

## MODELO DE DECISÃO EM GRUPO BASEADO EM VARIÁVEIS LINGÜÍSTICAS PARA APOIAR DECISÕES SOCIAIS: UMA NOVA PROPOSTA DE VOTAÇÃO PARA ORÇAMENTOS PARTICIPATIVOS

**Vanessa Silva**

Universidade Federal de Pernambuco-UFPE  
Rua Acadêmico Helio Ramos s/n. (9. andar do prédio administrativo do Centro de Tecnologia e Geociência-CTG). Cidade Universitária. 50740-530 – Recife, PE – Brasil.  
e-mail: [vanessa\\_eletrica@yahoo.com.br](mailto:vanessa_eletrica@yahoo.com.br)

**Marcele Elisa Fontana**

Universidade Federal de Pernambuco-UFPE  
e-mail: [marcelelisa@gmail.com](mailto:marcelelisa@gmail.com)

**Danielle Costa Morais**

Universidade Federal de Pernambuco-UFPE  
e-mail: [dcmorais@ufpe.br](mailto:dcmorais@ufpe.br)

### RESUMO

A política de orçamento participativo utilizada na maioria dos municípios brasileiros busca a participação direta da sociedade nas decisões sobre aplicação de recursos públicos. O modelo de decisão em grupo utilizado baseia-se num sistema de votação no qual cada participante apresenta suas reivindicações de acordo com uma visão individualizada das necessidades de seu bairro. Uma das conseqüências é a possibilidade de escolha de uma obra/ação que não seja considerada uma prioridade sob o ponto de vista da comunidade, o que pode gerar insatisfação e conflitos entre a população. Este artigo propõe um modelo de votação baseado em variáveis lingüísticas e no critério de maioria simples, que permitirá aos moradores expressarem as intensidades de preferência que cada um tem sobre as alternativas que estão sendo consideradas pela comunidade da qual eles fazem parte. Essa nova abordagem garante uma melhor representação das preferências do grupo e conseqüentemente reduz o nível de insatisfação.

**PALAVRAS CHAVE.** Decisão em Grupo. Orçamento Participativo. Variáveis Lingüísticas. Outras Aplicações em PO.

### ABSTRACT

The participatory budgeting policy used by Brazilian municipalities aims the direct participation of society in decision about how to apply public resources. The group decision model used is based on a voting system, in which each attendant presents his/her claims according to a selfish point of view. Consequently, the choice may not consider the priorities of the community as whole, increasing the level of in dissatisfaction and conflicts among the population. This paper proposes a voting model that is based in linguistic variables and simple majority criterion. This model will make possible to the attendant expressing the level of preferences in relation to each alternative that are being considered by his/her community. This new approach provides a better representation of group preference and, consequently, reduces the dissatisfaction.

**KEYWORDS.** Group Decision. Participatory Budgeting. Linguistic Variables.

## 1. Introdução

O orçamento participativo é um processo pelo qual os cidadãos e/ou organizações da sociedade civil participam diretamente em diferentes fases da preparação e fiscalização dos orçamentos públicos. Através do orçamento participativo a população decide ou contribui para a tomada de decisão sobre o destino de parte ou de todos os recursos públicos disponíveis (Banco Mundial, 2008).

Os orçamentos participativos variam no nível e tipo de participação, bem como nos critérios técnicos e instrumentos utilizados na alocação de recursos (Banco Mundial, 2008). Uma característica comum a todos os orçamentos participativos é a existência de etapas onde a sociedade participa efetivamente das decisões do Município por meio de votações. No Município de Campinas, SP, a sociedade faz uso do sistema de votação de Borda para eleger obras prioritárias para bairros. Na ocasião, cada morador sugere duas obras de infra-estrutura a serem implantada no bairro de acordo com os pontos de vista individuais. Em seguida essas opiniões são agregadas e é criado um *ranking* de prioridades para o bairro baseado nas posições ocupadas por cada obra nas opiniões individuais. Esse ranking será determinante na atuação do Governo naquele bairro ou conjunto de bairros.

A principal desvantagem desse sistema é que os moradores não conseguem expressar a importância relativa entre o par de obras sugeridas por cada um deles. Uma das conseqüências é a possibilidade de uma obra considerada não muito importante pelos moradores, porém sugerida pela maioria deles como segunda alternativa nos respectivos rankings individuais, ficar posicionada no topo do ranking que representa a preferência do grupo, vindo a ser implantada em detrimento de outras ações mais urgentes para a região. Essa limitação do sistema de votação utilizado faz com que os moradores, inconscientemente, manipulem o resultado final da votação, chegando a uma decisão incompatível com suas preferências, o que pode resultar em insatisfações e conflitos.

Este artigo propõe um sistema de votação baseado em variáveis lingüísticas que permitirá aos moradores expressarem a importância atribuída por eles a cada uma das obras sugeridas conforme sistema de votação original do orçamento participativo analisado. O objetivo desse novo sistema é garantir um resultado que seja compatível com as necessidades mais urgentes e importantes do bairro.

O artigo está dividido da seguinte forma: a Sessão 2 apresenta alguns conceitos de teoria da escolha social, com ênfase na escolha social *fuzzy*; a Sessão 3 apresenta uma breve revisão da teoria dos conjuntos *fuzzy*; a Sessão 4 apresenta as etapas do orçamento participativo analisado; a Sessão 5 traz uma nova proposta de votação para a etapa do orçamento participativo que contempla a efetiva participação da sociedade; na Sessão 6 são apresentadas algumas conclusões.

## 2. Teoria da Escolha Social

Os estudos sistematizados sobre eleições tiveram início na segunda metade do século XVIII com os trabalhos de Jean-Charles de Borda (1733-1799) e Marie Jean Antoine Nicolas Caritat, o Marquês de Condorcet (1743-1794), que eram membros da Academia de Ciências de Paris. Dez anos após a publicação de Condorcet, Pierre-Simon Laplace (1749-1827) apresentou sua contribuição à teoria das eleições, usando, assim como Condorcet, a teoria da probabilidade para tratar o assunto e obtendo um resultado similar ao de Borda, embora tenha partido de uma premissa diferente (Black, 1958).

Em seu trabalho, Condorcet argumentou que um candidato que derrota todos os demais por maioria simples representa a melhor escolha social (Young, 1988; Young, 1990). O método de Condorcet é baseado nas comparações par a par de alternativas; o ranking final deve ser aquele cuja ordem de candidatos apresente maior concordância com a ordem apresentada pelos rankings individuais. Em contrapartida, Borda argumentou que, quando existem muitos candidatos, o método de Condorcet pode eleger um candidato que foi apoiado por uma pequena

minoría do eleitorado (Young, 1988; Young, 1990). Borda propõe um método onde cada eleitor vota num ranking de candidatos, que são pontuados de acordo com suas respectivas posições no ranking; a pontuação final recebida por um candidato corresponde à soma dos pontos recebidos por ele nos rankings de todos os eleitores.

O foco do trabalho de Condorcet era apoiar tomadas de decisão em júris, as quais envolviam questões do tipo “esta pessoa é culpada ou não”. Nesse contexto, Condorcet assumiu que os membros do júri possuem uma probabilidade maior que 0,5 de estarem corretos em seus julgamentos. Dessa forma, o resultado escolhido pela maioria apresenta uma probabilidade maior que 0,5 de estar correto, aproximando-se de 1 a medida que o número de membros do júri aumenta. Nos casos de sentenças de júris, que foi o contexto estudado por Condorcet, o conceito de certo e errado se aplica bem: o réu é culpado ou inocente, ou seja, o réu pertence ou não ao conjunto dos culpados. Neste caso, a pertinência de um elemento a um conjunto fica bem definida, podendo ser representado pela teoria clássica dos conjuntos.

No entanto, em outros tipos de decisão, é possível que os decisores não tenham condição de avaliar as alternativas de forma dicotômica (certo/errado, melhor/pior), o que exige uma forma mais ampla para definir a pertinência dos elementos a um determinado conjunto. Neste caso, a teoria dos conjuntos *fuzzy* (Zadeh, 1965) é mais adequada para traduzir em termos matemáticos as informações imprecisas resultantes das avaliações das alternativas pelos decisores. Nurmi (2008) defende o uso da teoria dos conjuntos *fuzzy* argumentando que o teorema de Condorcet é o primeiro exemplo da utilização de conceitos imprecisos em decisão em grupo. Segundo o autor, o termo “a probabilidade de estarem corretos” é fraseado em termos probabilísticos, mas apresenta também uma interpretação *fuzzy*.

A combinação de métodos da teoria da escolha social com conceitos da teoria dos conjuntos *fuzzy* dá origem a uma nova abordagem de decisão em grupo, denominada por muitos autores de escolha social *fuzzy*. Nessa nova abordagem, os conceitos da teoria dos conjuntos *fuzzy* são utilizados para prover uma melhor modelagem das preferências dos decisores, de modo a evitar possíveis inconsistências resultantes da agregação de tais preferências. A seguir é apresentada a idéia subjacente à escolha social *fuzzy*.

Seja  $X$  um espaço de pares alternativas, onde o par  $\langle x, y \rangle$  é um elemento genérico de  $X$ , logo  $X = \{\langle x, y \rangle\}$ . Seja  $A$  o conjunto que contém os pares cujas alternativas da direita são melhores que as da esquerda.  $A$  é caracterizado por uma função de pertinência,  $f_A(x)$ , que associa a cada elemento de  $X$  os valores 1 ou 0, conforme suas respectivas pertinências ao conjunto:

$$f_A(\langle x, y \rangle) = \begin{cases} 1 & \text{se e somente se } \langle x, y \rangle \in A \\ 0 & \text{se e somente se } \langle x, y \rangle \notin A \end{cases}$$

A definição acima permite fazer uma analogia da teoria clássica dos conjuntos com o método de Condorcet: se um eleitor concorda que a alternativa da direita é melhor que a da esquerda, ele atribui 1 na célula da matriz de votação correspondente a este par; caso contrário, ele atribui 0. A teoria dos conjuntos *fuzzy* (Zadeh, 1965) ampliou a função característica da teoria clássica, permitindo-a assumir infinitos valores no intervalo  $[0, 1]$ , os quais representam graus de pertinência de  $x$  em  $A$ . Os conceitos da teoria *fuzzy* também podem ser utilizados para ampliar as escalas de avaliação de preferências humanas.

No método de Condorcet, a utilização de conceitos da teoria dos conjuntos *fuzzy* permite aos eleitores (decisores) atribuir diferentes valores entre 0 e 1, os quais seriam um indicador de intensidade de preferência de uma alternativa sobre outra. Dessa forma, a escala de avaliação seria ampliada de dois *labels* (melhor e pior, representados por 1 e 0, respectivamente) para  $n$  *labels* (por exemplo: muito melhor, melhor, pior, muito pior), oferecendo maior flexibilidade ao eleitor para expressar suas preferências. Na forma original do método de Condorcet, a comparação entre um par de alternativas é interpretada como uma contagem de votos: se um eleitor considera  $a$  melhor que  $b$ , então  $a$  recebe 1. Conseqüentemente, o conceito de maioria de votos utilizado por Condorcet está diretamente relacionado com o número de eleitores, apresentando apenas aspectos quantitativos. No entanto, ao ampliar a escala de avaliação, o uso de expressões lingüísticas para expressar as preferências passa a ser uma

tendência natural dos avaliadores. Sendo assim, o conceito de maioria deve levar em consideração não apenas a quantidade de eleitores que favorecem a uma determinada alternativa, mas também o nível de intensidade com que isso é feito.

A seguir é apresentada uma revisão da teoria dos conjuntos *fuzzy*.

### 3. Teoria dos Conjuntos Fuzzy

A teoria dos conjuntos *fuzzy* foi concebida por L. A. Zadeh com o objetivo de tratar matematicamente informações imprecisas. Zadeh partiu da análise da classificação de animais; na ocasião, ele observou que alguns animais não tinham uma classe definida, podendo pertencer a mais de uma, tais como bactérias, estrelas do mar. A mesma observação se estendeu a outras classificações: conjunto de homens altos, conjunto de mulheres bonitas. A observação crucial foi a de que esse tipo de classificação não pode ser definido matematicamente pela teoria clássica dos conjuntos. Esta observação foi o ponto de partida para o desenvolvimento da teoria dos conjuntos *fuzzy*.

De um modo geral, toda classificação decorrente do julgamento humano gera esse tipo de ambigüidade. A proposta de Zadeh é fornecer as ferramentas matemáticas necessárias para tratar tais informações. Ele inicia com a definição de conjunto *fuzzy* que é uma generalização de conjunto ordinário, apresentando um escopo de aplicação mais abrangente, particularmente, na classificação de padrões e processamento de informações.

Na teoria clássica dos conjuntos, a pertinência de um elemento a um dado conjunto é bem definida: o elemento pertence ou não pertence ao conjunto, o que é representado por 1 e 0, respectivamente. Matematicamente, isso é definido da seguinte forma:

Seja  $X$  um espaço de pontos (objetos), sendo  $x$  um elemento genérico de  $X$ , logo  $X = \{x\}$ . Um conjunto  $A$  no universo  $X$  é caracterizado por uma função característica (ou função de pertinência)  $f_A(x)$  que associa a cada elemento de  $X$  os valores 1 ou 0, conforme suas respectivas pertinências ao conjunto:

$$f_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{se e somente se } x \in A \\ 0 & \text{se e somente se } x \notin A \end{cases}$$

Zadeh (1965) propôs uma função de característica mais ampla, podendo assumir infinitos valores no intervalo  $[0,1]$ , os quais representam graus de pertinência de  $x$  em  $A$ , sendo maior à medida que  $f_A(x)$  se aproxima de 1. Esse tipo de conjunto foi denominado por Zadeh de conjunto *fuzzy*, termo em inglês que pode ser traduzido como impreciso. Muitas das definições da teoria dos conjuntos *fuzzy* são extensões da teoria clássica dos conjuntos, assim como algumas identidades (leis de De Morgan e leis Distributivas) e algumas propriedades (involução, idempotência, comutatividade, associatividade, absorção e lei transitiva).

Uma variável lingüística é uma variável cujos valores são nomes de conjuntos *fuzzy*. Por exemplo, a temperatura de um determinado processo pode ser uma variável lingüística assumindo valores baixa, média, e alta. Estes valores são descritos por intermédio de conjuntos *fuzzy*, representados por funções de pertinência. A principal função das variáveis lingüísticas é fornecer uma maneira sistemática para caracterização aproximada de fenômenos complexos ou mal definidos. Em essência, a utilização do tipo de descrição lingüística empregada por seres humanos, e não de variáveis quantificadas, permite o tratamento de sistemas que são muito complexos para serem analisados através de termos matemáticos convencionais. Formalmente, uma variável lingüística é caracterizada por uma quintupla  $(N, T(N), X, G, M)$ , onde:

- N: nome da variável
- T(N): conjunto de termos de N, ou seja, o conjunto de nomes dos valores lingüísticos de N
- X: universo de discurso
- G: regra sintática para gerar os valores de N como uma composição de termos de T(N), conectivos lógicos, modificadores e delimitadores
- M: regra semântica, para associar a cada valor gerado por G um conjunto *fuzzy* em X.

## 4. Orçamento Participativo

No Município de Campinas, SP, o processo do orçamento participativo está organizado em seis etapas fundamentais: primeira rodada de assembleias populares regionais, primeira rodada da assembleia popular temática, assembleias intermediárias regionais, assembleia intermediária temática, segunda rodada de assembleias populares regionais e segunda rodada da assembleia popular temática (Prefeitura Municipal de Campinas, 2009).

Na 1ª rodada de assembleias populares regionais, os conselheiros do orçamento participativo prestam contas à população local (do bairro) das demandas da comunidade no ano anterior. Nessas assembleias ocorrem também as eleições dos moradores que irão representar os bairros no fórum de representantes regionais. Para cada dez participantes da assembleia, elege-se um representante para o fórum, garantindo uma representação proporcional à participação de cada bairro nas assembleias.

Participam da 1ª rodada da assembleia popular temática os conselheiros do orçamento participativo e representantes da população geral. Inicialmente, ocorre a eleição dos representantes da população que irão compor o fórum temático. Para cada dez representantes de categorias presentes na assembleia popular temática, elege-se um representante para o fórum, de modo que a composição do fórum temática seja proporcional às categorias de credenciamento da população. Em seguida, a população, por meio do fórum temático, discute medidas e projetos para o Município nos seguintes temas: Assistência Social; Cultura, Esporte e Lazer; Desenvolvimento Econômico; Educação; Gestão; Habitação; Saúde; Temas da Cidadania (mulheres, comunidade negra, jovens, idosos, portadores de deficiência física e necessidades especiais e homossexuais). Nos temas Saúde, Educação, Assistência Social e Habitação, o debate se dá a partir das políticas aprovadas nas conferências municipais. Com relação à Saúde e Educação não são consideradas demandas para construção de obras ou ampliação de espaços físicos.

Nas assembleias intermediárias regionais, representantes do Governo e a população local do bairro (ou conjunto de bairros) realizam as seguintes atividades: definição das prioridades para o bairro (ou conjunto de bairros); definição de uma prioridade para a região; e eleição de um programa de Governo, cabendo ao Governo apresentar e debater os programas. A escolha do programa do Governo é feita por votação simples. Já para a definição de prioridades do bairro e da região, o seguinte procedimento é realizado:

Cada participante, morador do bairro (ou conjunto de bairros), tem direito a sugerir duas obras para o bairro, indicando qual delas ele considera mais importante. Em seguida, ocorre a agregação dessas preferências por meio de um sistema de pontuação: a primeira obra de cada participante receberá dois pontos e a segunda receberá um ponto; finalmente, as pontuações obtidas por cada obra sugerida serão somadas e será construído um ranking de obras para o bairro, com até dez obras, conforme as pontuações obtidas; a obra com maior pontuação será considerada a reivindicação do bairro para a região (conjunto de bairros).

Nas assembleias intermediárias temáticas, as obras sugeridas por cada bairro são classificadas nas temáticas do Município. Em seguida, atribui-se uma pontuação a cada temática com base nas pontuações recebidas pelas obras relacionadas à temática em questão. O *ranking* das temáticas é obtido através da pontuação total obtida por cada temática nas reivindicações dos bairros. O exemplo a seguir ilustra o processo de definições de prioridades regionais:

A Tabela 1 mostra os resultados de uma assembléia intermediária regional realizada numa região formada por quatro bairros A, B, C e D.

**Tabela 1 – Resultados de uma Assembléia Intermediária Regional**

	<b>Bairro A</b>	<b>Bairro B</b>	<b>Bairro C</b>	<b>Bairro D</b>
<b>Prioridades do Bairro</b>	Rede de água Iluminação	Pavimentação Remoção de áreas de risco	Topografia Remoção de áreas de risco	Urbanização Rede de Esgoto
<b>Prioridade da Região</b>	Urbanização do córrego	Urbanização do córrego	Pavimentação do Itinerário de Ônibus	Urbanização do córrego
<b>Programa do Governo</b>	Nenhuma criança fora da escola	Informação e cidadania	Nenhuma criança fora da escola	Terreiros e Quintais da Alegria

As obras sugeridas para o bairro podem ser classificadas nas temáticas: saneamento, iluminação, pavimentação e habitação. A pontuação recebida por cada uma das temáticas é apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2 – Classificação das Prioridades de uma Região**

<b>Temática</b>	<b>Obras</b>	<b>Bairro</b>	<b>Pontuação</b>	<b>Total</b>
Saneamento	Rede de água	A	2	3
	Rede de esgoto	D	1	
Iluminação	Iluminação	A	1	1
Pavimentação	Pavimentação	B	2	2
Habitação	Remoção de áreas de risco	B	1	6
	Topografia	C	2	
	Remoção de áreas de risco	C	1	
	Urbanização	D	2	

O ranking final das temáticas é: habitação, saneamento, pavimentação e iluminação. A priorização das obras sugeridas pelos bairros irá obedecer à ordem das temáticas. No exemplo acima, todas as obras referentes à habitação terão prioridades sobre as demais obras classificadas em outras temáticas, entretanto todas as obras de habitação terão a mesma prioridade entre si. Para as demais temáticas do *ranking*, será observado a prioridade da obra dentro do bairro; por exemplo, o tema saneamento apareceu com duas obras, rede de água para o bairro A e rede de esgoto para o bairro D, sendo que o bairro A colocou esta obra como primeira prioridade, enquanto o bairro D colocou a obra de saneamento como segunda prioridade. Dessa forma, a reivindicação do bairro A terá prioridade sobre a reivindicação do bairro D no *ranking* final.

Em seguida, será definida a prioridade da região com base nas sugestões dos bairros através de um processo de maioria simples. No exemplo, urbanização do córrego foi sugerida por três dos quatro bairros considerados, sendo, portanto, a prioridade para a região. Cabe ao Fórum de Representantes definir em qual posição a prioridade da região vai ser encaminhada para avaliação do COP. Isso é feito por meio de votação simples. Para o exemplo, suponha que o fórum definiu que a prioridade da região deve ser a última em relação às prioridades dos bairros. A Tabela 3 mostra o *ranking* final.

A 2ª rodada de assembléias populares tem como objetivos apresentar a previsão orçamentária; recolher as prioridades definidas pelas regiões e pelos temas; e eleger os membros do Conselho Municipal do Orçamento Participativo – COP.

Tabela 3 – Seqüência das Prioridades da Região

Temas	Prioridades	Demandas
Habitação	1	Habitação
Saneamento	2	Rede de água do bairro "A"
	3	Rede de esgoto do bairro "D"
Pavimentação	4	Pavimentação do bairro "B"
Iluminação	5	Iluminação do bairro "A"
Obras	6	Urbanização do Córrego

## 5. Proposta

A proposta deste artigo concentra-se na etapa de assembléias intermediárias regionais, nas quais são realizadas, dentre outras atividades, a votação das prioridades de cada bairro, seguida da escolha da prioridade para a região. Cada participante da assembléia tem direito a sugerir duas obras para o bairro, sendo a primeira delas prioritária de acordo com suas preferências. Em seguida, as sugestões individuais são agregadas por um sistema de pontuação, baseado no método de Borda, o qual definirá a obra que será considerada prioritária para a região.

A votação individual consiste na apresentação de um ranking de duas obras. A ordenação das obras indica prioridade da primeira sobre a segunda; no entanto, a intensidade de preferência que o eleitor tem sobre cada uma delas não é considerada. Esse sistema permite que sejam votados rankings cujas alternativas (obras) sejam muito diferentes entre si, no que concerne às prioridades atribuídas pelos eleitores a cada uma das alternativas. Como consequência, pode haver situações em que uma alternativa, que não é considerada muito importante pelos eleitores, mas que tenha sido sugerido na segunda posição da maioria dos rankings, venha a ocupar uma posição alta no ranking global resultante da agregação das preferências individuais.

No sistema original, os resultados individuais são agregados através de um sistema de pontuação similar ao método de Borda: a primeira obra de cada participante receberá dois pontos e a segunda receberá um ponto; finalmente, as pontuações obtidas por cada obra sugerida serão somadas e será construído um ranking de obras em ordem decrescente de pontuações.

A proposta consiste em alterar a forma como cada eleitor expressa suas preferências e alterar o método de agregação das preferências individuais. As preferências individuais serão expressas por meio de expressões lingüísticas e todos os participantes irão opinar sobre todas as obras que estiverem sendo consideradas pela população local. Em seguida, será feita uma agregação dos resultados individuais por meio de um método de maioria simples baseado em expressões lingüísticas. A descrição do procedimento é apresentada a seguir:

Para cada par de obras  $(x,y)$ , todos os  $m$  eleitores vão opinar sobre as mesmas de acordo com o conjunto de *labels* lingüísticos (Tabela 4), representados pelas funções de pertinência apresentadas na Figura 1.

Tabela 4 – Conjunto de *Labels* Lingüísticos

<i>Label</i>	Expressão Lingüística
$l_2$	$x$ é mais importante que $y$
$l_1$	$x$ e $y$ são igualmente importantes
$l_0$	$y$ é mais importante que $x$

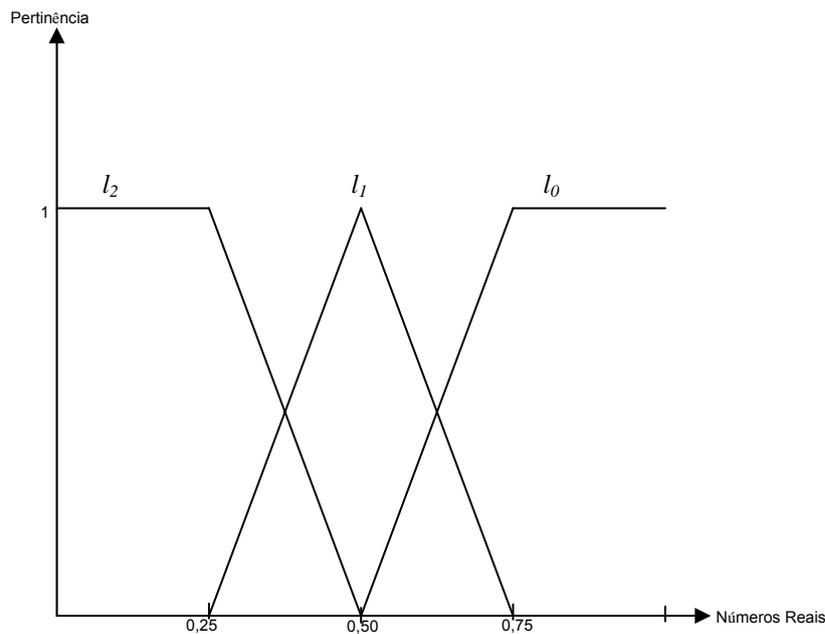


Figura 1 – Funções de Pertinência para Preferência

O eixo das abscissas corresponde a uma representação numérica da preferência de um indivíduo, que é a variável do problema (N). O conjunto de termos da variável preferência, T(preferência), é {“x é mais importante que y”, “x e y são indiferentes”, “y é mais importante que x”}. A cada termo é associada um função de pertinência, a qual depende do contexto em que serão utilizadas. Na representação da Figura 1, tem-se que até 0,25 o grau de pertinência no conjunto  $l_2$  é 1, indicando que a preferência (opinião) do indivíduo é totalmente compatível com a expressão “x é mais importante que y”. A medida que a preferência cresce, a pertinência neste conjunto diminui, ao passo que a pertinência no conjunto  $l_1$  aumenta; em 0,5, a opinião do indivíduo é totalmente compatível com a expressão “x e y são indiferentes”. A partir de 0,75 a preferência é totalmente compatível com o conjunto  $l_0$ .

As opiniões dos m eleitores serão expressas num vetor do tipo  $(d_1, d_2, \dots, d_m)$ , onde cada  $d_i$  ( $i= 1, 2, \dots, m$ ) corresponderá a um dos *labels* ( $l_0, l_1$  ou  $l_2$ ). A agregação dos resultados será feita da regra de decisão proposta por García-Lapresta (2006) que foi baseada na função de agregação de May (1952):

$$F(d_1, \dots, d_m) = \begin{cases} 1, & \text{se } \sum_{d_k > l_1} d_k > \sum_{d_k < l_1} N(d_k) \\ 0, & \text{se } \sum_{d_k > l_1} d_k = \sum_{d_k < l_1} N(d_k) \\ -1, & \text{se } \sum_{d_k > l_1} d_k < \sum_{d_k < l_1} N(d_k) \end{cases}$$

Onde,  $N(d_k)$  representa o complementar *label*  $d_k$ , por exemplo,  $N(l_0)=l_2$

Cada *label* será representando por um número *fuzzy* triangular  $(a, b, c)$  e a relação entre dois *labels*  $l=(a, b, c)$  e  $l'=(a', b', c')$  é dada por García-Lapresta (2006):

$$l > l' \Leftrightarrow \begin{cases} a + 2b + c > a' + 2b' + c' \\ \text{ou} \\ a + 2b + c = a' + 2b' + c' \text{ e } c > c' \\ \text{ou} \\ a + 2b + c = a' + 2b' + c', c = c' \text{ e } a > a' \end{cases}$$

O valor da função de agregação F representa a opinião do grupo: 1 indica que a maioria considera que x é mais importante que y; 0 indica que a maioria considera que ambas são igualmente importantes; e -1 indica que a maioria considera y menos importante que x.

A partir destes resultados será construída uma matriz de alternativas versus alternativas, cujos elementos são os valores de F correspondentes à relação entre a alternativa da linha x e a alternativa da coluna y (a partir deste ponto as obras serão chamadas de alternativas). A soma dos elementos de uma linha irá representar a pontuação obtida pela alternativa da linha. O ranking global será definido a partir dessas pontuações. A alternativa que obtiver a maior pontuação será o vencedor Condorcet e irá representar a prioridade da região.

Esse novo sistema de votação leva consideração o número de indivíduos que sugere determinada obra e a intensidade de preferência que cada um tem em relação às obras consideradas pela população. A seguir é apresentado um exemplo numérico simplificado.

### 5.1. Exemplo

Suponha que três obras estão sendo considerada por um grupo de moradores de um bairro: rede de água, iluminação e pavimentação. Quatro moradores irão representar a comunidade na assembléia intermediária regional (m=4). As opiniões dos quatro eleitores em relação às comparações par a par das alternativas são representadas pelos seguintes vetores:

- (rede de água, iluminação): (1<sub>2</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>0</sub>, 1<sub>1</sub>)
- (rede de água, pavimentação): (1<sub>2</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>1</sub>)
- (iluminação, pavimentação): (1<sub>1</sub>, 1<sub>1</sub>, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>)

A Tabela 5 apresenta o resultado da regra de decisão F que foi aplicada ao conjunto de opiniões do eleitores, obedecendo ao critério de maioria simples.

**Tabela 5 – Regra de Decisão F**

	$\sum_{d_k > I_1} d_k$	$\sum_{d_k < I_1} N(d_k)$	F(d1, d2, d3, d4)
(rede de água, iluminação)	21 <sub>2</sub>	1 <sub>2</sub>	1
(rede de água, pavimentação)	31 <sub>2</sub>	0	1
(iluminação, pavimentação)	1 <sub>2</sub>	0	1

Tem-se que uma maioria simples dos eleitores considera que rede de água é mais importante que iluminação e pavimentação, que, por sua vez, é menos importante que iluminação.

É importante salientar que este sistema é vulnerável ao aparecimento de ciclos após a agregação das opiniões individuais. Nesses casos, pode ser utilizado algum procedimento da literatura para obtenção de decisões coletivas coerentes. Outra opção é resolver a incoerência por meio de consulta aos decisores, que é também a indicação para os casos de empates.

## 6. Conclusões

Este artigo propõe um novo sistema de votação para a etapa de assembleias intermediárias regionais de um processo de orçamento participativo, nas quais são definidas prioridades para um bairro e a prioridade sugerida pelo bairro para uma região. Neste novo sistema um *ranking* de prioridades é construído com base no princípio da maioria de Condorcet; porém, com o diferencial de permitir aos eleitores expressarem as intensidades de preferência que cada um tem sobre as alternativas que estão sendo consideradas pela comunidade da qual eles fazem parte. Essa nova abordagem garante uma melhor representação das preferências do grupo e conseqüentemente reduz o nível de insatisfação.

Outra vantagem relacionada ao uso de expressões lingüísticas nas votações diz respeito a uma melhor compreensão, por parte dos eleitores, sobre como as opiniões individuais vão interferir no resultado final. Ao invés de sugerir duas alternativas, cada eleitor irá pensar sobre a importância de todas as alternativas consideradas pelo grupo. Isso é feito por meio de termos lingüísticos simples, usados cotidianamente pela população. Essa nova abordagem aumenta a interação e comprometimento do grupo com a decisão. Além disso o número de *labels* pode ser maior, o que aumenta o poder discriminatório das opiniões.

Uma aplicação prática do novo sistema é essencial para investigar as limitações, principalmente no que concerne ao entendimento por parte da população de como a votação será realizada. Além disso, é preciso investigar o comportamento da função de agregação proposta no que diz respeito às condições para a função bem estar social (Arrow, 1951).

## Referências Bibliográficas

- Arrow, K. J. *Social Choice and Individual Values*. Wiley. New York, 1951.
- Banco Mundial (2008). *Rumo a um Orçamento Participativo mais inclusivo e efetivo em Porto Alegre*. Relatório Sumário de um Estudo de Caso, disponível em: <http://www.worldbank.org>.
- Black, D. *The Theory of Committees and Elections*. Cambridge, Cambridge University Press, 1958.
- García-Lapresta, J. L. (2006), A General Class of Simple Majority Decision Rules based on linguistic opinions. *Information Sciences*, Vol. 176, p. 352-365.
- May, K. O. (1952). A Set of Independent Necessary and Sufficient Conditions for Simple Majority Decision. *Econometrica*, Vol. 20, n. 4, pp. 680-684.
- Nurmi, H. (2008), Fuzzy Social Choice: A Selective Retrospect. *Soft Computing*, Vol. 12, p. 281-288.
- Prefeitura Municipal de Campinas (2009). Disponível em: <http://2009.campinas.sp.gov.br/orcamento> (acesso em 21/04/2010).
- Young, H. P. (1988), Condorcet's Theory of Voting. *The American Political Science Review*, Vol. 82, n. 4, p. 1231-1244.
- Young, H. P. (1990), Condorcet's Theory of Voting. *Mathématiques et Sciences Humaines*, Vol. 28, n. 111, p. 45-49.
- Zadeh, L. A. (1965), Fuzzy Sets. *Information and Control*, Vol. 8, p. 338-353.