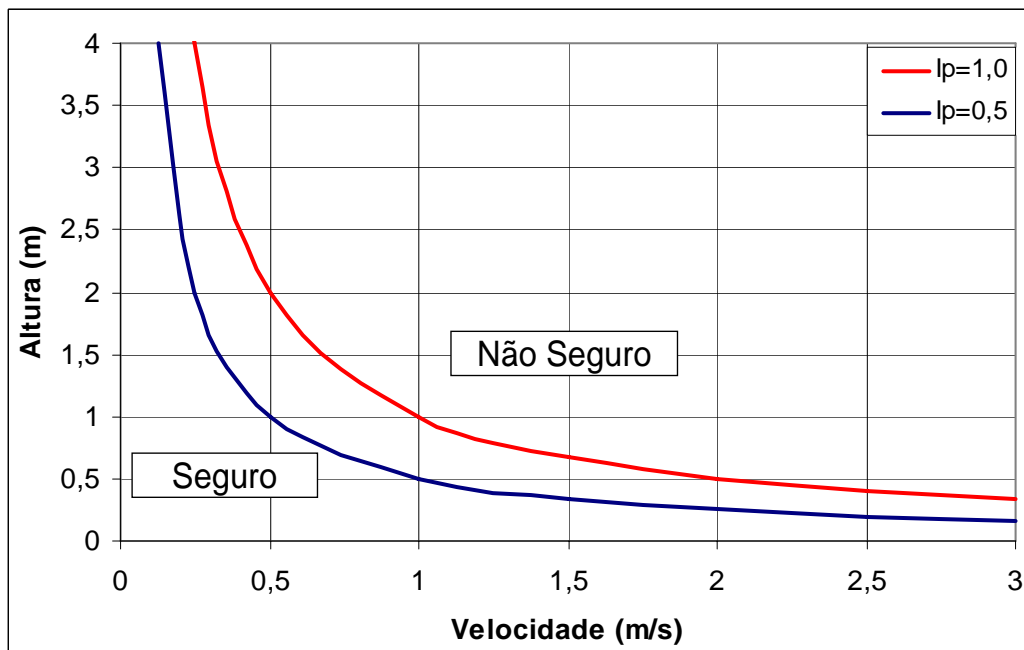


Figura 4 - Índice de Perigo para pessoas situadas em áreas inundadas

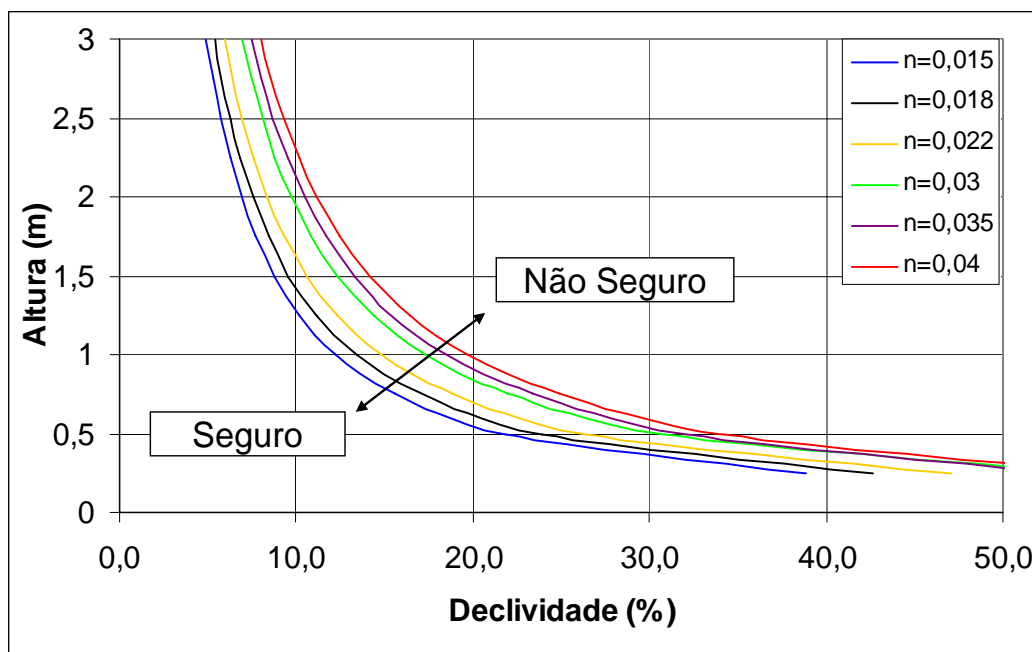


Figura 5 – Relação entre a altura e a declividade para áreas onde  $IP \leq 1$

Conforme NWS/NOAA (2004) e USSRTF (2005), um fluxo de inundação a 4,47 m/s com uma altura de 0,6 m é o suficiente para fazer flutuar um carro popular. Assim, deve-se delimitar o acesso ou o tráfego de carros, quando ocorre uma inundação, em áreas onde velocidade e a altura tenham estes valores, ou seja, em áreas onde o  $IP \geq 2,6$ . Também deve-se delimitar as atividades econômicas tais como concessionárias ou revenda de carros nestas áreas. Limitando o uso de áreas inseguras a vida humana, poderá haver uma compensação no que diz respeito à segurança das pessoas. Pois mesmo que elas não saibam as medidas preventivas, elas não estarão locadas em áreas com alto perigo a suas vidas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de uma breve revisão bibliográfica, verificou-se que há uma distinção entre as inundações graduais e bruscas. Essa distinção ficou clara quanto a sua terminologia, mas não quanto a suas características. Contudo, não se pode constatar a existência de um critério para distinguir estes dois tipos de inundação, principalmente no Brasil. Esse fato pode ser atribuído a as diversas características que cada evento adquire em cada localidade. Observa-se também a necessidade de se pode distinguir as inundações bruscas das graduais, pois essa mesma distinção é adotada nos registros oficiais enviados a Defesa Civil quando ocorre um desastre natural provocado por uma inundação.

Desta maneira, o presente trabalho propôs um índice, denominado Índice de Eficiência de Operação, que é a relação entre o tempo de concentração e o tempo de ação. Este índice atende aos dois fatores envolvidos num desastre, o fator ambiental e o fator social.

Contudo, poucas comunidades possuem sistemas de alertas para prevenção de inundações. Nestas localidades, propôs-se a utilização de um índice de perigo, que leva em conta a velocidade e altura do fluxo da inundação. Para estimar este índice, foi utilizada a equação de Manning, sendo que o próprio índice se tornou uma modificação desta equação. Através deste índice, nota-se que quanto maior a velocidade, menor a altura necessária para colocar em risco a vida humana. Hipoteticamente, a mesma relação pode acontecer quando se trata de danos materiais. Contudo esse índice não leva em conta o tempo de duração de uma inundação. Desta forma, mais estudos se fazem necessários para que se possa estabelecer a relação entre o *IP* e o tempo de duração.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos membros do Grupo de Estudo de Desastres Naturais – GEDN pelas valorosas discussões que levaram ao aprimoramento dos resultados apresentados no presente trabalho.

## BIBLIOGRAFIA

CASTRO, A. L. C. (1996). *Manual de Desastres: desastres naturais. Volume 1*. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, 182 p.

CHOUDHURY, N. Y.; POUL, A.; POUL, B.K. (2004). “*Impact of costal embankment on the flash flood in Bangladesh: a case study*”. *Applied Geography* v. 24, pp. 241-258,

EM-DAT-CRED (2004). *International Disaster Database*, - Université Catholique de Louvain, Belgium (2005). (Disponível em [www.em-dat.net](http://www.em-dat.net). Consultado em março de 2005).

- FEMA – Federal Emergency Management Agency (1981). *Design guidelines for flood damage reduction*. (Disponível em [www.fema.gov/hazards/floods/lib15.shtm](http://www.fema.gov/hazards/floods/lib15.shtm). Consultado em abril de 2004).
- FEW R.; AHERN M.; MATTHIES, F.; KOVATS, S. (2004). *Floods, health and climate change: a strategic review*. Working Paper 63. Tyndall Centre, 138p
- GEORGAKAKOS, K. P. (1986). “*On the design of natural, real-time warning systems with capability for site-specific, flash-flood forecast*”. Bulletin American Meteorological Society, v 67, n.10, pp. 1233-1239.
- HERRMANN, M. L. P. (2001). *Levantamento dos desastres naturais ocorridos em Santa Catarina no período de 1980 a 2000*. Florianópolis: IOESC.,. 89 p.
- IAHS-UNESCO-WMO (Ed.) (1974). “*Flash Floods*”, Proceedings of the Paris Symposium (Publication 112).
- KELSCH, M., (2002). “*COMET flash flood cases: summary of characteristics*”. Preprints, 16 th Conference on Hydrology , American Meteorological Society, Boston, MA, pp 42-46.
- KÖMÜŞÇÜ, A. Ü; ERKAN, A.; ÇELİK, S. (1998). “*Analysis of meteorological and terrain features leading to the Izmir flash flood, 3-4 November 1995*”. Natural Hazards, v. 18, pp. 1-25,
- KRON, W. (2002). “*Keynote lecture: Flood risk = hazard x exposure x vulnerability*”. Proceedings of Second International Symposium of Flood Defense, Beijing, pp 82-97.
- MARCELINO, E. V.; GOERL, R. F.; RUDDORF, F. M. (2004). “*Distribuição espaço-temporal de inundações bruscas em Santa Catarina (Período 1980-2003)*”. In: Simpósio Brasileiro De Desastres Naturais, 1. , Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. pp. 554-564. (CD-ROM)
- NATIONAL DISASTER EDUCATION COALITION. (2004). *Talking about disaster: Guide for standard messages*. Washington, D.C. (Disponível em [www.disastereducation.org/guide.html](http://www.disastereducation.org/guide.html). Consultado em agosto de 2004)
- NFIP - NATIONAL FLOOD INSURANCE PROGRAM. (2005). *What is a Flood* (Disponível em [www.floodsmart.gov/floodsmart/pages/whatflood.jsp](http://www.floodsmart.gov/floodsmart/pages/whatflood.jsp). Consultado em maio de 2005).
- NWS/NOAA - NATIONAL WEATHER SERVICE/NATIONAL OCEANIC ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. (2004). *Glossary*. (Disponível em <http://www.nws.noaa.gov/glossary/> Consultado em dezembro de 2004).
- OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT. (1980). *Issues and Options in Floodplain Management and Flood Insurance*. Washington, D.C. (Disponível em [http://www.wws.princeton.edu/~ota/ns20/alpha\\_f.html](http://www.wws.princeton.edu/~ota/ns20/alpha_f.html). Consultado em janeiro de 2005).
- RAMSBOTTOM, D.; FLOYD, P.; PENNING-ROUSELL, E. (2003). *Flood Risks to People Phase I*. R&D Technical Report. p117. (Disponível em [www.defra.gov.uk/enviro/fcd](http://www.defra.gov.uk/enviro/fcd). Consultado em Abril de 2005).
- STEPHENSON, D. (2002). “*Integrated flood plain management strategy for the Vaal*”. Urban Water v. 4, pp 425–430.

TUCCI, C.E M.; BERTONI, J.C. (2003) (orgs) *Inundações Urbanas na América do Sul* Ed. Brasileira de Recursos Hídricos, p. 471.

UNDP – United Nations Development Program. (2004). *Reducing disaster risk: a challenge for development*. New York: UNDP, p.130

USSRTF - United States Search and Rescue Task Force. (2005). *Flooding*. (Disponível em <http://www.ussartf.org/flooding.htm>. Consultado em maio de 2005.)

WMO – World Meteorological Organization. (1994). *Guide to hidrological practices*. Publication No. 168, WMO, Geneva, pp. 735.