

Lógica *fuzzy* e variáveis lingüísticas aplicadas na avaliação de desempenho de edifícios de escritório

Paulo Afonso Rheingantz

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ
par@centroin.com.br

Recebido em 12/11/2001; aceito em 14/01/2002

Este artigo é derivado de uma tese de doutorado, e descreve a construção de um instrumento de avaliação qualitativa do desempenho dos edifícios de escritórios, o Modelo de Análise Hierárquica (MAH), fundamentado no pensamento complexo de Edgar MORIN, na abordagem nebulosa (*fuzzy*) e no uso de variáveis lingüísticas. A partir de um conjunto de atributos comuns, o MAH confronta a demanda de diferentes organizações ou grupos de usuários por espaço e por recursos prediais, com a oferta de um conjunto de edifícios. Ao apresentar um esquema básico do MAH, o artigo indica as vantagens da abordagem *fuzzy* na avaliação de desempenho e propõe um novo enfoque para a produção e para avaliação de desempenho dos edifícios de escritório. A partir de um conjunto de atributos de desempenho (*check-list*), são definidos procedimentos para identificar as variáveis utilizadas para a mensuração dos atributos. Por fim, são indicados os procedimentos necessários para a construção das fichas de avaliação de cada atributo, consideradas como fator determinante para o sucesso de uma ferramenta que alia grande flexibilidade à possibilidade de representação formal do subjetivismo inerente aos processos de decisão em mais de dois níveis de apuração ou estágios comportamentais.

Palavras-chave - edifícios de escritórios, lógica *fuzzy*, avaliação de desempenho.

This article is derived from a PHD thesis and describes the construction of an instrument of qualitative performance evaluation of office buildings, the Model of Hierarchical Analysis (MAH), based on Edgar MORIN's complex thought, on the "fuzzy" approach and on the use of linguistic variables. Starting from a group of common attributes, the model confronts the demand of different organizations or groups of users for space and property resources, with the offer of a group of buildings. When presenting a basic outline of the Hierarchical Analysis Model, this paper indicates the advantages of the fuzzy approach in the building evaluation process and it proposes a new focus on the production and evaluation process of office buildings. Starting from a group of performance attributes (*check-list*), procedures are defined to identify the variables and the criteria used for the mensuration of attributes. At last, the suitable procedures for the construction of the evaluation rating scale index of each attribute are indicated, considered as a determinant factor for the success of a tool that joints great flexibility to the possibility of formal representation of the inherent subjectivism of the processes of decision, in more than two rating scale levels or behavioural patterns.

Keywords - office building, fuzzy logic, performance evaluations.

Introdução

Este artigo apresenta parte dos resultados de uma pesquisa vinculada a uma dissertação de mestrado (RHEINGANTZ, 1995) e a uma tese de doutorado (RHEINGANTZ, 2000), cuja temática relaciona-se com a avaliação do desempenho de edifícios de escritório a partir da percepção de seus usuários.

Dentre os principais objetivos, destacam-se:

- (a) divulgar uma ferramenta que possibilita a representação formal do subjetivismo inerente ao processo de avaliação de desempenho de sistemas complexos como os edifícios de escritório;
- (b) indicar as vantagens da abordagem *fuzzy* na avaliação de desempenho de edifícios de escritório; e

- (c) sugerir procedimentos para identificar as variáveis utilizadas para a mensuração dos atributos.

Em função das limitações naturais de artigos para revistas e da exigência de originalidade e ineditismo, o artigo focaliza a definição de um conjunto de atributos de desempenho e o processo de construção do instrumento para sua avaliação.

Inicialmente são apresentadas as bases teóricas do trabalho, seguidas de uma breve descrição do Modelo de Análise Hierárquica (MAH) desenvolvido por Carlos Alberto Cosenza (CONSENZA, 1981; LIMA, 1994; RHEINGANTZ et al., 2000; RHEINGANTZ, 2001), cujo algoritmo se vale dos fundamentos da teoria dos subconjuntos nebulosos (*fuzzy*) e de variáveis lingüísticas. Para justificar esta escolha, também são apresentadas as principais vantagens da abordagem *fuzzy* com relação à abordagem clássica (*crisp*) na resolução de problemas

complexos como o da avaliação de desempenho do ambiente construído.

A seguir é descrito o processo de construção do instrumento de avaliação de desempenho de um conjunto de edifícios de escritórios, com indicação dos parâmetros de análise adotados para um conjunto de atributos de desempenho e das variáveis utilizadas para sua mensuração (RHEINGANTZ, 2000). Por fim, o artigo procura confirmar a eficiência do MAH como instrumento de apoio à tomada de decisão ou em APOs com ênfase comportamental, que demandam algum grau de subjetividade.

Fundamentos teóricos

A pesquisa foi motivada pela curiosidade em compreender:

- (a) a lógica que justifica a reprodução, em pleno trópico, de edifícios concebidos para o clima frio e que demandam a incorporação de dispendiosa parafernália eletrônica para corrigir ou amenizar problemas ocasionados por uma concepção marcada por equívocos, e
- (b) as razões que levam as pessoas a considerar “inteligentes” diversos edifícios de escritórios que desafiam as mais elementares regras de bom senso.

Para responder a estas questões, foi necessário construir um instrumento de análise capaz de integrar arquitetura, percepção e conforto, bem como as condições geográficas, culturais e econômicas de cada lugar ou ambiente construído.

De início, procurou-se integrar técnicas de pesquisa por observação participante e instrumentos de análise consagrados nas pesquisas tradicionais de conforto ambiental em uma APO realizada no Centro Empresarial Internacional Rio (Edifício RB1) (RHEINGANTZ, 1995). A APO do RB1, apesar de não ter viabilizado a construção do instrumento de análise desejado, evidenciou a necessidade de superar o enfoque tradicional do conforto ambiental – estigmatizado como ciência racional – por meio de um olhar fenomenológico e interdisciplinar do ambiente construído.

A seguir, na APO do Edifício de Serviços do BNDES, onde pela primeira vez foram aplicados com os fundamentos da matemática nebulosa (*Lógica Fuzzy*), foi possível vislumbrar novos horizontes para a avaliação de desempenho do ambiente construído.

Uma vez definidas a base conceitual e a modelagem, o passo seguinte foi construir uma ferramenta capaz de demonstrar as limitações da aplicação da metáfora do mundo máquina na produção do ambiente construído. Especialmente a inadequação de um saber compartimentado, que reduz o espaço à função de distribuição ordenada dos indivíduos e serviços; de um saber que justifica a produção de edifícios concebidos como verdadeiras “naves espaciais” auto-suficientes, que

independem do ambiente, onde até o ar é produzido em seu interior.

Para fazer frente à ambivalência desta ciência conquistadora, que se preocupa com a demonstração racional dos princípios da vida, e em provar a “certeza” de suas descobertas (MORIN, 1996), foi necessário recorrer ao pensamento complexo. A um pensamento que reconhece a incerteza, a relatividade, a imprecisão, a subjetividade de uma forma de conhecimento que é autobiográfica, que é compartilhada pelo ponto de semelhança, que não é racional e total (MORIN, 1996). Segundo o pensamento complexo, o ato e o produto do conhecimento são inseparáveis, e o mundo percebido por cada um de nós é *um* mundo – e não *o* mundo – que é construído com os outros: “todo ato de conhecer produz um mundo” (MATURANA; VARELA, 1995).

Se reconhecida a inseparabilidade do ato e do produto do conhecimento, é possível considerar o ambiente construído um *organismo dotado de sentido* (autoconsciência) que participa de uma consciência do universo percebido em uma relação todo/partes semelhante à relação entre a onda e o oceano: uma onda é, ao mesmo tempo, uma entidade distinta e um oceano. O ambiente construído é formado pelo conjunto das percepções individuais dos usuários que com ele interagem, assumindo “formas de vida” e “significados” variáveis, conforme o uso a eles determinado. Segundo Gaston Machelard (1988), os edifícios, quando habitados, têm alma. Os edifícios habitados podem, inclusive, adoecer (*Síndrome dos Edifícios Doentes*).

Uma vez aceitos os argumentos anteriores, é possível reconhecer que:

- (a) no *plano global* (oceano), a crise de percepção impede a sociedade de contemplar o mundo e vislumbrar seus novos e dinâmicos horizontes – tais como os impactos da transformação tecnológica, da nova divisão do trabalho, dos efeitos da concorrência global e, principalmente, a desestruturação do espaço e do tempo provocada pelas novas tecnologias da informação;
- (b) no *plano particular* (onda), é necessário superar a crença de que o conhecimento está sob completo controle dos projetistas e de sua virtuosa intuição; de que um homem ou grupo de homens seja capaz de controlar por completo um edifício e a prever, em todos os detalhes, seu comportamento num pedaço de papel (ALEXANDER, 1979).

O planejamento dos edifícios de escritórios, por exemplo, não tem sido capaz de acompanhar a riqueza e a inventividade das novas teorias das organizações. Em lugar de projetar edifícios como espaços vazios e flexíveis “para alguém não específico”, é necessário pensar as organizações e seus edifícios como um sistema total, integrado, e que as novas tecnologias de informação ainda não tornaram ubíqua a localização dos escritórios nas grandes metrópoles. Ao contrário do esperado, a economia informacional aumenta a concentração em torno das cidades globais.

Por meio da Ergonomia é possível superar a crença na adaptabilidade humana, que produz lugares genéricos, auto-ajustáveis a pessoas de qualquer tamanho (foco na oferta); de produzir um ambiente mais responsivo e adaptável às necessidades de cada indivíduo (foco no desempenho); e de relacionar as futuras demandas com a produção de edifícios concebidos como elementos de interação com o meio social (ecológico), e não como “objetos ávidos por atenção, os quais glorificam seus arquitetos e proprietários enquanto ignoram, quando não prejudicam, seu contexto físico” (HERDEG, 1996).

Com base no pensamento de que as organizações e seus edifícios formam um sistema total e integrado, é possível arriscar uma nova definição para *edifício inteligente* – *aquele capaz de reunir a sabedoria de seu tempo* – e vislumbrar as promissoras possibilidades de construção do tão desejado instrumento de avaliação, fundamentado na lógica *fuzzy* e no Modelo de Análise Hierárquica.

Modelo de Análise Hierárquica (MAH)

Concebido originalmente para estudos de localização industrial, o MAH é, basicamente, uma operação com matrizes cujo algoritmo de análise fundamenta-se no confronto entre a *oferta* de projetos de edifícios com a *demand*a de um conjunto de organizações, por um conjunto \underline{n} de atributos de desempenho previamente determinados. O modelo de análise de desempenho de um conjunto \underline{m} de edifícios de escritórios para atender a \underline{h} tipos de organizações evidenciou sua aplicabilidade para:

- conferir maior agilidade na tomada de decisões;
- sistematizar os procedimentos operativos que envolvem a concepção, a produção ou a avaliação de edifícios;
- confirmar ou monitorar situações já estabelecidas; e
- investigar qual perfil de oferta de edifício favoreceu determinada localização ou aquisição bem sucedida (RHEINGANTZ, 2000).

As matrizes representam a demanda por espaço e por recursos de escritório por parte de h tipos ou grupos de organizações ou usuários, expressa através de n atributos de desempenho, e a oferta dos n atributos de desempenho representadas por m projetos ou alternativas de edifícios de escritórios, onde: a_{ij} é o coeficiente resultante do grau de importância do atributo j com relação ao usuário i ; b_{jk} é o coeficiente resultante do nível do atributo j com relação ao projeto ou alternativa k . Seu algoritmo consiste na comparação das matrizes de Demanda e de Oferta. (Figura 1)

Para cada atributo considerado, deve ser construído um instrumento de avaliação da oferta e da demanda. As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam a lógica adotada para os atributos *Localização*, *Forma* e *Conforto Tátil* (RHEINGANTZ, 2000).

Matriz de demanda (Quadro A, Figura 1)

Relaciona a demanda por espaço e/ou recursos prediais, expressa através de um conjunto (n) de atributos de desempenho dos edifícios (colunas), com os (h) diferentes tipos/grupos de organizações ou usuários (linhas) considerados no estudo. Esta matriz formaliza os níveis de exigência de desempenho predial cabíveis a cada organização, segundo o desempenho de suas funções. Os valores atribuídos a cada um elementos a_{ij} são classificados em função da demanda percebida junto aos usuários e/ou da opinião de especialistas, empregando uma escala de 4 valores:

- crucial* - ausência do atributo inviabiliza o êxito do empreendimento, caracterizando uma expectativa que deve ser prioritariamente atendida;
- condicionante* - ausência do atributo compromete o êxito do empreendimento, mas não o inviabiliza, caracterizando uma expectativa que deve ser atendida com alguma prioridade;
- pouco* - ausência do atributo não compromete o êxito do empreendimento, mas torna-o menos atrativo, caracterizando uma expectativa sem prioridade, por ser apenas desejável;
- irrelevante* - a ausência do atributo não compromete/influencia o êxito do empreendimento, caracterizando uma expectativa que não é demandada.

Matriz de oferta (Quadro B, Figura 1)

Relaciona disponibilidade dos (n) atributos de desempenho (linhas) com os (m) projetos ou alternativas de edifícios (colunas) consideradas no estudo. A exemplo da Matriz de Demanda, os elementos b_{jk} são classificados pelo operador (ou por um grupo de especialistas) numa escala de 4 valores:

- excelente* - encontrado em condições plenas de operacionalidade, refletindo o estado da arte em termos de confiabilidade, qualidade e regularidade; caracterizando uma situação privilegiada;
- bom* - atributo encontrado em condições desejáveis de operacionalidade, em termos de confiabilidade, qualidade e regularidade, caracterizando uma situação de normalidade;
- precário* - atributo encontrado em condições pouco aceitáveis de operacionalidade, em termos de confiabilidade, qualidade e regularidade, caracterizando uma situação de relativa precariedade;
- ruim/inexpressivo* - atributo encontrado em pequena intensidade ou não é encontrado, caracterizando uma situação de escassez.

Matriz de Possibilidades de Ocupação (Quadro C, Figura 1)

Resultante da operação matricial de cotejo ($a_{ij} \otimes b_{jk}$) entre as matrizes de demanda e de oferta e confronta os tipos de

usuários e/ou organizações com alternativas de edificação. Como numa operação matricial clássica, o confronto do elemento linha da *matriz de demanda* com o elemento coluna da *matriz de oferta* determina o cálculo a ser efetuado entre os valores *A*, *B*, *C* e *D*. A operação matricial ($a_{ij} \otimes b_{jk}$) obedece à regra de operação indicada na *Tabela de Cotejo* (Tabela 1), onde *n* é o número de atributos considerados no modelo, e os valores adotados durante o cotejo representam, quando próximos a 1, um equilíbrio entre oferta e demanda.

Na medida em que a oferta tende a ser menor que a demanda, o valor cotejado tende a 0, e quando a oferta tende a ser superior à demanda, este valor tende a $1+x/n$. Interpretação matemática do operador: o modelo considera a possibilidade de determinado edifício/tipologia de edifícios ofertar mais ou menos atributos do que os demandados por um tipo/grupo de usuário. A representação matemática da combinação Oferta \times Demanda, obedece às formulações indicadas na Tabela de Cotejo (Tabela 1).

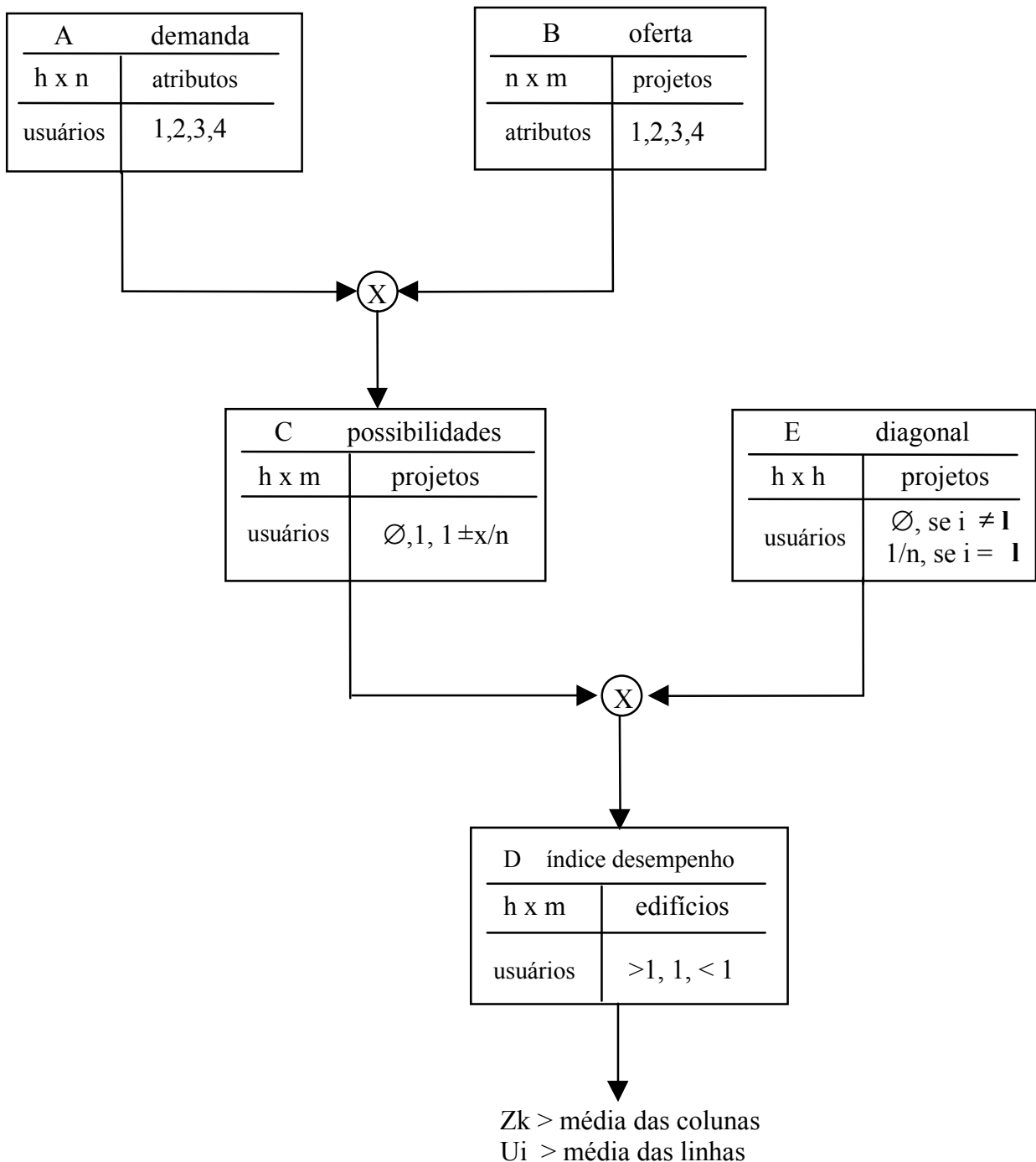


Figura 1 - Esquema do Modelo de Análise Hierárquica (LIMA, 1994)

$a_{ij} \otimes b_{jk}$	Oferta			
Demanda	D	C	B	A
D	1	$1 + 1/n$	$1 + 2/n$	$1 + 3/n$
C	$1 - 1/n$	1	$1 + 1/n$	$1 + 2/n$
B	$1 - 2/n$	$1 - 1/n$	1	$1 + 1/n$
A	0	$1 - 2/n$	$1 - 1/n$	1

Tabela 1 - Cotejo Matriz de Oferta \otimes Matriz de Demanda

Matriz Diagonal (Quadro E, Figura 1)

Reúne duas características importantes consideradas no processo metodológico do Modelo de Análise Hierárquica: sendo uma matriz quadrada, possui o número de linhas igual ao número de colunas, que é igual ao número de grupos de usuários; sua diagonal principal é composta pelo inverso do somatório de elementos demandados por cada organização; ao mesmo tempo que a operação com a *Matriz Diagonal* preserva a estrutura resultante da *Matriz de Prioridades de Ocupação*, ela “embute” para cada um de seus elementos, um divisor $-1/n$. $\therefore n = n^\circ$ de fatores demandados por cada organização – que possibilita uma instantânea capacidade de interpretação da matriz final resultante, chamada de *Matriz de Índices de Desempenho* (ou *Ocupacionais*). Quando a pontuação de oferta é igual à de demanda (AA, BB, CC, ou DD), o valor resultante é igual a “1” (um); quando a pontuação de oferta difere da de demanda, o valor é “ajustado” para $1 \pm X/n$ (onde “X” é a diferença entre a necessidade de demanda e a realidade de oferta, e “n” o número de atributos de desempenho demandados); quando a pontuação da demanda é máxima, e a pontuação da oferta é mínima, o valor resultante é “0” (zero).

Matriz de Índices de Desempenho (ou Ocupacionais): (Quadro D, Figura 1)

Por meio do produto ordinário da *Matriz de Prioridades de Ocupação* pela *Matriz Diagonal*, são obtidos os índices de ocupação na forma de uma *Matriz de Índices de Desempenho* de tamanho (h) x (n). O resultado final admite uma interpretação genérica (independente do valor n ou da finalidade da aplicação), resumida da seguinte forma: (1) para valores de $d_{ik} > 1$, indicação de excesso de oferta; (2) para valores de $d_{ik} = 1$, indicação de uma situação ideal, perfeitamente ajustada; (3) para valores de $d_{ik} < 1$, indicação de escassez de oferta.

Antes de operar com as matrizes, devem ser definidos os perfis de demanda desejados e levantar os perfis de oferta disponíveis, por meio de uma escala de níveis, que são avaliados com base nos princípios da lógica nebulosa (*fuzzy*) e na utilização de variáveis linguísticas.

Subconjuntos nebulosos (*Fuzzy*)

Os princípios da matemática nebulosa (*fuzzy*) foram formalizados por Lotfi Zadeh (1973) com o intuito de processar “as informações subjetivas, de natureza vaga e incerta, da linguagem natural” (ZADEH, 1973), que não podem ser descritas em termos de distribuições de probabilidade. Seu emprego na avaliação do desempenho do ambiente construído possibilita resolver diversos problemas relacionados ao nosso complexo e ambíguo processo de interação com o “mundo real”. A teoria de sistema nebuloso possibilita considerar a suposição na resolução de problemas em situações onde o conhecimento é incompleto, incerto, como, por exemplo, em diagnósticos médicos, na análise e na tomada de decisão em engenharia, arquitetura e administração (CHENG, 1997).

Ao definir conjunto nebuloso (*fuzzy*) como uma classe de objetos sem fronteira bem definida entre si, Zadeh (1973) lançou as bases para a modelagem matemática do raciocínio aproximado, que trabalha com possibilidade e com incerteza, superando os limites impostos pela adaptação dos métodos mecanicistas para a resolução de problemas de sistemas complexos: em essência, “as técnicas quantitativas convencionais de análise de sistemas são intrinsecamente inadequadas para lidar com sistemas vivos ou, no caso, qualquer sistema cuja complexidade é comparável à dos sistemas vivos” (ZADEH, 1973).

Em função de sua capacidade para gerar procedimentos análogos à estrutura do pensamento humano, uma decisão baseada no enfoque *fuzzy* é bastante semelhante ao processo intuitivo de decisão: uma *escolha* ou um *conjunto de escolhas* extraídas do conjunto das alternativas possíveis. Idéia central da lógica *fuzzy* é a possibilidade de realizar ‘operações com palavras’, onde os Conjuntos Nebulosos são os ‘valores’ das palavras (BRAGA; BARRETO; MACHADO, 199-?).

Variáveis linguísticas

Segundo Zadeh (1973), em uma linguagem L , cada palavra x pode ser vista como uma descrição resumida de um subconjunto $M(x)$ de um universo do discurso U , onde $M(x)$ representa o significado de x . Considera-se a linguagem como um “sistema para atribuir rótulos atômicos e compostos (p.ex., palavras, frases, sentenças) para os subconjuntos de U ” (ZADEH, 1973).

Se considerarmos a palavra *sala* como subconjunto fuzzy M (*sala*), e o adjetivo *cinza* como subconjunto fuzzy M (*cinza*), o significado da expressão *sala cinza* é dado pela interseção de M (*cinza*) com M (*sala*). Se a cor de um objeto ou ambiente for considerada uma variável, seus valores (*vermelho, amarelo, azul, etc.*) podem ser rótulos de subconjuntos *fuzzy* de um universo de objetos ou ambientes, e o atributo cor, uma variável *fuzzy* cujos valores são rótulos de conjuntos *fuzzy* – a variável *cinza* é mais imprecisa do que o valor numérico de seu comprimento de onda.

Os valores da variável podem ser termos atômicos, tais como os da variável cor, ou sentenças em uma linguagem específica – por isso a variável é lingüística –, tais como os valores da variável lingüística (*fuzzy*) *calor* – *quente, muito quente, muitíssimo quente, um tanto quente, bastante quente, não muito quente, não quente, mais ou menos quente* – formados por sentenças compostas pelo rótulo *quente*, pela negativa *não*, pelos conectivos *e* e *mas*, e os modificadores *muito, muitíssimo, um tanto, bastante* e *mais ou menos*.

Ao afirmarem que o ato mental de conhecer produz, em sua essência, *um mundo* condicionado pelo “operar recursivo da linguagem humana”, Maturana e Varela (1995) reforçam a importância do emprego das variáveis lingüísticas. A qualidade semântica das sentenças lingüísticas reaproxima a matemática dos processos mentais. A premissa “de que os elementos-chave do pensamento humano não são números, mas rótulos de conjuntos nebulosos, ou classes de objetos nos quais a transição de *membro pertinente ao conjunto* para de *membro não pertinente* é gradual em vez de ser abrupta” (HERDEG, 1996) justifica o uso de variáveis lingüísticas na definição de graus atribuídos aos elementos observados na avaliação de desempenho do ambiente construído. No caso dos ambientes físicos confrontados em função de determinados atributos e seus respectivos pesos, ao ser tratada como categoria *fuzzy*, a subjetividade e a incerteza na determinação destes atributos de escala ordinal, torna-se cardinal, recebendo um grau numa escala de “0” (zero) a “1” (um).

Na avaliação do atributo *Localização* (Tabela 4), a matriz de composição da oferta de um conjunto de edifícios estabelece que:

- (a) se o edifício se localiza a uma distância inferior a 1 Km do centro urbano e/ou estratégico para o tipo de negócio, *então* o valor da oferta é *excelente*;
- (b) se o edifício se localiza a uma distância compreendida entre 1 e 5 Km do centro urbano e/ou estratégico para o tipo de negócio, *ou então* se localiza a uma distância inferior a 1 Km de um centro regional, *ou então* se localiza na periferia de um centro urbano e/ou de lugar estratégico para o tipo de negócio, *então* o valor da oferta é *bom*;
- (c) se o edifício se localiza a uma distância compreendida entre 5 e 10 Km do centro urbano e/ou estratégico para o tipo de negócio, *ou então* se localiza a uma distância compreendida entre 1 a 5 Km de um centro

regional *ou* a uma distância inferior a 1 Km de um centro regional ou junto à via de acesso a centro regional, *então* o valor da oferta é *precário*;

(d) nas demais situações, tais como *se* o edifício se localiza a mais de 10 Km do centro urbano e/ou estratégico para o tipo de negócio, *ou se* o edifício se localiza a uma distância compreendida entre 5 e 10 Km de centro regional e/ou a uma distância compreendida entre 1 e 5 Km da periferia ou de via de acesso a centro regional, *então* o valor da oferta é *ruim/inexpressivo*.

Ainda na avaliação do atributo *Localização* (Tabela 4), a matriz de composição da demanda de uma ou mais organizações estabelece que:

- (a) se o tipo/natureza da atividade *condiciona* a localização no centro urbano ou em lugar estratégico para o tipo de negócio, *então* a demanda é *crucial*;
- (b) se o tipo/natureza da atividade *possibilita* a localização no centro urbano, *ou se* condiciona a localização em centro regional, *então* o valor da demanda é *condicionante*;
- (c) se o tipo/natureza da atividade condiciona a localização na periferia de centro regional ou de uma via de acesso ao centro urbano e/ou do tipo de negócio, *então* a demanda é *pouco condicionante*;
- (d) nos demais casos, tais como *se* a localização irrelevante ou localização possível na periferia de centro regional *ou* na proximidade de via de acesso a centro regional, *então* a demanda é *irrelevante*. Um provedor de internet ou uma empresa de tele vendas representam um bom exemplo de organização onde a localização é *irrelevante*. Para estas atividades, a disponibilidade de linhas telefônicas e/ou de transmissão por cabo é *crucial*. Já para uma organização relacionada com exploração de petróleo ou com o fornecimento de produtos e/ou serviços para a Petrobrás, a localização nas proximidades do edifício-sede da Petrobrás é *crucial*.

Além da matriz, para alguns atributos foi utilizado um outro instrumento para determinar a composição da oferta e da demanda. Na avaliação dos atributos *Forma* (Tabela 5) e *Conforto Tátil* (Tabela 6), foi adotada uma relação de sentenças para serem respondidas com SIM ou NÃO. Depois de respondidas todas as sentenças, o total de SIM (ou de NÃO) indica o valor do nível atribuído ao atributo.

Vantagens do emprego da lógica *fuzzy*

A possibilidade de reconhecer uma transição com relativa dose de ambigüidade, dicotomias do tipo *pertence/não pertence, verdadeiro/falso* do conjunto clássico, o conjunto *fuzzy* obriga a que se considere a maior ou menor pertinência – sentido ou significado – do valor da variável. Os valores da função de pertinência são indicadores de tendências atribuídas subjetivamente por alguém, e dependem do contexto no qual estão inseridos (CHENG, 1997). Em contraposição ao binário 1 (*verdadeiro/pertence*)

ou 0 (falso/não pertence) dos conjuntos clássicos, os conjuntos *fuzzy* admitem maior riqueza de alternativas:

- (a) quando o valor da variável for igual a 1 (um), ela é absolutamente pertinente;
- (b) quanto mais próximo de 1 (um) for o valor da variável, maior é a sua pertinência;
- (c) quanto mais próximo de 0 (zero) for o valor da variável, menor é a sua pertinência;
- (d) quando o valor da variável for 0 (zero), ela não pertence ao conjunto analisado. (Figura 2).

Tomando o exemplo da temperatura (Figura 2), se aplicada a lógica clássica (Figura 2a), um ambiente com temperatura de 20,9°C ou de 27,1°C está fora da zona de conforto, e sua pertinência é igual a “0”; para todas as temperaturas compreendidas entre 21°C e 27°C, a pertinência será sempre igual a 1. No mesmo exemplo, se aplicada a lógica *fuzzy*, a pertinência pode assumir “n” valores entre “0” e “1”, e a amplitude considerada pode ser ampliada para um intervalo entre 20°C e 28°C; a pertinência máxima corresponde à temperatura de 24°C, variando progressivamente até zero na medida em que se aproxima dos limites de 20°C e 28°C, quando a pertinência é “0”. Diferentemente da aplicação da lógica clássica, a lógica *fuzzy* possibilita que se considere que as temperaturas de 20,9°C ou de 27,1°C têm pertinência 0,2.

Segundo Jang e Gulley (1997), a abordagem *fuzzy* apresenta as seguintes vantagens em relação à abordagem clássica (*crisp*): a naturalidade de sua abordagem a torna conceitualmente fácil de entender; sua flexibilidade; sua tolerância com dados imprecisos; a possibilidade de modelar as funções não-lineares da arbitrariedade da complexidade; pode ser construída com base na experiência de especialistas; pode ser integrada às técnicas convencionais de controle; em muitos casos, simplifica ou amplia as possibilidades e recursos dos métodos convencionais de controle e; é baseada na linguagem natural, base da comunicação humana.

Abordagem *fuzzy* na avaliação de desempenho dos edifícios de escritório

De um modo geral, os estudos de avaliação de desempenho fundamentam-se no modelo racional e na lógica clássica (binária), e analisam isoladamente alguns aspectos dos edifícios (conforto higrotérmico, lumínico, acústico, aeróbico, funcionalidade, qualidade construtiva, etc.) Apesar da sua importância nas pesquisas acadêmicas, a utilidade destes estudos tem sido pouco satisfatória para os usuários dos edifícios, que o percebem como um sistema único e integrado. Mesmo correndo o risco de uma generalização, é possível reconhecer que esta abordagem não tem sido eficiente no atendimento das necessidades dos usuários, uma vez que trata, basicamente, de dados e medições numéricas, se fundamenta em normas e leis, ou então no mais puro subjetivismo. Ela também desconsidera diversas questões que interferem na sensação de conforto dos usuários, tais como: aspectos comportamentais; hábitos, crenças e valores culturais; cultura da organização; etc.

A construção de instrumentos baseados na lógica *fuzzy* permite representar a subjetividade de questões “coloridas” por emoções, sentimentos e comportamentos, em lugar de precisos valores quantitativos. Ao substituir conceitos de aleatoriedade por conceitos de nebulosidade, a lógica *fuzzy* possibilita a construção de instrumentos qualitativos que permitem avaliar conceitualmente o ambiente construído, analisando a intensidade das imagens, dos valores e das expectativas dos usuários no processo de percepção necessárias para a compreensão da importância absoluta e relativa dos fenômenos/valores perceptivos e para sua representação.

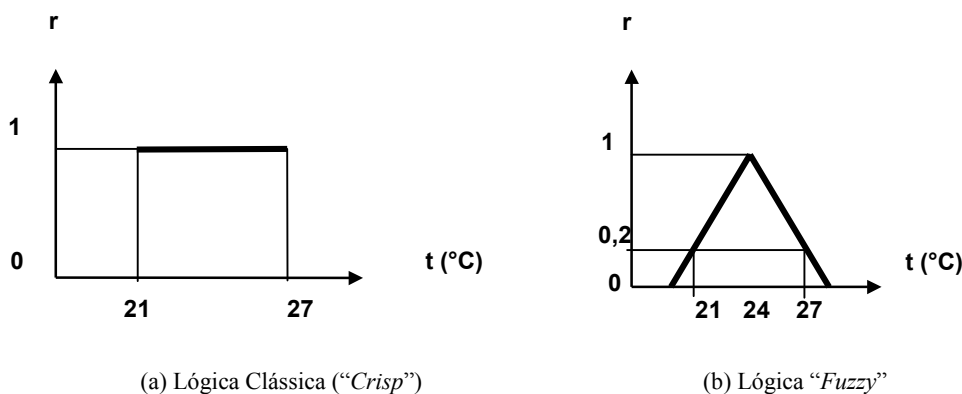


Figura 2 - Diferença entre Função de Pertinência “Crisp” e “Fuzzy”

A construção dos rótulos, que tanto podem ser palavras como sentenças narrativas, viabiliza a configuração mental de múltiplos cenários ou imagens-chave. Assim, a abordagem *fuzzy* configura-se como um importante passo no sentido de minorar a dificuldade para uma definição pormenorizada dos desdobramentos simultâneos e rápidos destas diversas construções mentais esquemáticas, que podem ser facilmente percebidas.

O modelo de análise hierárquica na avaliação do desempenho de um conjunto de edifícios de escritórios

A avaliação de desempenho de um edifício de escritórios – especialmente a partir do surgimento das novas tecnologias da informação e dos sistemas “inteligentes” de gerenciamento predial – é um processo dinâmico, incerto e subjetivo, onde nem todos os aspectos – ou a lógica que os determina – podem ser identificados claramente. É preciso certa habilidade para considerar a mudança das relações entre empresa e mercado, ou para formular as perguntas e identificar a que estágio evolutivo ou cenário de demanda as respostas obtidas se referem.

A lógica da modelagem do problema de avaliação de desempenho de um conjunto de edifícios através do Modelo de Análise Hierárquica – confronto entre a oferta e a demanda de um conjunto de atributos prediais – pode ser resumida a duas questões:

- (a) *Perfil de oferta* – que tipo de atividade / organização o edifício pretende atender?
- (b) *Perfil de demanda* – que tipo de recursos / instalações / localização devem ser considerados para atender a uma determinada atividade / organização?

Os atributos podem ser direcionados para a fixação da organização, quando tratam de elementos que promovem, incentivam ou favorecem determinado tipo de atividade organizacional, ou direcionados para a exclusão da organização, quando tratam de elementos que restringem ou proíbem determinado tipo de atividade organizacional.

Para exemplificar a aplicação do modelo na resolução de um problema de avaliação de desempenho de edifícios de escritórios, podem ser adotadas oito diferentes demandas organizacionais (clientes) correspondentes a três estágios evolutivos ou cenários:

- (a) *demandas tradicionais* (preservadoras, de manutenção de estado ou conservadoras) – clínica de psicologia, empresa de advocacia de médio porte;
- (b) *demandas de equilíbrio* ou *revitalizadoras* – empresa de consultoria em recursos humanos, empresa de gerenciamento de ativos imobiliários, empresa de consultoria em alta gestão empresarial;

(c) *demandas inovadoras* ou *renovadoras* – provedor de internet, empresa de televidas, banco (agência aérea).

A maior ou menor capacidade de identificar o perfil de usuários pode ser determinante no sucesso ou no fracasso do empreendimento. Uma mudança das práticas locais do mercado imobiliário, ainda voltado para a oferta, em direção ao atendimento das novas demandas por edifícios, ambientes, recursos e serviços, passa pela necessidade de identificar o perfil dos possíveis usuários do empreendimento: uma organização de grande porte ou uma organização inovadora demanda espaços amplos, flexíveis e inovadores, enquanto um escritório de representação local ou um consultório demandam os tradicionais conjuntos de salas.

Em novos empreendimentos imobiliários que demandem alteração nos perfis de infraestrutura ou até mesmo nos aspectos legais de um determinado sítio urbano, algumas importantes questões devem ser inicialmente consideradas: impacto ambiental (físico e social); grau de adequação às exigências e restrições legais; e poder de intervenção das diversas categorias de intervenientes. A importância da primeira questão está ligada à crescente conscientização em relação a um maior equilíbrio nas relações entre crescimento e preservação.

Uma prefeitura com grande poder político, que enfrenta restrições financeiras para realizar intervenções técnicas, terá facilidade para implantar uma solução concebida para a situação presente dos atributos, mas terá dificuldades de viabilizar soluções que recomendem alguma alteração dos perfis dos atributos, especialmente os de infraestrutura urbana ou os aspectos legais. Já um grupo empresarial pode dispor dos recursos para financiar tais obras, mas precisa negociar politicamente suas intervenções com o poder municipal, com os moradores, etc. A identificação do grau de interferência do cliente em um determinado empreendimento possibilita a definição de estratégias para delinear alternativas possíveis de soluções.

Além das necessidades do cliente, a relevância ou a importância do empreendimento para a comunidade local deve ser levada em consideração. Um hospital, uma escola pública ou uma indústria a ser implantado(a) em um local carente deste tipo de serviço, pode determinar ações diferenciadas por parte do poder público e das organizações sociais e comunitárias. Já um edifício de escritórios, em geral, utiliza-se das condições locais em benefício de um pequeno número de investidores ou organizações.

Com base nos requisitos ou restrições presentes nos edifícios considerados em um determinado empreendimento, é possível determinar o conjunto de atributos de desempenho, que podem ser mensurados em diversos níveis de ocorrência/exigência.

Definição do conjunto de atributos de desempenho

A comparação entre oferta e demanda de um conjunto de requisitos e/ou restrições presentes nos edifícios considerados e necessários à satisfação dos usuários. Determinados os perfis de oferta e de demanda, é necessário definir os atributos de desempenho, permitindo a construção das matrizes de *oferta de edifícios* e de *demanda por edifícios*. Para a avaliação de edifícios de escritórios, um atributo de desempenho pode ser identificado sempre que viabilize ou permita que uma organização se instale com êxito em um edifício. A homogeneidade de oferta ou a completa ausência de um atributo em um conjunto de edifícios pode significar sua eliminação do processo de avaliação.

A variação na oferta de um atributo pode influenciar o desempenho de um edifício em relação ao conjunto analisado. A presença de um ponto de presença da Embratel pode ser determinante para a instalação de um provedor de internet, enquanto edifícios com pele de vidro ou com sistema de ar condicionado desprovido de recursos de termo-acumulação podem determinar sua eliminação por parte de uma empresa com perfil comprometido com a ecologia e com o conceito de sociedade sustentável.

O número, a natureza ou a tipologia das organizações envolvidas também pode influenciar a seleção dos atributos de desempenho. Se determinado conjunto de organizações não demandar certo grupo de atributos, eles podem ser excluídos do estudo.

Como os atributos não se manifestam de forma homogênea por todo o conjunto de edifícios analisados, é necessário classificá-los segundo seus vínculos, identificando as variáveis para sua mensuração. Aqui, a experiência, o conhecimento e a sensibilidade do avaliador passam a ser determinantes na identificação e na classificação dos diversos níveis de manifestação do atributo, e na percepção de sua influência no desempenho dos edifícios.

Para melhor ilustrar um conjunto de atributos, a partir da *CPBR Checklist* (BAIRD et al., 1995) e da opinião de um grupo interdisciplinar de especialistas, a seguir é apresentado um conjunto de 44 atributos para avaliação do desempenho de edifícios de escritório:

(a) *Atributos Corporativos* – conjunto de atributos relativos às exigências globais e às possibilidades/recursos ofertados pelo edifício para atender aos objetivos organizacionais: (1) Localização, (2) Relação com a Vizinhança, (3) Imaginabilidade, (4) Custo de Instalação, (5) Custo Operacional e (6) Valor Imobiliário.

(b) *Atributos de Infraestrutura* – conjunto dos atributos considerados na escolha/localização de um edifício: (7) Condições do Terreno, (8) Acesso de Veículos, (9) Transporte terrestre, (10) Transporte aéreo, (11) Rede de Telecomunicações, (12) Rede de Energia Elétrica, (13)

Rede de Água, (14) Rede de Esgoto, (15) Rede de Drenagem e (16) Rede de Iluminação Pública.

(c) *Atributos Construtivos* – conjunto de atributos espaciais e físicos que materializam o edifício, que definem sua forma e que o sustentam: (17) Forma, (18) Qualidade construtiva, (19) Garagem, (20) Flexibilidade tecnológica e (21) Facilidade de Manutenção.

(d) *Atributos de Espaço* – conjunto de atributos relativos às ofertas e às demandas espaciais para realizar as funções requeridas: (22) Área Útil, (23) Flexibilidade do *Layout*, (24) Centro de Convenções, (25) Espaços de Apoio e (26) Espaços Complementares.

(e) *Atributos de Ambiência Interna* – conjunto dos atributos relativos à qualidade do ambiente interno necessários para o bem-estar dos ocupantes: (27) Acessibilidade, (28) Circulação Interna, (29) Conforto Aeróbico, (30) Conforto Térmico, (31) Conforto Visual, (32) Conforto Auditivo e (33) Conforto Tátil.

(f) *Atributos de Recursos/Serviços Prediais* – conjunto de atributos que facilitam as comunicações internas e externas do edifício e que asseguram o funcionamento previsto/desejado do edifício: (34) Gerenciamento Predial, (35) Sistema de Energia Elétrica, (36) Sistema de Detecção e Prevenção de Incêndio, (37) Sistema Mecânico de Transporte Vertical, (38) Sistema de Ar-condicionado, (39) Sistemas de Água, Gás e Esgoto, (40) Sonorização Ambiente e Comunicação por Áudio, (41) Segurança Patrimonial, (42) Telemática, (43) Birótica e (44) Domótica.

Para analisar cada atributo, é necessário indicar a abrangência e os parâmetros adotados para a oferta e para a demanda, bem como os parâmetros para mensuração da oferta (escala e composição) e da demanda (escala e composição). Para maior facilidade operacional, é recomendável a construção de uma ficha específica (Tabelas 4, 5 e 6).

Em função da dinâmica das transformações da economia, do mercado e das demandas organizacionais, o conjunto de atributos pode variar em seu conteúdo e/ou em sua forma. Isto implica em adequar o instrumento de análise às novas necessidades, excluindo atributos ou edifícios que não representem alternativas apropriadas para as demandas organizacionais específicas – tais como inexistência de garagem, impossibilidade de operação contínua, etc.

A utilidade do instrumento não se limita apenas à avaliação de possíveis alternativas para instalação futura de uma ou mais organizações: ele também permite verificar a adequação das condições de oferta e demanda de um edifício ou conjunto de edifícios de escritórios existente para as organizações neles instaladas, identificando quais atributos são adequados ou inadequados. Neste caso, o modelo serve como instrumento para definir políticas e estratégias para que o edifício melhore seu grau de atendimento às demandas organizacionais.

Por outro lado, a atenção do operador do modelo não deve estar voltada apenas para verificar a presença ou não de um atributo. O pressuposto de que os locais de implantação dos edifícios não devem apresentar escassez de atributos de infraestrutura urbana, pode induzir o operador a considerar a homogeneidade do atributo em todo o conjunto de edifícios analisado, ou a considerar o atributo pouco determinante para produzir variações no resultado final do modelo. Este tipo de raciocínio pode ser válido para organizações cuja atividade e escala de produção absorvam facilmente os custos da melhoria nas condições de oferta, evitando comprometer o êxito do empreendimento. Do ponto de vista quantitativo, a presença quase homogênea de um atributo, em lugar de justificar sua exclusão, implica que ele seja adequadamente tratado por meio de conceitos qualitativos atribuídos ao nível de sua oferta e/ou ao nível de sua demanda.

O exemplo de três edifícios que não apresentam problemas quanto à qualidade da rede e/ou do sistema de telecomunicações, serve para ilustrar como a presença homogênea de um atributo em mais de um edifício pode ser analisada em termos de seus diferentes níveis de oferta. Este conjunto de edifícios deve ter um conceito de oferta mais elevado em relação aos demais edifícios considerados no estudo e dotados de instalações e/ou tecnologias mais antigas, com menor capacidade de oferta de novas linhas telefônicas e/ou dificuldade de recepção de sinal. Já a situação da demanda pode ser representada por vários níveis, em função da dependência da organização em relação à eficiência e sofisticação do serviço de telecomunicações. Em lugar de excluir um atributo ligado ao sistema de telecomunicações comum a todos os edifícios estudados, o modelo permite operar com pequenas

variações na qualidade da rede e/ou do sistema existente e de sua virtual melhoria, compatíveis com a importância requerida por cada organização para o referido atributo.

Identificação das variáveis para mensuração dos atributos

Na análise de desempenho de um edifício, a mensuração da qualidade da oferta de um determinado atributo ou conjunto de atributos é muito importante. A abordagem qualitativa confere ao modelo maior capacidade para lidar com problemas que afetam diretamente as atividades organizacionais em um edifício. Como o objetivo do estudo não se restringe apenas à possibilidade de assentar ou não a organização, também deve ser analisado o grau de adequação edifícios onde as organizações ou tipologias de organizações estão instaladas. A análise da vocação dos edifícios deve ser realizada com base nos perfis de oferta e demanda propostos.

Para construir os rótulos ou sentenças que permitam mensurar a composição da oferta e da demanda, podem ser adotados três tipos de procedimentos distintos:

- em forma de uma matriz (Tabela 2); ou então,
- em forma de uma listagem de fatores a serem respondidos com SIM ou NÃO (Quadro 1);
- em atributos mais complexos, onde o número de variáveis envolvidas seja relativamente grande – acessibilidade, conforto visual, conforto higratérmico – são necessárias composições de matrizes e/ou de listagens de fatores.

	Centro urbano e/ou lugar estratégico	Centro regional, periferia/ centro urbano/lugar estratégico	Periferia ou via de acesso a centro regional / lugar estratégico	Outro local
Distante < 1 Km	4	3	2	1
Distante 1 a 5 Km	3	2	1	1
Distante 5 a 10 Km	2	1	1	1
Distante > 10 Km	1	1	1	1

Tabela 2 - Matriz de composição da oferta do atributo Localização

FATORES RELEVANTES (para serem respondidos com SIM ou NÃO):
(1) A incidência de criminalidade e de pequenos furtos é alta?
(2) Existem evidências de falta de policiamento?
(3) Existem evidências de vandalismo ou de edifícios cobertos com grafite?
(4) Existem tapumes e cantos escuros/escondidos?
(5) Existem evidências de má conservação dos edifícios?
(6) Existem evidências de falta de preocupação com o embelezamento de logradouros e edifícios?
(7) Existem evidências de falta de preocupação com a conservação de logradouros?
(8) Existem terrenos/vazios utilizados para depósito de lixo ou entulho?
(9) Existe lixo e/ou entulho acumulado nas ruas e logradouros?
(10) Existem camelôs e ambulantes obstruindo os passeios?
(11) A presença de desabrigados, pivetes e “flanelinhas” é freqüente?

- (12) Os veículos de comunicação divulgam uma imagem negativa do local?
 (13) Existe risco para os pedestres que circulam nas imediações durante o dia?
 (14) Existe risco para os pedestres que circulam nas imediações durante a noite?
 (15) A iluminação externa ao edifício é deficiente?
 (16) As entradas do edifício são desprovidas de controle eletrônico de acesso?

Quadro 1 - Listagem de fatores da composição da oferta do atributo Imaginabilidade

Por esta razão, a definição da abrangência e dos parâmetros adotados para mensuração da oferta (escala e composição) e da demanda (escala e composição) constitui-se no elemento chave do modelo, e sua formulação exige sensibilidade e conhecimento por parte do operador.

Como o algoritmo de análise do Modelo de Análise Hierárquica não varia, o sucesso ou fracasso da avaliação de desempenho depende, basicamente, da escolha do conjunto de atributos e da formulação dos rótulos ou sentenças adotados para mensurar os graus de oferta e de demanda.

Perfil de demanda

Quando definido em mais de dois níveis de influência, o perfil de demanda de cada organização para cada um dos atributos deve explicitar os limites de abrangência de cada nível; para um perfil composto de quatro níveis, as demandas organizacionais de cada atributo de desempenho do conjunto de atributos considerado podem considerar os quatro níveis:

- (a) *crucial*;
- (b) *condicionante*;
- (c) *pouco condicionante*;
- (d) *irrelevante*. (ver item *Matriz de demanda*)

Perfil de oferta

A exemplo do perfil de demanda, o perfil de oferta de projetos/edifícios para cada um dos atributos de desempenho do conjunto considerado for definido em mais de dois níveis de influência, pode considerar os quatro níveis:

- (a) *excelente*;
- (b) *bom*;
- (c) *precário*;
- (d) *ruim/inexpressivo*. (ver item *Matriz de oferta*)

Para cada atributo deve ser construída uma ficha (Tabelas 4, 5 e 6) contendo as informações necessárias para que o atributo seja avaliado em função de parâmetros de oferta e de parâmetros de demanda. A estrutura da ficha compõe-se, basicamente, de três seções:

A primeira seção apresenta a identificação do atributo, e divide-se em quatro subseções:

- (a) Designação do atributo.
- (b) Considerações gerais – contendo uma breve descrição do atributo.

(c) Parâmetro adotado para a oferta – contendo a orientação básica para a seleção dos parâmetros definidos para avaliar a oferta do atributo.

(d) Parâmetro adotado para a demanda – contendo a orientação básica para a seleção dos parâmetros definidos para avaliar a demanda do atributo.

A segunda seção trata do detalhamento dos critérios para mensuração da oferta, e divide-se em duas subseções:

(a) Escala da oferta – explicitação das condições indispensáveis para cada um dos 4 graus de oferta – excelente, bom, precário, e ruim/inexpressivo.

(b) Composição da oferta – detalhamento dos fatores considerados para avaliar a oferta do atributo, estruturado sob a forma de matriz, de listagem de fatores ou ambas.

A terceira seção trata do detalhamento dos critérios para mensuração da demanda e, a exemplo da mensuração da oferta, divide-se em duas subseções:

(a) Escala da demanda – explicitação das condições indispensáveis para cada um dos 4 graus de demanda – crucial, condicionante, pouco condicionante e irrelevante.

(b) Composição da demanda – detalhamento dos fatores considerados para avaliar a demanda do atributo, estruturado sob a forma de matriz, de listagem de fatores ou ambas.

No final do trabalho são apresentadas as fichas de 3 fatores: *Localização* (Tabela 4), *Forma* (Tabela 5), e *Facilidade de Manutenção* (Tabela 6).

Considerações finais

Grande parte do êxito esperado com relação ao desenvolvimento do Modelo de Análise Hierárquica aplicado à avaliação de desempenho repousa:

(a) na conceituação criteriosa dos atributos que serão considerados em cada estudo de caso, e

(b) nos mecanismos que permitirão aferir com que nível cada um destes atributos será ofertado ou demandado. Somente o conhecimento factual da arquitetura de edifícios de escritório, aliado ao domínio do raciocínio *fuzzy*, permitirão que iniciativas neste sentido sejam bem sucedidas. O emprego de metodologias que organizam e classificam as informações parece ser mais adequado do que a tomada de decisão restrita apenas ao conhecimento acumulado de forma aleatória. A alternativa de emprego de variáveis linguísticas e lógica *fuzzy* possibilita conferir um caráter mais científico a atividades que, por sua natureza, prescindem de algum grau de subjetividade.

E, para finalizar, dentre os possíveis desdobramentos futuros do trabalho, podem ser apontados: o desenvolvimento de um *software* para operar o algoritmo

do Modelo de Análise Hierárquica e a construção de um conjunto de fichas dos 14 atributos de desempenho preconizados pela norma ISO 6241.

CONSIDERAÇÕES GERAIS				
Posição estratégica do edifício em relação à geografia, à economia da cidade e/ou em relação à vocação do lugar				
PARÂMETRO ADOTADO PARA A OFERTA				
Considerar a distância do edifício em relação ao centro urbano e/ou regional (bairro) e a proximidade de via de acesso ao centro urbano e/ou centro regional (bairro)				
PARÂMETRO ADOTADO PARA A DEMANDA				
Ponderar a importância da posição estratégica do edifício em relação ao centro urbano, centro regional (bairro) e/ou vias de acesso, em função da natureza da atividade, da cultura da organização, do nível de competitividade da empresa e da movimentação de usuários (funcionários, clientes e fornecedores).				
MENSURAÇÃO DA OFERTA				
Escala da oferta				
EXCELENTE	4	Edifício localizado no centro urbano e/ou em lugar estratégico para o tipo de negócio		
BOM	3	Edifício localizado em centro regional ou na periferia do centro urbano e/ou de lugar estratégico para o tipo de negócio		
PRECÁRIO	2	Edifício localizado na periferia de centro regional ou junto a via de acesso a centro regional e/ou a lugar estratégico para o tipo de negócio		
RUIM/INEXPRESSIVO	1	Edifício em outra localização qualquer		
Composição da oferta				
	Centro urbano e/ou lugar estratégico	Centro regional ou periferia de centro urbano / lugar estratégico	Periferia ou via de acesso a centro regional / lugar estratégico	Outro local
Distante 0 a 1 Km	4	3	2	1
Distante 1 a 5 Km	3	2	1	1
Distante 5 a 10 Km	2	1	1	1
Distante mais 10 Km	1	1	1	1
MENSURAÇÃO DA DEMANDA				
Escala da demanda				
CRUCIAL	4	Tipo/natureza da atividade determina localização no centro urbano ou em lugar estratégico para o tipo de negócio		
CONDICIONANTE	3	Tipo/natureza da atividade recomenda localização (a) no centro urbano ou em lugar estratégico para o tipo de negócio, ou (b) na proximidade do centro urbano, ou (c) em centro regional		
POUCO CONDICIONANTE	2	Tipo/natureza da atividade possibilita localização (a) na proximidade de via de acesso a centro urbano, (b) a centro regional ou (c) a lugar estratégico para o tipo de negócio		
IRRELEVANTE	1	Tipo/natureza da atividade independe da localização; pode estar localizada em qualquer ponto da cidade ou de suas imediações		
Composição da demanda				
	Centro urbano e/ou lugar estratégico	Centro regional, periferia de centro urbano/lugar estratégico	Periferia de centro regional/lugar estratégico, próximo/via acesso	Outro
Localização necessária	4	3	2	1
Localização possível	3	2	1	1

Localização irrelevante	1	1	1	1
-------------------------	---	---	---	---

Tabela 4 - Atributo 1: Localização

CONSIDERAÇÕES GERAIS:		
Exprime a força da forma do edifício, sua qualidade de apreensão e percepção entre partes e o todo [relação unidade X conjunto] do edifício isoladamente e em relação ao entorno, em termos de natureza, identidade e expressão. Reforça/complementa o atributo <i>imaginabilidade</i> e pode contribuir para agregar valor aos ativos intangíveis da empresa.		
PARÂMETRO ADOTADO PARA A OFERTA:		
Considerar a força da forma, sua qualidade de apreensão e percepção a partir das propriedades visuais da forma – contorno, tamanho, cor, textura, posição, orientação e inércia visual		
PARÂMETRO ADOTADO PARA A DEMANDA:		
Ponderar o interesse da empresa em utilizar a força da forma do edifício como estratégia de <i>marketing</i> para reforço da sua imagem simbólica.		
MENSURAÇÃO DA OFERTA		
Escala da oferta		
EXCELENTE	4	6 a 7 SIM
BOM	3	4 a 5 SIM
PRECÁRIO	2	2 a 3 SIM
RUIM/INEXPRESSIVO	1	0 a 1 SIM
Composição da oferta		
Aspectos relevantes (para serem respondidos com SIM ou NÃO):		
(1) contorno – o perfil básico do edifício é fácil de ser percebido e visualizado?		
(2) tamanho – as dimensões básicas do edifício (largura, altura, profundidade) são fáceis de perceber e visualizar?		
(3) cor – o uso da cor [intensidade, matiz e tonalidade] no edifício contribui favoravelmente para destacá-lo de seu entorno?		
(4) textura – o tratamento das superfícies externas explora adequadamente a qualidade tátil dos materiais de revestimento e a reflexão da luz?		
(5) posição – a localização do edifício é adequada, em relação à sua forma e ao campo visual?		
(6) orientação – a posição do edifício está adequada em relação a seus principais pontos de observação e em relação o efeito de luz e sombra produzido pela incidência dos raios solares?		
(7) inércia visual – o grau de concentração e de equilíbrio visual do edifício é adequado?		
MENSURAÇÃO DA DEMANDA		
Escala da demanda		
CRUCIAL	4	8 a 10 SIM
CONDICIONANTE	3	6 a 7 SIM
POUCO CONDICIONANTE	2	4 a 5 SIM
IRRELEVANTE	1	0 a 3 SIM
Composição da demanda		
Fatores relevantes (para serem respondidos com SIM ou NÃO):		
(1) A estratégia do <i>conjunto de marketing</i> (nome, logotipo, propaganda, <i>design</i> , aparência) considera importante utilizar a forma do edifício e/ou do entorno da natureza e do tipo de atividade da empresa?		
(2) A forma do edifício influencia favoravelmente o valor do <i>conjunto técnico</i> da empresa (<i>know-how</i> , segredos comerciais, fórmulas, patentes, produtos)?		
(3) A forma do edifício contribui para aumentar o <i>valor de mercado da empresa</i> (valor contábil + valor do capital intelectual + valor do capital simbólico) da empresa?		
(4) A forma do edifício contribui para diferenciar a empresa em relação à concorrência?		
(5) A forma do edifício contribui para reforçar a lealdade dos clientes com a empresa?		
(6) A forma do edifício contribui para atrair novos clientes para a empresa?		
(7) A forma do edifício contribui para agregar valor ao relacionamento com fornecedores da empresa?		
(8) A forma do edifício contribui para aumentar o grau de satisfação dos funcionários da empresa?		
(9) A forma do edifício contribui para melhorar o grau de harmonia do ambiente social (interesses do capital X interesses da força de trabalho) na empresa?		
(10) A forma do edifício contribui para melhorar a lucratividade da empresa?		

Tabela 5 - Atributo 17: Forma

CONSIDERAÇÕES GERAIS:		
Sensação global transmitida pelo edifício através da textura dos acabamentos/revestimentos internos e do mobiliário. O espaço tátil é diretamente vinculado às experiências visuais e delimita um mundo mais imediato, acolhedor e pessoal, mantendo o homem relacionado com o mundo exterior: tato, sensação de oleosidade, umidade, prurido, aspereza e maciez. As qualidades de homogeneidade e dureza ou maciez são fundamentais na sinestesia do homem com o ambiente construído. Os valores táteis, quando associados com os materiais, podem ser utilizados como forma de expressão da intencionalidade que lhe foi atribuída em sua concepção, da mesma forma que a qualidade dos materiais empregados na construção dos edifícios, de superfície ou textura – especular, brilhante, lisa, polida, opaca, granulosa, áspera, macia ou aveludada, lavrada, apicoada, estriada, etc. – que derivam da qualidade, do trabalho ou do tratamento recebido pelo material.		
PARÂMETRO ADOTADO PARA A OFERTA:		
Considerar o grau de acolhimento transmitido pelo tratamento das superfícies e revestimentos do interior do edifício		
PARÂMETRO ADOTADO PARA A DEMANDA:		
Ponderar a demanda pelo conforto tátil dos ambientes internos, considerando a natureza e o tipo de atividade da empresa, a cultura da organização, a qualificação do pessoal (funcionários/clientes) que utiliza o edifício.		
MENSURAÇÃO DA OFERTA		
Escala da oferta		
EXCELENTE	4	7 a 9 SIM
BOM	3	5 a 6 SIM
PRECÁRIO	2	3 a 4 SIM
RUIM/INEXPRESSIVO	1	0 a 2 SIM
Composição da oferta		
Fatores relevantes (para serem respondidos com SIM ou NÃO):		
(1) Em termos gerais, a aparência do edifício denota boa qualidade?		
(2) O mobiliário (material e textura) é adequado?		
(3) A textura dos revestimentos é adequada?		
(4) Pisos externos e de áreas comuns de trânsito intenso são pavimentados com superfícies ásperas e rugosas/texturizadas, p/reduzir riscos de quedas e favorecer o escoamento/absorção da água da chuva?		
(5) Jardins/áreas abertas são pavimentados com materiais naturais antiderrapantes e absorventes que produzem sensações que aumentam a sinestesia homem/ambiente?		
(6) A textura dos materiais e revestimentos dos ambientes está associada à acuidade visual e a um adequado estudo de cores (“tato visual”)?		
(7) Os valores táteis – níveis de contrastes frio/quente, macio/duro, suave/áspero – são explorados adequadamente?		
(8) Foi evitada a utilização de materiais e acabamentos que provocam sensações de oleosidade, especialmente em ambientes de uso público?		
(9) O projeto de interiores evidencia cuidado em evitar utilização de materiais/acabamentos que produzam eletricidade estática?		
MENSURAÇÃO DA DEMANDA		
Escala da demanda		
CRUCIAL	4	6 a 7 SIM
CONDICIONANTE	3	4 a 5 SIM
POUCO CONDICIONANTE	2	2 a 3 SIM
IRRELEVANTE	1	0 a 1 SIM
Composição da demanda		
Fatores relevantes (para serem respondidos com SIM ou NÃO):		
(1) O <i>marketing</i> considera importante explorar a qualidade tátil do ambiente para reforço da imagem da empresa?		
(2) O <i>marketing</i> considera que a qualidade tátil do ambiente contribui para aumentar o valor de mercado da empresa (valor contábil + valor do capital intelectual + valor do capital simbólico)?		
(3) A empresa considera a qualidade tátil do ambiente um fator importante para melhorar as atitudes, o ambiente social e as relações interpessoais dos seus funcionários?		
(4) A natureza do negócio e a cultura da empresa consideram que a qualidade tátil do ambiente contribui para aumentar o grau de satisfação dos seus clientes e fornecedores?		
(5) A natureza das atividades demanda maior cuidado com a qualidade tátil do ambiente interno?		
(6) A empresa considera que a qualidade tátil do ambiente interno contribui para melhorar a sua lucratividade?		
(7) A qualidade tátil do ambiente interno contribui para melhorar o grau de harmonia do ambiente social (interesses do capital X interesses da força de trabalho) na empresa?		

Tabela 6 - Atributo 33: Conforto Tátil

Referências bibliográficas

- ALEXANDER, Christopher. **Função da arquitetura moderna**. Rio de Janeiro: Salvat, 1979.
- BACHELARD, Gaston. **A Poética do Espaço**. São Paulo: Martins Fontes, 1988.
- BAIRD, George et al. (Ed.) **Building Evaluation Techniques**. Wellington: Victoria University of Wellington; New York: McGraw-Hill, 1995, p. 141-159.
- BRAGA, Mario J.; BARRETO, Jorge; MACHADO, Maria A. **Conceitos da Matemática Nebulosa na Análise de Risco**. São Paulo: Artes e Rabiscos, [199-?].
- CHENG, Yee Liang. **PCC-5015 Quantificação de Variáveis Subjetivas no Projeto**. São Paulo: USP, 1997. Apostila.
- COSENZA, Carlos A. N. **A Industrial Location Model**. Cambridge: Martin Centre for Architectural and Urban Studies Cambridge University, 1981. Working Paper.
- HERDEG, Klaus. Composição e caráter e a arquitetura do fim do milênio. In: MAHFUZ, Edson. **Projeto Design**. [S.l.: s.n.], 1996. 100 p. (n, 195).
- JANG, Roger; GULLEY, Ned. **Matlad: Fuzzy Logics Toolbox: User's Guide**. 2.ed. Natick (MA): The MathWorks, 1997.
- LIMA, Fernando R. **Estudos de localização Industrial: criação de um sistema de análise baseado em modelos icônicos gerados por aplicações da computação gráfica associados a banco de dados relacional**. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia. Rio de Janeiro.
- MATURANA, Umberto; VARELA, Francisco. **Árvore do conhecimento**. Campinas: Editorial Psy, 1995.
- MORIN, Edgar. **Ciência com Consciência**. Rio de Janeiro: Bertand Russel do Brasil, 1996.
- RHEINGANTZ, Paulo A. **Aplicação do Modelo de Análise Hierárquica COPPETEC-Cosenza na avaliação do desempenho de edifícios de escritório**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, Rio de Janeiro.
- _____. **Centro Empresarial Internacional Rio: análise pós-ocupação, por observação participante, das condições internas de conforto**. 1995. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- _____. Modelo de Análise do Desempenho dos Edifícios de Escritórios. In: MARTINS, Ângela; CARVALHO, Mirian de (Org.). **Novas Visões: fundamentando o espaço arquitetônico e urbano**. Rio de Janeiro: Booklink, 2001. p. 233-253.
- RHEINGANTZ, P. A.; ROCHA, A. C.; LIMA, F. R. C.; COSENZA A. N. Modelo de Análise Hierárquica Aplicado na Avaliação do Desempenho dos Edifícios de Escritórios. In: NUTAU 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAUUSP, 2000.
- ZADEH, Lofti. Fuzzy Sets. Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics** 3, v. 3, n. 1, p. 28-44, Jan. 1973 [publicado anteriormente em: *Information and Control*, v. 8, p. 338-353, 1965].