



## CONSIDERAÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DE MEDIDAS DE INCERTEZA EM DADOS DE PERCEPÇÃO DO MORADOR

**Odair Barbosa de Moraes (1); Alex Kenya Abiko (2)**

- (1) Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – Bolsista de Doutorado FAPESP – e-mail: odair.moraes@poli.usp.br  
(2) Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: alex.abiko@poli.usp.br

### RESUMO

A avaliação pós-ocupação (APO) faz uso freqüente de questionário de opinião do morador no sentido de identificar pontos positivos e negativos dos projetos sob a ótica do usuário, num processo de retroalimentação do processo de projeto. As escalas utilizadas, geralmente, são escalas ordinais, de conceitos, que durante o processo de análise de dados são convertidas em escalas de valores numéricos, sendo tratadas como tal. Um dos procedimentos mais usuais é a construção do diagrama de Pareto, com as médias obtidas dos dados. A média é uma medida de posição central, que nem sempre representa o valor mais frequente, levando, assim, a conclusões equivocadas. Por outro lado, existem na literatura sobre as medidas de incerteza, diversas teorias e medidas que podem ser utilizadas para verificar a predominância de um determinado conceito. Estas medidas são agrupadas em três tipos: vagueza, não-especificidade e conflito. Neste trabalho, buscamos fazer uma revisão bibliográfica sobre estas medidas, bem como uma aplicação em dados de APO, para verificar a sua adequação. Verificamos que tanto a forma quanto o número de pontos da escala influenciam nos resultados pois, algumas medidas são baseadas em pressupostos que extrapolam as teorias clássicas, como a medida de vagueza. Uma vantagem detectada na utilização dessas medidas é a não necessidade de conversão da escala ordinal numa numérica, visto que utilizamos apenas as freqüências de cada conceito. Essas medidas se mostraram promissoras, pois nos fornecem o grau de incerteza nas afirmações sobre os pontos positivos e negativos de um projeto, independentemente do tipo de escala adotado.

Palavras-chave: Avaliação pós-ocupação; incerteza; percepção do morador

### ABSTRACT

The Post Occupancy Evaluation (POE) often uses dweller opinion questionnaire in order to identify positive and negative aspects of the design under the user viewpoint, in a feedback of the design process. The used scales usually are ordinal, scales of concepts, which in the data analysis have been converted into numerical scales, being treated as such. One of the most usual procedures is the construction of Pareto diagram, using the means of the data. The mean is a measure of central position that nor always represents the most frequent value, leading thus, to mistaken conclusions. On the other hand, there are in literature about measures of uncertainty several theories and measures that can be used to verify the predominance of one specific concept. These measures are grouped in three types: fuzziness, non-specificity and conflict. In this work, we made a literature review on these measures, as well as an application in POE data, in order to verify its adequacy. We verified that as the form as the number of points of the scale influences the results because some measures are based on assumptions that surpass the classic theories, as the measure of fuzziness. One detected advantage in the use of these measures is that there is not necessity of conversion of the ordinal into numerical scale, since we only use the frequencies of each concept. These measures are promising because they give us the degree of uncertainty on the positive and negative aspects of a design, regardless of the adopted type of scale.

Keywords: Post occupancy evaluation; uncertainty; dweller perception

## **1 INTRODUÇÃO**

A Avaliação pós-ocupação (APO) é uma área de conhecimento que combina avaliação técnica e o ponto de vista do usuário, pretendendo se configurar como uma avaliação global do meio a ser estudado. As variáveis consideradas podem ser complementadas, reduzidas e/ou alteradas, em função da tipologia edificada, das características e dos objetivos da pesquisa (ORNSTEIN; ROMERO, 1992).

Em função destas características, a APO tem se firmado como uma das principais ferramentas, onde se pode avaliar desde a unidade habitacional aos espaços urbanos em geral, incluindo construções com as mais variadas funções como escolas, hospitais, shopping centers, etc (ROMÉRIO; ORNSTEIN, 2003).

Em seus trabalhos, a APO faz uso freqüente de questionário de opinião do morador no sentido de identificar pontos positivos e negativos dos projetos sob a ótica do usuário, num processo de retroalimentação do processo de projeto. Aqui, ressalta-se dentre outras questões que têm sido levantadas sobre a análise de dados da opinião do morador, a questão da subjetividade da resposta. Admitimos que, assim como no conceito de qualidade de vida, na opinião/percepção/satisfação do morador há uma forte influência das experiências do indivíduo e de suas expectativas (RUEDA, 1998; GALSTER *apud* LAY; REIS ,1993).

Outra questão que merece destaque, e que será o foco deste trabalho, diz respeito às incertezas relativas as afirmativas dos usuários, mesmo quando utilizamos questionários de múltipla escolha. Adiantamos aqui, que essas incertezas podem ser vistas tanto sob o ponto de vista da vaguedade dos conceitos apresentados, como bom, ruim ou regular, como pela não especificidade da resposta sobre um determinado elemento quando tratadas no âmbito coletivo.

Assim, o objetivo principal deste trabalho é analisar a adequação de algumas medidas de incerteza na análise de dados de APO, no sentido de agregar mais informação aos resultados e diminuir as incertezas nas afirmações; como consequência poderemos afirmar com maior segurança os pontos positivos e negativos de um projeto.

Serão utilizados dados já coletados em uma outra pesquisa, visto que o objetivo principal é analisar as medidas propostas. A dedução das medidas demandaria um espaço maior, como também explicações adicionais que extrapolariam o escopo deste artigo. Dessa forma, são dadas algumas referências para o aprofundamento do tema.

Por fim, os dados são analisados e os resultados comparados entre si e com as medidas clássicas, como a média e o desvio padrão. Os resultados demonstram ser promissores e a necessidade de aprofundamento em alguns pontos se faz necessária.

## **2 QUESTÕES PRELIMINARES**

Visando garantir um melhor entendimento do assunto abordado, faremos a seguir uma breve explanação de algumas questões relacionadas ao tema. Ressaltamos que a teoria empregada, principalmente a Teoria dos Subconjuntos *Fuzzy*, é relativamente nova, datando de 1965, quando foi proposta pelo Prof. Lofti A. Zadeh, da Universidade da Califórnia, em Berkeley. Proposta inicialmente para a solução de problemas de controle e automação, esta teoria vem tendo cada vez mais adesão em outras áreas do conhecimento, tanto pela adequação às teorias já desenvolvidas, quanto pela capacidade de manusear sistemas complexos com relativa facilidade (CHENG, 1999).

Uma outra questão que merece destaque diz respeito às escalas de medidas, visto que estas, no campo da análise de percepção/satisfação do morador, muitas vezes são utilizadas sem uma análise crítica da sua adequação.

## 2.1 A questão da escala

Quando coletamos dados de satisfação/percepção do morador sobre determinado espaço, geralmente utilizamos questionários para registrar as respostas. Estes questionários têm seguido duas formas na maioria dos casos: questionários de múltipla escolha com conceitos do tipo bom...ruim, satisfeito...insatisfeito, ou questionários com notas entre 0 e 10, por exemplo.

No primeiro caso estamos diante de uma escala ordinal, já no segundo caso podemos dizer que é uma escala intervalar. Estes dois tipos de escalas diferem nas possibilidades de manuseio. Enquanto que a escala ordinal estabelece apenas uma relação de ordem, sem podermos realizar operações matemáticas, a escala intervalar oferece a possibilidade das operações matemáticas, visto que é uma escala ordenada cuja distância entre os pontos é constante, porém difere da escala de razão (o mais alto nível de medição na escala) pela ausência do zero absoluto (HAIR *et al*, 1995).

Apesar destas diferenças, é comum vermos a transformação de uma escala ordinal numa intervalar e, consequentemente a obtenção de parâmetros estatísticos, como média e desvio padrão. Essa conversão só pode ser feita, diante de determinadas suposições sobre a ordenação e posicionamento dos conceitos (PEREIRA, 2001). Por outro lado, a escala de notas, intervalar, apresenta inconvenientes quando o público-alvo da pesquisa não possui um grande discernimento em relação à escala de avaliação, distinguindo bem os extremos, mas com dificuldades de avaliação com valores intermediários.

Já a escala ordinal oferece facilidades de comunicação entre o entrevistado e entrevistador, porém, impõe restrições na análise de dados, resumindo-se a tabelas de freqüência e testes não-paramétricos, nem sempre possíveis de serem aplicados<sup>1</sup>. Em suma, da decisão da escala é que depende o tratamento dos dados coletados (HAIR *et al*, 1995).

É importante ressaltar ainda que, as conclusões obtidas através das médias omitem, e às vezes distorcem, informações dos dados originais; um exemplo simples pode ser dado num caso onde a distribuição de freqüências se dá apenas em conceitos extremos e a média resultará um valor central, não sendo assim a forma mais adequada para resumir os dados. Daí a necessidade de uma análise mais criteriosa para os dados ordinais.

## 2.2 A teoria dos subconjuntos fuzzy

Como afirmamos anteriormente a Teoria dos Subconjuntos Fuzzy é relativamente nova e é considerada uma extensão da Teoria Clássica dos Conjuntos. Alguns conceitos, como o de pertinência, são utilizados em algumas medidas que serão discutidas mais adiante. A teoria clássica dos conjuntos caracteriza-se pela relação de pertinência dos elementos em relação ao conjunto, estabelecendo duas possibilidades claras, ou um elemento pertence ao conjunto, ou não pertence.

Esta relação pode ser representada por uma função característica que assume um valor igual a 1 (hum), caso o elemento pertença ao conjunto, ou igual a 0 (zero), caso ele não pertença. Esta função também pode ser chamada de função de pertinência ou função do grau de verdade. No caso da teoria clássica, esses conjuntos são denominados conjuntos *crisp* e, dado um conjunto universo X e um subconjunto A de X, podemos escrever:

$$A(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x \notin A \\ 1, & \text{se } x \in A \end{cases}, \text{ onde } A(x) \text{ será a função de pertinência de } A.$$

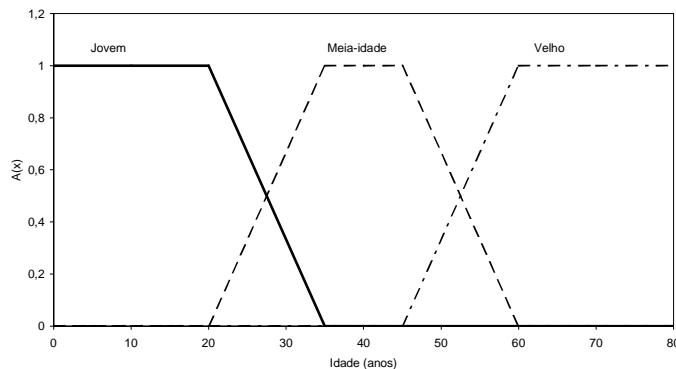
Porém, se assumirmos que um elemento  $x$  pode pertencer a um subconjunto A, de forma parcial, ou seja, possuindo um grau de verdade entre 0 (zero) e 1 (hum), poderemos adotar uma função de pertinência contínua que assuma qualquer valor neste intervalo. Esta função fornecerá o grau de

---

<sup>1</sup> Ver ORNSTEIN et al (1994) para detalhes sobre as possibilidades de tratamento dos dados

verdade, ou o grau de pertinência do elemento em relação ao conjunto. Assim poderemos tratar de uma forma menos rígida e mais adequada, conceitos imprecisos ou mal definidos.

Essa possibilidade de pertinência parcial dos elementos em relação aos conjuntos é a base para a formulação da Teoria dos Subconjuntos *Fuzzy* (TSF). Torna-se bastante razoável quando comparamos num exemplo clássico, das idades. Consideremos o subconjunto Jovem. Se uma pessoa possui 10 anos de idade podemos afirmar seguramente que ela pertence ao subconjunto Jovem. Porém, se ela possuir 60 anos não pertencerá a este subconjunto, mas sim ao subconjunto Velho. De outra forma, se ela possuir 30 anos poderíamos classificá-la tanto num subconjunto intermediário como no subconjunto Jovem, porém com um grau de pertinência baixo (Figura 1). Assim, seguindo a representação clássica, uma pessoa de 30 anos deveria pertencer ao subconjunto Jovem ou Meia-idade. Note que a transição entre dois subconjuntos ocorre de forma gradual.



**Figura 1 – Exemplo de representação de subconjuntos *fuzzy* para idades**

Com relação aos dados de APO, uma construção semelhante pode ser feita em relação aos conceitos, como Bom, Regular e Ruim. Esta modelagem dependerá dos objetivos da análise. Uma definição que cabe mencionar aqui é a de subconjunto *fuzzy* normal. Um subconjunto *fuzzy* é tido como normal se a sua altura (o grau de pertinência máximo) for igual a 1 (hum). Caso isso não ocorra, existem processos de normalização dos subconjuntos. Não entraremos aqui em maiores discussões, visto que este não é o foco do nosso trabalho. Para maiores informações ver Klir; Bo Yuan (1995).

No nosso caso, os dados foram coletados em forma de conceitos (Bom, Regular, Ruim), os graus de pertinência serão dados pelas freqüências relativas de cada conceito, ou seja, o conjunto universo será dado por  $C=\{\text{Ruim}(\text{Ru}), \text{Regular}(\text{R}), \text{Bom}(\text{B})\}$  e os graus de pertinência  $C(x)$ , onde  $x \in C$ , será a freqüência relativa do conceito em cada item avaliado.

Note que os conjuntos avaliação são não normais e  $\sum C(x)=1$ , ou seja, nenhum conceito será totalmente verdadeiro, exceto numa situação de total consenso onde todos atribuem a mesma avaliação para o item.

### 3 OS DADOS COLETADOS

Os dados utilizados neste trabalho foram coletados para a dissertação de mestrado “Desenvolvimento tecnológico e habitação de interesse social em Salvador” de um dos autores deste artigo e servirão apenas para ilustração das possibilidades de análise com as medidas propostas.

Estes dados foram coletados em entrevistas a moradores de intervenções executadas pelo Governo do Estado da Bahia, dentro do Programa Viver Melhor (MORAES, 2002). Foram realizadas 35 entrevistas sobre a percepção do morador quanto aos itens da sua moradia. Avaliação consistiu em atribuir um conceito (Bom, Regular e Ruim) a cada item avaliado. Para análise naquele momento, os

conceitos foram convertidos em notas (2, 1 e 0) respectivamente, de onde foram calculados a média e o desvio padrão para cada item. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Freqüências, média e desvio-padrão dos dados analisados**

	Conceitos			Média	Desvio padrão
	Ruim (0)	Regular (1)	Bom (2)		
<b>Tamanho</b>					
Sala	42,9%	14,3%	42,9%	1,00	0,94
Quartos	25,0%	35,7%	39,3%	1,14	0,80
Cozinha	64,3%	14,3%	21,4%	0,57	0,85
Banheiro	48,6%	14,3%	37,1%	0,89	0,93
<b>Qualidade do material</b>					
Piso	51,4%	20,0%	28,6%	0,77	0,88
Paredes	37,1%	20,0%	42,9%	1,06	0,91
Teto	42,9%	20,0%	37,1%	0,94	0,91
Portas e janelas	62,9%	22,9%	14,3%	0,51	0,74
<b>Qualidade das instalações</b>					
Água	37,1%	2,9%	60,0%	1,23	0,97
Esgoto	48,6%	8,6%	42,9%	0,94	0,97
Elétrica	28,6%	11,4%	60,0%	1,31	0,90
<b>Conforto</b>					
Temperatura no verão	42,9%	20,0%	37,1%	0,94	0,91
Temperatura no inverno	34,3%	31,4%	34,3%	1,00	0,84
Ventilação da sala	17,1%	25,7%	57,1%	1,40	0,77
Ventilação dos quartos	35,7%	21,4%	42,9%	1,07	0,90
Ventilação da cozinha	35,7%	28,6%	35,7%	1,00	0,88
Ventilação do banheiro	34,3%	20,0%	45,7%	1,11	0,90
Iluminação natural	5,7%	11,4%	82,9%	1,77	0,55
Ruído externo	40,0%	14,3%	45,7%	1,06	0,94
<b>Segurança</b>					
Estrutural	28,6%	28,6%	42,9%	1,14	0,85
Período de chuva	45,7%	14,3%	40,0%	0,94	0,94
Contra roubo	71,4%	8,6%	20,0%	0,49	0,82
<b>Respostas</b>					
Umidade	34,3%	22,9%	42,9%	1,09	0,89
Infiltração	45,7%	20,0%	34,3%	0,89	0,90
Odores	37,1%	5,7%	57,1%	1,20	0,96

Nesta análise os subconjuntos *fuzzy*, serão considerados através das freqüências relativas de avaliação da cada item. Como exemplo, temos a avaliação do material das portas e janelas na Figura 2a. Note que neste caso o conceito Ruim é predominante com cerca de 60% das avaliações, o que é um indicio de incerteza baixa.

#### 4 OS TIPOS DE INCERTEZA

Segundo Klir; Harmanec (1997) o tratamento matemático da incerteza pode ser visto em basicamente cinco teorias. Os autores afirmam que as incertezas têm sido tratadas nas teorias da probabilidade, da possibilidade, da evidência, dos subconjuntos *fuzzy*, e na teoria clássica dos conjuntos. Neste leque de

teorias podem ser evidenciados três tipos de medida de incerteza: vagueza (*fuzziness*), não-especificidade e conflito.

Enquanto a vagueza é um tipo de incerteza inerente à linguagem humana, residente na incapacidade, ou inabilidade, de tornar claro ou preciso algumas propriedades de determinados conjuntos (tratada exclusivamente na teoria dos subconjuntos *fuzzy*), a não-especificidade está relacionada a nossa inabilidade para discriminar qual, entre várias alternativas, é a real, ou verdadeira, em uma dada situação e o conflito está presente sempre que estamos diante de algum tipo de discrepância ou inconsistência em nossa informação ou evidência.

Enquanto a vagueza não pode ser reduzida por se tratar de uma deficiência da linguagem humana ou de determinada definição, ambos a não-especificidade e o conflito podem ser reduzidos por observações adicionais, experimentos, ou outras ações relevantes de produção de informação.

#### 4.1 Medida de vagueza

Como afirmado anteriormente, a vagueza tem sido formalizada somente pela teoria dos subconjuntos *fuzzy*. Em geral, uma medida de vagueza (*measure of fuzziness*) é uma função definida nos conjuntos dos números reais positivos, onde para cada subconjunto *fuzzy* é associado um número real não negativo que expressa o grau de vagueza do subconjunto.

Em função do curto espaço, as demonstrações matemáticas serão suprimidas deste trabalho, cuja ênfase será nos resultados. Para um maior aprofundamento ver Klir; Harmanec (1997) e Klir; Bo Yuan (1995).

Assim, uma das fórmulas para a medida de vagueza é dada pela Eq. 1, onde  $|X|$  é a quantidade de elementos no conjunto, ou seja, quantos conceitos estamos utilizando e  $A(x)$  as freqüências de cada conceito.

$$f(A) = |X| - \sum_{x \in X} |2A(x) - 1| \quad (\text{Eq. 1})$$

Para efeito de comparação a versão normalizada, mostrada na Eq. 2, é mais interessante, pois o intervalo de variação é  $[0;1]$ .

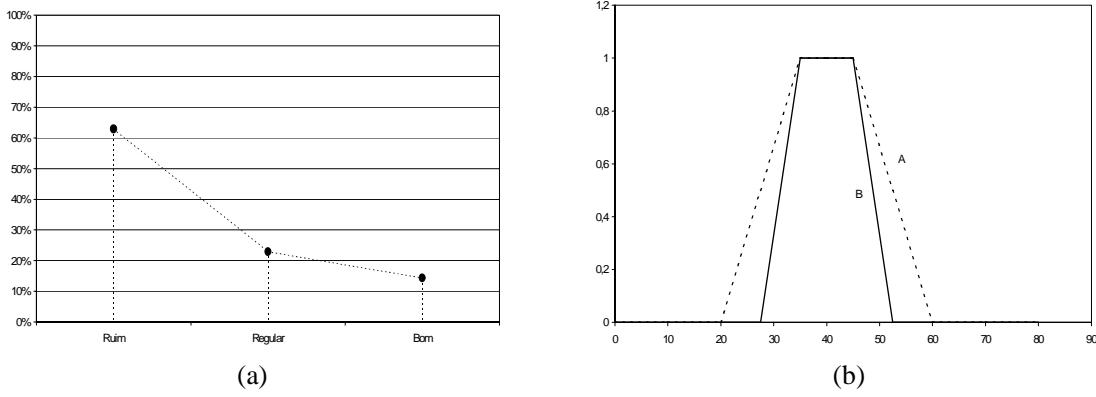
$$\hat{f}(A) = 1 - \frac{\sum_{x \in X} |2A(x) - 1|}{|X|} \quad (\text{Eq. 2})$$

Quanto mais vago é o subconjunto mais próximo de 1 (hum) será esta medida. Para exemplificar observe a Figura 2b. O subconjunto A possui uma região de transição mais aberta, ou seja, mais vaga, assim a medida de vagueza de A deverá ser maior que a de B.

#### 4.2 Medida de não-especificidade

A incerteza devido a não-especificidade é o tipo mais amplamente reconhecido de incerteza. É formalizado em quatro das cinco teorias de incerteza citadas por Klir; Harmanec (1997), somente a exceção da teoria da probabilidade.

A não-especificidade pode ser encontrada em situações, nas quais nós expressamos incerteza por meio de conjuntos clássicos (*crisp*). A incerteza, neste caso não-especificidade, associada com o conhecimento que uma alternativa procurada está entre um conjunto de alternativas foi primeiro quantificada para conjuntos finitos por Hartley, que chegou a fórmula  $H(A) = c \log_b |A|$ , onde  $b > 1$  e  $c > 0$ . Valores particulares das constantes  $b$  e  $c$  definem a unidade na qual a não-especificidade é medida.



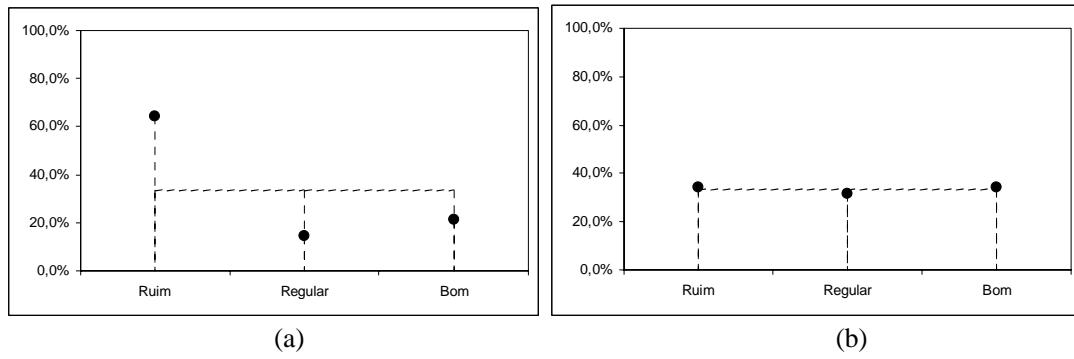
**Figura 2 – Exemplo de conjunto-avaliação (a) e vagueza de subconjuntos fuzzy(b)**

Para medir a não-especificidade de subconjuntos *fuzzy*, a medida de Hartley foi generalizada via seus cortes- $\alpha$ <sup>2</sup>. A medida resultante, a qual foi nomeada *U-Uncertainty*, e que traduzimos como *U-Incerteza*, é definida pela fórmula da Eq. 3, onde  $h(A)$  representa a altura de  $A$ . No nosso caso será a pertinência do conceito de maior freqüência.

$$U(A) = \frac{1}{h(A)} \int_0^{h(A)} \log |A| d\alpha \quad (\text{Eq. 3})$$

Existem outras versões da medida de não-especificidade nas teorias de Dempster-Shafer (Teoria da evidência) e da possibilidade, contudo não serão exploradas neste trabalho.

A medida de não-especificidade será menor quanto maior for a freqüência de apenas uma das alternativas, ou seja, se há um conceito predominante, a não-especificidade é baixa. Observe na Figura 3 que o subconjunto (a) possui um dos conceitos predominantes (Ruim), enquanto o subconjunto (b) possui os conceitos praticamente empatados. Desta forma a não-especificidade do subconjunto (a) será menor que a do (b).



**Figura 3 – Subconjuntos fuzzy da avaliação**

### 4.3 Medida de conflito

A incerteza na forma de conflito está presente na teoria da probabilidade, na teoria de Dempster-Shafer, e em menor grau na teoria da possibilidade. Apesar de existirem muitas propostas de mensuração do conflito na literatura, o assunto ainda é bastante controverso. Segundo Klir; Harmanec

<sup>2</sup> Cortes- $\alpha$  é uma definição da Teoria dos Subconjuntos *Fuzzy*, ver Klir; Bo Yuan (1995) para detalhes.

(1997) existem muitas propostas para medidas de conflito, mas nenhuma das propostas é totalmente satisfatória e amplamente aceita.

A melhor medida de incerteza estabelecida em geral, e a única amplamente aceita medida de conflito, é a Entropia Shannon definida para uma função de distribuição de probabilidade arbitrária  $p$  em  $X$  pela fórmula da Eq. 4.

$$S(p) = - \sum_{x \in X} p(x) \log_2 p(x) \quad \text{Eq. 4}$$

Onde  $p(x)$  será a freqüência de cada conceito, como nas outras medidas. Como veremos mais adiante, esta medida torna-se um tanto exigente para a predominância de algum conceito.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente afirmamos que a adoção de medidas como a média nem sempre exprime a realidade dos dados obtidos numa APO. No caso dos dados apresentados na seção 3, a definição de qual conceito representa melhor a opinião dos moradores sobre os itens avaliados poderia também ser feita, em alguns casos, pela adoção do conceito mais freqüente. Para isso, o conjunto-avaliação do item deveria apresentar uma incerteza baixa para que pudéssemos adotá-lo. As análises efetuadas a seguir visaram testar as diversas medidas de incerteza apresentadas, no sentido de definir uma medida que assegure avaliar os conjuntos-avaliação quanto à predominância de algum conceito.

Em princípio podemos crer que as medidas não, necessariamente, conduzirão aos mesmos resultados, visto que, vagueza, não-especificidade e conflito são tipos diferentes de incerteza.

Os resultados obtidos para estas medidas, todas normalizadas, para os dados da Tabela 1 são apresentados na Tabela 2.

Para esta análise adotaremos apenas dois grupos de incerteza, alta e baixa. Os valores abaixo de 50% serão considerados de baixa incerteza, do contrário alta incerteza. Considerando a medida de vagueza destacam-se os seguintes itens avaliados: tamanho da cozinha (Ruim), qualidade do material das portas e janelas (Ruim), conforto devido à iluminação natural (Bom) e segurança contra roubo (Ruim).

Aplicando-se o mesmo critério para a medida de não-especificidade destacamos: tamanho da cozinha (Ruim), qualidade do material do piso (Ruim), qualidade do material das portas e janelas (Ruim), qualidade das instalações de água e elétricas (Bom), conforto devido à ventilação na sala (Bom), conforto devido à iluminação natural (Bom), segurança contra roubo (Ruim) e resposta aos odores (Bom).

Já a medida de conflito, Entropia Shannon, não conseguiu detectar nenhum conceito predominante. Uma explicação possível para este fato é o grau de sofisticação da escala. Pelo fato de haverem apenas três alternativas, a precisão da resposta pode ser considerada pequena, influenciando nesse caso a medida de conflito.

Observe que os itens detectados com a medida U-incerteza são os mesmos cuja freqüência de algum conceito é maior que 50%. Contudo, se a análise fosse feita pelo desvio padrão da Tabela 1, pouco poderíamos afirmar, visto que esses itens possuem um desvio padrão semelhante aos demais.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2 vemos que a medida de não-especificidade, U-incerteza, é a que tem representado melhor a variação dos conjuntos-avaliação, identificando os itens que possuem uma maior freqüência do mesmo conceito na resposta.

**Tabela 2 – Medidas de incerteza aplicadas aos dados da APO por item avaliado**

Item	Conceito			Medida de Vagueza	U-Incerteza	Entropia Shannon
	Ruim	Regular	Bom			
<b>Tamanho</b>						
Sala	42,9%	14,3%	42,9%	66,7%	75,7%	90,9%
Quartos	25,0%	35,7%	39,3%	66,7%	80,8%	98,4%
Cozinha	64,3%	14,3%	21,4%	47,6%	29,0%	81,4%
Banheiro	48,6%	14,3%	37,1%	66,7%	59,3%	90,9%
<b>Qualidade do material</b>						
Piso	51,4%	20,0%	28,6%	64,8%	49,2%	92,7%
Paredes	37,1%	20,0%	42,9%	66,7%	71,9%	95,3%
Teto	42,9%	20,0%	37,1%	66,7%	71,9%	95,3%
Portas e janelas	62,9%	22,9%	14,3%	49,5%	31,5%	82,7%
<b>Qualidade das instalações</b>						
Água	37,1%	2,9%	60,0%	53,3%	41,0%	70,7%
Esgoto	48,6%	8,6%	42,9%	66,7%	62,5%	83,9%
Elétrica	28,6%	11,4%	60,0%	53,3%	37,2%	83,3%
<b>Conforto</b>						
Temperatura no verão	42,9%	20,0%	37,1%	66,7%	71,9%	95,3%
Temperatura no inverno	34,3%	31,4%	34,3%	66,7%	97,2%	99,7%
Ventilação da sala	17,1%	25,7%	57,1%	57,1%	39,7%	88,3%
Ventilação dos quartos	35,7%	21,4%	42,9%	66,7%	70,7%	96,5%
Ventilação da cozinha	35,7%	28,6%	35,7%	66,7%	92,7%	99,7%
Ventilação do banheiro	34,3%	20,0%	45,7%	66,7%	63,7%	95,3%
Iluminação natural	5,7%	11,4%	82,9%	22,8%	11,4%	51,7%
Ruído externo	40,0%	14,3%	45,7%	66,7%	66,9%	91,5%
<b>Segurança</b>						
Estrutural	28,6%	28,6%	42,9%	66,7%	66,9%	98,4%
Período de chuva	45,7%	14,3%	40,0%	66,7%	66,9%	91,5%
Contra roubo	71,4%	8,6%	20,0%	38,1%	22,1%	70,0%
<b>Respostas</b>						
Umidade	34,3%	22,9%	42,9%	66,7%	70,0%	97,2%
Infiltração	45,7%	20,0%	34,3%	66,7%	63,7%	95,3%
Odores	37,1%	5,7%	57,1%	57,1%	44,8%	77,6%

Observamos ainda que valores elevados da U-incerteza representam situações onde os conceitos apresentam basicamente as mesmas freqüências, nestes casos, havendo a necessidade de resumo dos dados, o valor central poderia ser indicado, porém, em situações com a medida U-incerteza intermediária, apenas dois valores se destacam e não faz sentido falar em média ou no valor central.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise exploratória apresentada neste trabalho buscou analisar o comportamento das medidas de incerteza existentes na literatura e bastante utilizadas na Teoria da Informação. Vale ressaltar que o valor adotado como referência para a separação das medidas baixas e altas foi arbitrário e a sua definição, bem como a divisão em outras categorias necessita de uma discussão mais aprofundada.

Uma observação importante, diz respeito à medida de vagueza. Além da sua interpretação diferenciada, deve-se atentar para o fato da não normalidade dos conjuntos o que influencia no valor máximo atingido por essa medida. Assim, essa medida necessitaria de um aperfeiçoamento para poder ser aplicada aos dados de APO, ou ainda, os dados da APO poderiam ser coletados e modelados de outra forma.

Outro ponto de destaque é a questão da escala utilizada (conjunto universo) que influencia bastante nas medidas de vagueza e de conflito (Entropia Shannon), visto que estas variam com a altura do subconjunto fuzzy (a medida U-Incerteza não sofre variação com a normalização do subconjunto fuzzy). Em princípio, é importante que as pesquisas seguintes adotem uma escala com mais pontos, que apresente uma melhor definição dos conceitos.

Com relação às medidas, recomenda-se a aplicação da medida de não-especificidade, visto que esta conseguiu detectar os pontos positivos e negativos da avaliação, com baixa incerteza, bem como aponta aqueles itens que merecem um maior cuidado nas afirmações, antes feitas com base nas médias e desvio-padrão.

Concluindo, as medidas de incerteza possuem algumas vantagens em relação às medidas clássicas utilizadas. Podemos destacar: a independência da escala utilizada, onde podemos trabalhar desde a escala nominal até a escala de razões, sem necessidade de suposições ou adequações; a medida resultante pode ser normalizada facilmente, pois os intervalos de variação são bem definidos, proporcionando assim uma leitura uniforme e de fácil comparação. Por fim, estas medidas contribuem no sentido de agregar mais informação nas conclusões obtidas a partir de uma APO.

## 7 REFERÊNCIAS

- CHENG, Liang-Yee. *A teoria de sistema nebuloso e as informações subjetivas de conforto ambiental*. Fortaleza, CE. 1999. Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2º Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 5º, Fortaleza, 1999.
- HAIR, J.F.Jr.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. e BLACK, W.C. *Multivariate Data Analysis with readings*, 4a. ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1995
- KLIR, George J.; HARMANEC, David.; Types and measures of uncertainty. In: KACPRZYK, Janusz; NURMI, Hannu; FEDRIZZI, Mario (ed.). *Consensus under fuzziness*. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers. 1997. p. 29-51.
- KLIR, George J.; YUAN, Bo.; *Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications*. Upper Saddle River : Prentice-Hall, 1995. 574p.
- LAY, M. Cristina D.; REIS, Antônio T. L.. Satisfação e comportamento do usuário como critérios de avaliação pós-ocupação da unidade e do conjunto habitacional. In: *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 1993, São Paulo. São Paulo, 1993. v.2, p. 903-912.
- MORAES, Odair B.; *Desenvolvimento tecnológico e habitação de interesse social em Salvador*. Salvador: Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana – Escola Politécnica da UFBA. 2002. 160p. (Dissertação de mestrado)
- ORNSTEIN, Sheila Walbe, BRUNA, Gilda Collet; TASCHNER, Suzana P.; Procedimentos e técnicas estatísticas aplicadas à APO. In: *Workshop Avaliação Pós-Ocupação*. Anais. São Paulo: Fauusp, 1994. p. 77-92.
- ORNSTEIN, Sheila, ROMERO, Marcelo (colab.), *Avaliação pós-ocupação (APO) do ambiente construído*. São Paulo: Studio Nobel: EDUSP, 1992. 223p.
- ORNSTEIN, Sheila, ROMERO, Marcelo (Ed./Coord.), *Avaliação Pós-Ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social*. Porto Alegre: ANTAC (Coleção Habitare), 2003. 294p.
- PEREIRA, Júlio César Rodrigues. *Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais*. São Paulo: EDUSP: FAPESP, 3. ed. 2001