

14ª Conferência Internacional da LARES

Edifício Manchete, Rio de Janeiro - Brasil
18, 19 e 20 de Setembro de 2014



Modelo de Decisão Multicritério para apoio às tomadas de decisão na Compra de Terrenos

Rafael Barreto Castelo da Cruz¹

¹ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC – SP), Brasil, castelocruz@uol.com.br

RESUMO

Atualmente, a maioria das decisões para compra de terrenos e aporte em negócios imobiliários são baseadas, geralmente, em critérios microeconômicos arbitrários e estimativas fundamentadas na avaliação de incorporadores mais experientes. Os profissionais tomam decisões, quase que exclusivamente, baseadas em fluxos de caixa, negligenciando, muitas vezes, outros critérios de forma integrada e inter-relacionada. Além destes, a escassez de terrenos disponíveis tornam o cenário de real estate mais competitivo e dinâmico, onde as decisões racionais podem contribuir com a sobrevivência e perpetuidade dos investimentos. Dentro deste panorama, para que o processo decisório não se torne intuitivo; e com isto, as tomadas de decisão nem sempre uniformes, esta análise pode ser feita através de métodos quantitativos. Entre os métodos quantitativos desenvolvidos e utilizados na área das “ciências de decisões”, tem-se os Modelos de Decisão Multicritério. Entre eles, pode-se citar o AHP – Analytic Hierarchy Process, o qual é um modelo bastante didático e simples de ser aplicado. Portanto, este trabalho propõe o uso do AHP para a contexto de real estate através de um problema prático. Este problema envolve a seleção de um terreno específico entre as diversas alternativas disponíveis.

Palavras-chave: Tomada de Decisão, AHP, Real Estate, Terrenos.

14ª Conferência Internacional da LARES

Edifício Manchete, Rio de Janeiro - Brasil

18, 19 e 20 de Setembro de 2014



Model of Multiple Criteria Decision to support decision making in the Purchase of Land

ABSTRACT

Currently, most decisions to purchase land and contribution in real estate business is based, generally, on arbitrary criteria and grounded in microeconomic evaluation of more experienced developers estimates. Professionals make decisions almost exclusively based on cash flows, neglecting often other criteria in an integrated and inter-related. In addition, the shortage of available land make the scenario more competitive and dynamic real estate, where rational decisions can contribute to the survival and perpetuation of investments. Within this framework, so that the decision-making process does not become intuitive; and this, taken not always uniform decision, this analysis can be done through quantitative methods. Among the quantitative methods developed and used in the field of "decision sciences", has been the Multiple Criteria Decision Models. Among them, one can cite the AHP - Analytic Hierarchy Process, which is a fairly simple and didactic model be applied. Therefore, this paper proposes the use of AHP for the context of real estate through a practical problem. This problem involves the selection of a specific field among the various alternatives available.

Keywords: Decision making, AHP, Real Estate, Landbank.

1. INTRODUÇÃO

O mundo previsível e determinista do passado foi substituído pelo mundo incerto, aleatório e desordenado de hoje. Os avanços tecnológicos em vários campos da atividade humana criaram um planeta em que as coisas acontecem numa velocidade eletrônica. Num mundo assim caracterizado, como jamais visto anteriormente, fazer as escolhas certas com base em critérios adequados e alinhados, torna-se um fator crítico de sucesso ou até mesmo de sobrevivência.

Além de desenvolver metodologias e aplicar práticas de gestão, um aspecto fundamental a ser explorado pelas empresas para melhorar seu desempenho e aumentar sua competitividade é a gestão do conhecimento (ICHIJO; NONAKA, 2007).

Provavelmente, um dos maiores desafios intelectuais da ciência e tecnologia está em como tomar decisões certas dadas situações específicas.

Embora, a resposta para algumas perguntas pareçam triviais i.e óbvias ou simples, mesmo sendo carente de uma atenção especial, na maioria das vezes, ela é baseada apenas na experiência prática do profissional ou em simples listas comparativas de vantagens e desvantagens de cada alternativa frente a um único critério, que por si só não são suficientes para uma correta avaliação e tomada de decisão.

As definições quanto ao futuro e ao resultado destas operações jamais serão exatas. Porém, há possibilidade de se obter informações sobre os dados de entrada que poderão auxiliar na determinação dos limites de variação e suas probabilidades. Em outras palavras, é possível se tomar decisões mais precisas, considerando-se as incertezas.

No caso das empresas de Real Estate não acontece de forma diferente, pode-se notar, por exemplo, uma ampla variedade de terrenos, tipologia de construção, soluções de projeto, materiais de construção civil, sistemas de fundação, sistemas estruturais, entre outros cenários de decisão. Num cenário como este, o decisor, profissional responsável pela escolha de uma dentre as possíveis alternativas, comumente, se depara com questões cruciais: “Qual o melhor terreno para o meu empreendimento?” ou “Qual o Melhor empreendimento para essa região?”, Essas, entre outras, escolhas são de fundamental importância para a eficiência e o sucesso do empreendimento, pois a escolha correta dos diversos sistemas pode, até mesmo, determinar se o investimento é viável ou não, ou ainda se as estratégias serão ou não eficazes.

Ainda subsistindo em um ambiente aquecido com os mercados locais saturados, escassez de terrenos, esgotamento de potencial construtivo e o aumento da agressividade das grandes incorporadoras por atingir suas metas (CAMARGO,2011a).

A escolha do terreno representa uma das principais atividades, e uma das mais complexas, realizadas pelo profissional da área de real estate para subsidiar a tomada decisão do investidor), no auxílio à tomada de decisão. A multiplicidade de variáveis atuantes no resultado do negócio, sobre as quais se dispõe de pouco ou nenhum grau de monitoramento, exige do decisor conhecimento técnico e segurança para fundamentar as decisões.

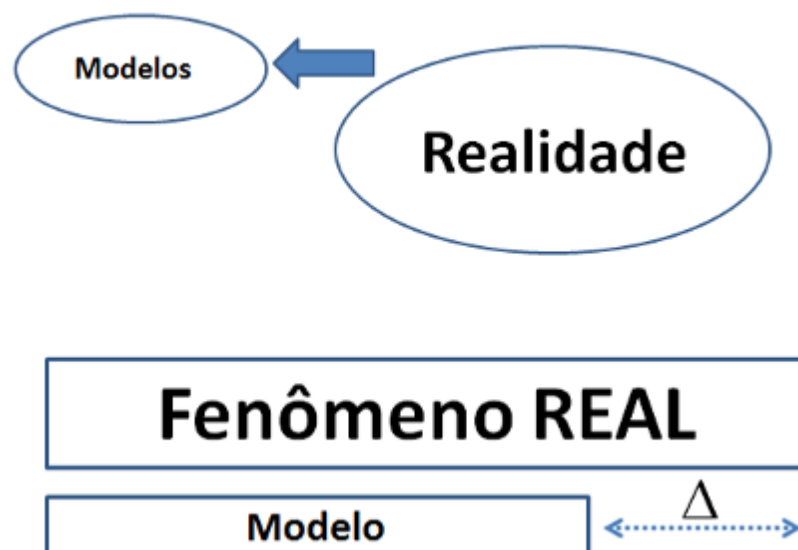
Na verdade, as decisões fazem parte do ambiente complexo da análise de empreendimentos. Nele surgem variáveis pessoas, reações, estruturas, controle, sigilo, riscos, recursos, todos envolvidos por informações muitas vezes incertas, aleatórias e não presumíveis, sem deixarmos de evidenciar o próprio acaso.

Dentro deste panorama, o processo decisório pode se tornar intuitivo; e com isto, as tomadas de decisão nem sempre são uniformes e podem não levar em consideração as incertezas inerentes a todo processo decisório. Dessa forma, para minimizar os riscos, tais como seleção de uma alternativa inadequada, é fundamental considerar os critérios relevantes durante a tomada de decisão. Esta análise pode ser feita através de métodos quantitativos. Entre os métodos quantitativos desenvolvidos e utilizados na área das “ciências de decisões”, tem-se os Modelos de Decisão Multicritério. Entre eles, pode-se citar o AHP – *Analytic Hierarchy Process*, o qual é um modelo bastante didático e simples de ser aplicado.

As aplicações de modelos matemáticos podem auxiliar na decisão, previsão, e quantificação do risco e as interfaces entre os diversos requisitos propostos através da construção de combinações entre os fatores relevantes que influenciam o resultado, i.e., critérios de decisão.

Certamente, a simulação, através desses modelos matemáticos, não elimina os riscos inerentes às tomadas de decisão. Contudo, tendo como objetivo principal gerar informações que auxiliam a decisão mais adequada frente aos critérios e objetivo, isto é, auxiliam em tomadas de decisões menos incertas (Fig. 1). Muitas variáveis externas aumentam as incertezas. Sobre estes ambientes crescentes de incertezas, a simulação pode fornecer informações relativas à decisão de investir, trazendo mais certeza à decisão.

Figura 1: Modelo x Realidade – Incerteza



Para Rocha Lima Jr. *et al.* (2011), não há decisão perfeita, mas, sim, bem fundamentada, e o que apoia a qualidade da decisão é a informação do planejamento. Empreender em *real estate*

compreende um percurso complexo, que não pode estar subjugado às ansiedades do decisor, mas, ao contrário, deverá estar apoiado em informação de qualidade, para que o decisor, diante de simulações de comportamento, em situações esperadas e de risco, conclua por uma decisão de investir.

Ainda, alguns estudos sobre tomada de decisão conduzidos por Simon e Kahneman apresentam o quanto a crença de um processo de perfeita racionalidade é ilusória e como, na realidade, o tomador de decisão está exposto a influências que podem minar a capacidade de julgar e agir com clareza. Contudo Simon desvendou o falso conceito sobre o qual tomar decisões é um processo sobre o qual objetiva a solução ótima, envolvendo a maximização de resultados dentre todos os possíveis (vide Simon, 1957). Por outro lado, Kahneman, considerando não ser possível a racionalidade perfeita, demonstra em seus trabalhos realizados em parceria com Tversky (vide Kahneman & Tversky, 2009) que decidir é um processo influenciado pelos vieses emocionais e limitado por erros de percepção.

A contribuição com o desenvolvimento desta pesquisa é introduzir ao setor um processo decisório racional, sobretudo, com o intuito de melhorar a qualidade da decisão. Portanto, este trabalho propõe estabelecer alguns critérios que afetam a compra de terrenos para incorporação, e em seguida o uso do AHP para a contexto.

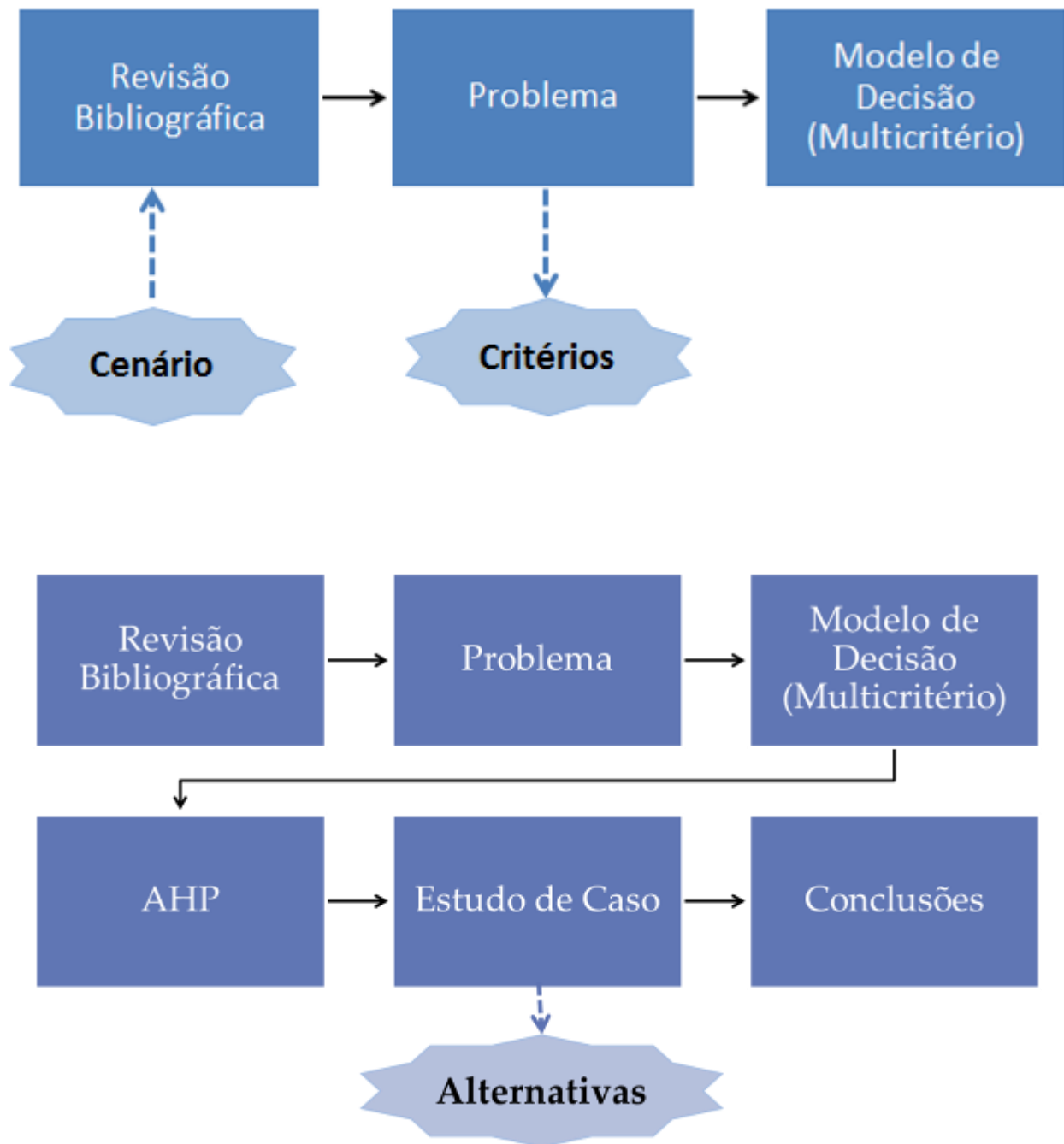
2. TOMADA DE DECISÃO E AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

Para Buchanan & O'Connell (2006), o estudo da tomada de decisão é uma composição de várias áreas do conhecimento, como matemática, sociologia, psicologia, economia e ciência política. Já o estudo do risco e do comportamento organizacional nasce de um desejo mais prático: ajudar o decisor a obter melhores resultados. A crescente sofisticação da gestão de risco, a compreensão das variações do comportamento humano e o avanço tecnológico que respalda e simula processos cognitivos ajudam a melhorar em muitas situações a tomada de decisão.

Segundo Howard e Matheson (1983), tomar decisão é alocar irreversivelmente recursos. Irreversivelmente porque, uma vez alocados os recursos, reverter a decisão sempre envolverá perdas.

Segundo Robbins (2000), os decisores deveriam, supostamente, usar um processo racional de tomada de decisão, ou seja, fazer escolhas consistentes, que deveria ter as seguintes etapas: (i) definição do problema (*framing*), (ii) identificação dos critérios de decisão e seus respectivos pesos, (iii) geração das alternativas e classificação destas em relação a cada critério e (iv) escolha da melhor alternativa (Fig. 2). O autor alerta ainda que para um melhor aproveitamento do modelo é necessário que a situação tenha as seguintes características: clareza do problema (informações completas), opções conhecidas (critérios e alternativas), preferências claras (pesos dos critérios), máxima compensação na alternativa escolhida.

Figura 2: Processo Racional de Decisão



Essa busca por critérios para a tomada de decisão, a partir de passos alternativos e sequenciados, sugere o alcance de uma decisão baseada na racionalidade. Tal modelo racional constitui um conjunto de fatos ou princípios que servem de base a um raciocínio, que se usa da razão para solucionar problemas (Fig. 3).

Figura 3: Busca por critérios



Conforme exposto em Bazerman & Moore (2010), os tomadores de decisão deveriam ser capazes de definir com perfeição o problema em situação de escolha, a fim de chegar ao melhor resultado possível em um processo decisório. A tomada de decisão é uma ação humana e comportamental. Esta envolve a seleção, consciente ou inconsciente, de determinadas informações e ações entre aquelas que são fisicamente possíveis para o decisor. Para Simon (1957), a decisão sempre se relaciona a quem decide e às condições da situação que a envolve.

De acordo com Robbins (2000), uma vez que a capacidade humana para formular e resolver problemas complexos é pequena demais para atender aos requisitos da racionalidade plena, os decisores operam dentro dos limites da racionalidade limitada. Eles constroem modelos simplificados que captam as características essenciais dos problemas sem considerar toda sua complexidade. Ainda segundo Robbins (2000), o modelo de racionalidade pode servir de base para explicar como as decisões realmente são tomadas.

Uma decisão ótima é toda aquela que resulta na escolha da melhor alternativa possível considerando os critérios relevantes. Segundo Saaty (1994), existem excelentes decisores que não utilizam uma metodologia para ajudá-los a decidir. Ele indaga: “As suas boas decisões são acidentais, ou existem princípios lógicos que guiam o raciocínio no processo de decisão? E estes princípios são completos e consistentes?”

Segundo Saaty (2001) quando se considera que um único critério é suficiente para representar as preferências do agente de decisão, o problema de decisão é trivial. Se assim fosse, a proposta que atendesse unicamente este critério seria imediatamente escolhida, por ter o melhor desempenho neste, e também seria fácil ordenar todas as alternativas.

As dificuldades surgem quando a decisão se baseia em vários critérios, pois estes são normalmente conflituosos, ou seja, não é habitualmente possível encontrar uma alternativa que seja melhor que as outras em todos os critérios simultaneamente. É importante deixar claro, neste ponto, que não existe qualquer metodologia de simples comparação unitária que, permita escolher de forma peremptória a melhor alternativa, ou ainda menos ordenar as alternativas. Só a intervenção do agente de decisão vai permitir chegar a uma conclusão, que resultará da conjugação das suas preferências com os atributos das alternativas.

2.1. Alternativas e Critérios

Segundo Ralph L. Keeney e Howard Raiffa (1976) a identificação das alternativas é um procedimento óbvio no início do processo, bem como a verificação da sua viabilidade, devendo respeitar um conjunto de restrições que definem a viabilidade. Do ponto de vista terminológico,

é importante esclarecer que o termo “alternativa” é usado neste contexto como sinônimo de “opção”, “hipótese”, “possível solução” ou “ação potencial”.

A definição dos critérios é um ponto relevante do processo, por corresponder à identificação dos aspectos que influenciam a preferência de uma alternativa sobre outra.

Além disso, os critérios devem ser independentes entre si, em outras palavras eles devem influenciar na escolha das alternativas, contudo não devem ter uma relação direta entre si.

2.2. AHP – O Método

O AHP é um dos principais modelos matemáticos aplicados no apoio à teoria da decisão hoje disponível, onde diversas variáveis ou critérios são considerados na seleção de uma, dentre diversas alternativas propostas. Fundamentado numa metodologia científica, o método permite analisar, determinar e decidir os diversos critérios que influem na tomada de decisão e, conseqüentemente, gerar informações que auxiliem o decisor a eleger a melhor das alternativas propostas, com base nos critérios analisados. Mais do que determinar a decisão correta, o método permite justificar a escolha de forma consistente e coerente.

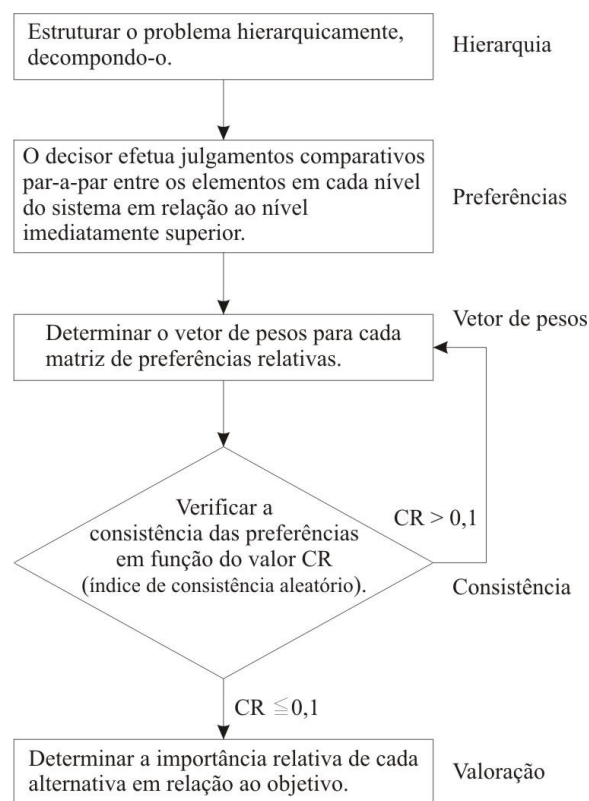
O Método foi desenvolvido na década de 1970 por Thomas L. Saaty e desde então tem sido extensivamente estudado e refinado e, suas aplicações, ampliadas pelo mundo todo em uma grande variedade de situações de decisões. O principal diferencial do AHP com relação a outras técnicas comparativas está em sua capacidade de conversão de dados empíricos em modelos matemáticos.

A análise de decisão multicritério pode ser entendida como um processo metódico, a qual consiste nas seguintes etapas: (i) definir as alternativas;(ii) definir os critérios relevantes para o problema de decisão;(iii) avaliar a importância relativa de cada critério;(iv)avaliar as alternativas em relação aos critérios;(v)determinar a avaliação global de cada alternativa (Fig 4.).

Assim, a utilização do AHP se inicia pela decomposição do problema em uma hierarquia de critérios mais facilmente analisáveis e comparáveis de modo independente (Fig. 5). A partir do momento em que essa hierarquia lógica está construída, os tomadores de decisão avaliam sistematicamente as alternativas por meio de comparação, de duas a duas, dentro de cada um dos critérios. Essa comparação pode utilizar dados concretos das alternativas ou julgamentos humanos como forma de informação subjacente.

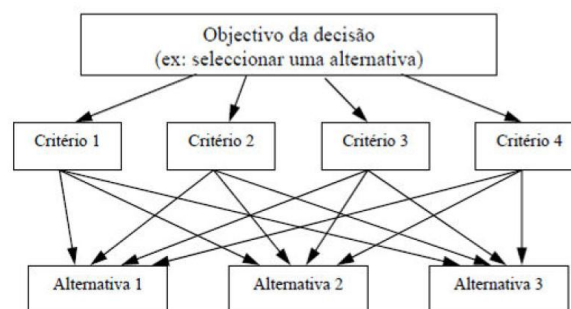
O AHP transforma as comparações, muitas vezes empíricas, em valores numéricos que são processados e comparados. O peso de cada um dos fatores permite a avaliação de cada um dos elementos dentro da hierarquia definida. A partir do momento em que todas as comparações foram efetuadas e os pesos relativos entre os critérios a serem avaliados foram estabelecidos, a probabilidade numérica de cada uma das alternativas é calculada. Essa probabilidade determina a probabilidade que a alternativa tem de atender a meta estabelecida. Quanto maior a probabilidade, mais aquela alternativa contribui para a meta final.

Figura 4: Fluxograma de Aplicação do AHP



De acordo com Saaty, o método AHP aproveita a capacidade humana de fazer julgamentos, ou seja, mesmo quando duas variáveis são incomparáveis, com o conhecimento e a experiência das pessoas, pode-se reconhecer qual dos critérios é mais importante.

Figura 5: Exemplo de Hierarquia de critérios/objetivos



A comparação entre dois elementos utilizando o AHP pode ser realizada de diferentes formas. No entanto, a escala de relativa importância entre duas alternativas, proposta por Saaty é a mais amplamente utilizada. Atribuindo valores que variam entre 1 a 9, a escala determina a importância relativa de uma alternativa com relação à outra, onde 1 corresponde a *igualmente preferido*, e 9 a *extremamente preferido*, conforme apresentado na (Tab. 1).

Usualmente procura-se utilizar os números ímpares da tabela para assegurar razoável distinção entre os pontos da medição. O uso dos números pares só deve ser adotado quando existir a

necessidade de negociação entre os avaliadores e quando o consenso natural não for obtido, gerando a necessidade de determinação de um ponto médio como solução negociada.

Tabela 1: Escala fundamental de Saaty.

Escala	Avaliação	Recíproco	Comentário
Igualmente preferido	1	1	Os dois critérios contribuem igualmente para os objetivos
Moderadamente preferido	3	1/3	A experiência e o julgamento favorecem um critério levemente sobre o outro
Fortemente preferido	5	1/5	A experiência e o julgamento favorecem um critério fortemente sobre o outro
Muito fortemente preferido	7	1/7	Um critério é fortemente favorecido em relação a outro e pode ser demonstrado
Extremamente preferido	9	1/9	Um critério é favorecido em relação a outro com o mais alto grau de certeza
Valores intermediários	2, 4, 6 e 8	1/2; 1/4; 1/6 e 1/8	Quando o consenso não for obtido e houver necessidade de uma negociação

Portanto, com as alternativas e critérios já definidos, constrói-se uma matriz de comparação para cada critério a ser avaliado, tendo como base a regra sugerida por Saaty. A matriz é preenchida comparando-se os critérios que aparecem na coluna da esquerda em relação aos critérios que aparecem na linha superior (Tab. 2).

Para simplificar, vamos chamar os critérios de C1 e C2; se esses critérios, ao serem comparados, apresentarem C1 e C2 como sendo *igualmente preferido*, atribui-se o valor 1; se C1 for um pouco mais importante do que C2, ou seja, *moderadamente preferido*, atribui-se o valor 3; se C1 for *fortemente preferido* à C2, atribui-se o valor 5; e assim por diante, comparando-se todos os critérios par-a-par.

O reverso da comparação dos critérios é o valor inverso da escala apresentada, neste sentido um critério que seja *extremamente preferido* em relação a outro, ao se fazer a comparação inversa na matriz, o critério preterido terá tendencialmente uma classificação de 1/9, ou seja, o recíproco.

Se “A” é x vezes preferível a “B”, logo “B” é 1/x vezes preferível a “A”. Um elemento é *igualmente importante* quando comparado com ele próprio, isto é, onde a linha 1 encontra a coluna 1, na posição (1,1), coloca-se o valor 1. Logo, a diagonal principal de uma matriz deve consistir em 1.

Tabela 2 – Matriz comparativa (supondo que o critério C1 domina o critério C2)

Critérios	C1	C2	C3
C1	1	avaliação	
C2	1/avaliação (recíproco)	1	
C3			1
total (Σ)			

Para interpretar e dar os pesos relativos a cada critério é necessário normalizar a matriz comparativa. A normalização é feita pela divisão entre cada valor da tabela com o total de cada coluna, de forma que a soma de todos os elementos da coluna seja igual a 1.

Através das comparações e seus respectivos pesos, o especialista irá determinar o quão importante é um critério específico em relação ao outro para a realização do objetivo. Por exemplo, se o critério A influencia mais do que o critério B em relação ao objetivo, quão mais significativa é essa influência? Este tipo de pergunta é a essência dessas comparações. Por isso, nesta etapa de comparações, o conhecimento do especialista desempenha um importante papel.

A determinação da contribuição de cada critério na meta organizacional é calculada a partir do vetor de prioridade. O vetor apresenta os pesos relativos entre os critérios e é obtido de modo aproximado através da média aritmética dos valores de cada um dos critérios, ou seja, calcula-se o valor médio em cada linha da matriz normalizada para obter o peso relativo, onde o somatório dos valores do vetor sempre totaliza 1. Os valores encontrados para o vetor tem significado físico direto no AHP. Ele determina a participação ou o peso daquele critério no resultado total da meta.

Em seguida é preciso verificar a inconsistência dos dados. A verificação visa verificar se os decisores foram consistentes nas suas opiniões para a tomada de decisão [11]. Se, por exemplo, o critério C1 é *mais preferível* que C2 e C2 é *mais preferível* que C3, seria inconsistente afirmar que C3 é *mais preferível* que C1.

Assim, o cálculo do índice de consistência é dado pela seguinte equação (Eq. 1) :

$$CI = \frac{\lambda_{Máx} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Onde CI é o índice de consistência, n é o número de critérios avaliados e $\lambda_{Máx}$ o número principal do vetor.

O autovetor ou vetor principal ($\lambda_{Máx}$) é obtido calculando-se o somatório do produto de cada elemento da matriz de comparação pelo vetor de prioridade de cada critério, dividindo-se o resultado dessa expressão pelo vetor de prioridade do qual calcula-se a média aritmética.

Visando verificar se o valor encontrado do índice de consistência (CI) é adequado, Saaty propôs uma relação de consistência (CR). Ela é determinada pela razão entre o valor do índice de consistência (CI) e o índice de consistência aleatória (RI), conforme relação abaixo (Eq. 2):

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0,1 \sim 10\% \quad (2)$$

Onde, RI é um valor constante e depende da dimensão da matriz que se está comparando, ou seja, do número de critérios avaliados, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Índices de consistência aleatória

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Do ponto de vista do AHP, é desejável que a CR de qualquer matriz de comparação seja menor ou igual a 0,10 (10%), o que seria considerada consistente. Quanto maior o resultado de CR , mais inconsistente é a matriz. Para valores maiores que 0,10 recomenda-se uma revisão da matriz de comparação.

3. ESTUDO DE CASO

Os negócios imobiliários buscam alternativas rentáveis e viáveis em cenários econômicos, financeiros e técnicos, assim sendo o terreno é a natureza para realização destes negócios, e possuem significativo preço em relação aos demais custos e despesas no empreendimento, e diversos critérios condicionam a escolha de uma decisão ótima i.e. escolha do melhor terreno em um cenário com diversas alternativas relevantes.

A Análise de Decisão Multicritério auxilia o decisor a resolver problemas de decisão, nos quais vários critérios podem influenciar nessa decisão. Para minimizar as incertezas por meio da compreensão do que se está modelando e do modelo que está sendo usado é fundamental a compreensão dos critérios adotados para tal análise, e a seguir são apresentados os critérios relevantes a atividade de real estate, inerentes a cada terreno.

a.) Legislação Urbanística (Uso e Ocupação do Lote e Direito Imobiliário)

- a. Coeficientes Urbanísticos.
- b. Restrições de Ocupação.
- c. Restrições de Gabarito.
- d. Adicional e Disponibilidade de Contrapartidas construtivas.
- e. Aforamentos, Gravames e Averbções.

b.) Terreno

- a. Perfil Geotécnico;
- b. Perfil Ambiental;
- c. Melhoramentos Públicos;

- d. Desmobilização;
- e. Demolições.

c.) Construção

- a. Projeto.
- b. Tecnologia Construtiva;
- c. Mão de Obra;
- d. Equipamentos;
- e. Materiais;

d.) Vizinhança

- a. Acessibilidade (Vias de Circulação, Transporte Público, Mobilidade, Transito).
- b. Facilidades (Rede Bancaria, Rede de Comércio e Serviços, Equipamento de Lazer, Rede de Ensino).
- c. Vizinhança (Segurança, Crescimento Demográfico e Renda)
- d. Renda da Região.
- e. Enchentes e Alagamentos.

e.) Mercado

- a. Preço Médio de Venda.
- b. Velocidade de Venda.
- c. Produto na Região (Vocação).
- d. Vacância.
- e. Venda Sobre Oferta.
- f. Absorção.

f.) Resultados Econômicos

- a. VGV (Valor Geral de Venda).
- b. TIR.
- c. *Payback*.
- d. Margem Bruta.
- e. Exposição de Caixa.

Nesta etapa aplicou-se um questionário em para seleção e um terreno, dentro de 3 alternativas possíveis. Visando comparar os três terrenos acima com objetivo de selecionar um terreno

específico para compra, de acordo com os critérios já desenvolvidos. Os terrenos são identificados Terreno 1 – “BRILHO”, Terreno 2 – “AVIS” e Terreno 3 – “DISNEI”

A coleta de informações foi realizada por meio de uma das técnicas utilizadas para identificação dos riscos – Brainstorming. A coleta em grupo possibilitou o diálogo e a troca de informações entre todos integrantes e o “entrevistador”.

Segundo Rodrigues (2004), brainstorming ou tempestade cerebral é definido como uma técnica utilizada no auxílio a equipe para gerar ou criar ideias no menor espaço de tempo possível. O brainstorming é utilizado em organizações e empresas como uma técnica motivacional com o objetivo de estimular a criatividade dos seus colaboradores (RODRIGUES, 2009).

Com a estruturação em nível hierárquico, ilustrado na (Fig. 6), pode-se visualizar os critérios dos terrenos em relação a um objetivo, que é a seleção de um terreno:

Figura 6: Estruturação Hierárquica do Problema



No AHP, as matrizes de comparação foram estabelecidas tendo como referência para os pesos da escala verbal proposto por Saaty. A (Tab.4) representa a matriz principal de comparação, o qual contém a comparação entre os critérios em relação ao objetivo de solução do problema proposto (isto é, a seleção do terreno ideal).

Tabela 4 – Matriz de Comparação dos Critérios

	Legislação	Terreno	Construção	Vizinhança	Mercado	Resultados Econômicos
Legislação	1,00	3,00	3,00	7,00	5,00	0,33
Terreno	0,33	1,00	1,00	5,00	3,00	0,20
Construção	0,33	1,00	1,00	5,00	3,00	0,20
Vizinhança	0,20	0,20	0,20	1,00	0,33	0,11
Mercado	0,20	0,33	0,33	3,00	1,00	0,14
Resultados Econômicos	3,00	5,00	5,00	9,00	7,00	1,00

Normalizando os valores apresentados na Tabela 4 obtém o valores apresentados na Tabela 5:

Tabela 5 – Matriz de Comparação dos Critérios - Normalizada

	Legislação	Terreno	Construção	Vizinhança	Mercado	Resultados Econômicos
Legislação	0,197	0,285	0,285	0,233	0,259	0,168
Terreno	0,066	0,095	0,095	0,167	0,155	0,101
Construção	0,066	0,095	0,095	0,167	0,155	0,101
Vizinhança	0,039	0,019	0,019	0,033	0,017	0,056
Mercado	0,039	0,032	0,032	0,100	0,052	0,072
Resultados Econômicos	0,592	0,475	0,475	0,300	0,362	0,503
Soma	1	1	1	1	1	1

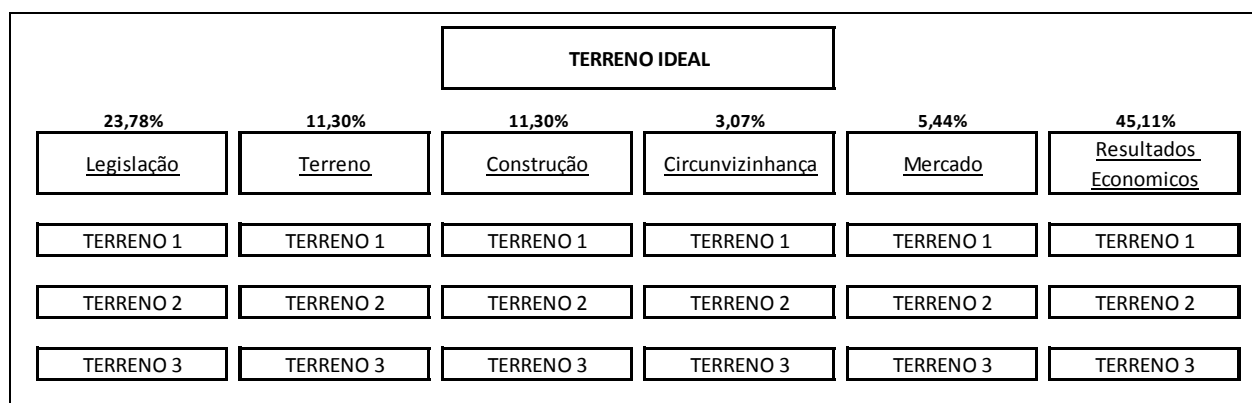
Determinamos o auto vetor de consistência:

Tabela 6 – Auto Vetores dos Critérios

	<u>Auto Vetor</u>
Legislação	0,237779
Terreno	0,113023
Construção	0,113023
Vizinhança	0,030656
Mercado	0,054396
Resultados Econômicos	0,451123

Diagrama de hierarquia com a relevância dos critérios pontuada (Fig. 7):

Figura 7: Estruturação Hierárquica do Problema com a Relevância dos Critérios



Estes pesos representam os valores para cada critério. Agora serão analisadas cada alternativa em relação a cada critério individualmente.

Sob a ótica dos especialistas, foi aplicado um questionário para pontuar o comportamento de cada alternativa, frente a cada critério individualmente (Tab.7, Tab. 8 e Tab. 9):

Tabela 7 – Avaliação do Terreno 1 em cada Critério

TERRENO 1 - BRILHO	AVALIAÇÃO
Legislação	DESFAVORAVEL
Terreno	FAVORAVEL
Construção	FAVORAVEL
Circunvizinhança	FAVORAVEL
Mercado	FAVORAVEL
Resultados Econômicos	RAZOAVEL

Tabela 8 – Avaliação do Terreno 2 em cada Critério

TERRENO 2 AVIS	AVALIAÇÃO
Legislação	FAVORAVEL
Terreno	DESFAVORAVEL
Construção	FAVORAVEL
Circunvizinhança	FAVORAVEL
Mercado	FAVORAVEL
Resultados Econômicos	RAZOAVEL

Tabela 9 – Avaliação do Terreno 1 em cada Critério

TERRENO 3 DISNEI	AVALIAÇÃO
Legislação	FAVORAVEL
Terreno	DESFAVORAVEL
Construção	FAVORAVEL
Circunvizinhança	RAZOAVEL
Mercado	RAZOAVEL
Resultados Econômicos	RAZOAVEL

No AHP, as matrizes de comparação foram estabelecidas tendo como referência para os pesos da escala verbal proposto por Saaty. As (Tab. 9, 11, 13 ,15 ,17, e 19) representam a matriz principal de comparação, o qual contém a comparação entre as alternativas em relação a cada critérios individualmente. E sua normalização nas Tab. 10,12,14,16,18 e 20.

Tabela 9 - Matriz de comparação entre os terrenos acerca do os critérios (Legislação Fundiária)

	TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
TERRENO 1	1,000	0,143	0,143
TERRENO 2	7,000	1,000	1,000
TERRENO 3	7,000	1,000	1,000

Tabela 10 - Matriz de comparação entre os terrenos acerca do os critérios (Legislação Fundiária) - Normalizada

	TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
TERRENO 1	0,067	0,067	0,067
TERRENO 2	0,467	0,467	0,467
TERRENO 3	0,467	0,467	0,467

Autovetor:

TERRENO 1 0,067

TERRENO 2 0,467

TERRENO 3 0,467

Tabela 11 - Matriz de comparação entre os terrenos acerca do os critérios (Terreno)

	TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
TERRENO 1	1,000	7,000	7,000
TERRENO 2	0,143	1,000	1,000
TERRENO 3	0,143	1,000	1,000

Tabela 12 - Matriz de comparação entre os terrenos acerca do os critérios (Terreno) - Normalizada

	TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
TERRENO 1	0,778	0,778	0,778
TERRENO 2	0,111	0,111	0,111
TERRENO 3	0,111	0,111	0,111

Autovetor:

 TERRENO 1 0,778

 TERRENO 2 0,111

 TERRENO 3 0,111
Tabela 13 - Matriz de comparação entre os terrenos acerca do os critérios (Construção)

	TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
TERRENO 1	1,000	1,000	1,000
TERRENO 2	1,000	1,000	1,000
TERRENO 3	1,000	1,000	1,000

Tabela 14 - Matriz de comparação entre os terrenos acerca do os critérios (Construção) - Normalizada

	TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
TERRENO 1	0,333	0,333	0,333
TERRENO 2	0,333	0,333	0,333
TERRENO 3	0,333	0,333	0,333

Autovetor:

 TERRENO 1 0,333

 TERRENO 2 0,333

 TERRENO 3 0,333
Tabela 15 - Matriz de comparação entre os terrenos acerca do os critérios (Vizinhança).

	TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
TERRENO 1	1,000	1,000	5,000
TERRENO 2	1,000	1,000	5,000
TERRENO 3	0,200	0,200	1,000

Tabela 16 - Matriz de comparação entre os terrenos acerca do os critérios (Vizinhança) - Normalizada

	TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
TERRENO 1	0,455	0,455	0,455
TERRENO 2	0,455	0,455	0,455
TERRENO 3	0,091	0,091	0,091

Autovetor:

 TERRENO 1 0,455

 TERRENO 2 0,455

 TERRENO 3 0,091
Tabela 17 - Matriz de comparação entre os terrenos acerca do os critérios (Mercado)

	TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
TERRENO 1	1,000	1,000	3,000
TERRENO 2	1,000	1,000	3,000
TERRENO 3	0,333	0,333	1,000

Tabela 18 - Matriz de comparação entre os terrenos acerca do os critérios (Mercado) - Normalizada

	TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
TERRENO 1	0,429	0,429	0,429
TERRENO 2	0,429	0,429	0,429
TERRENO 3	0,143	0,143	0,143

Autovetores

 TERRENO 1 0,429

 TERRENO 2 0,429

 TERRENO 3 0,143
Tabela 19 - Matriz de comparação entre os terrenos acerca do os critérios (Resultados Econômicos)

	TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
TERRENO 1	1,000	1,000	1,000
TERRENO 2	1,000	1,000	1,000
TERRENO 3	1,000	1,000	1,000

Tabela 20 - Matriz de comparação entre os terrenos acerca do os critérios (Resultados Econômicos) - Normalizada

	TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
TERRENO 1	0,333	0,333	0,333
TERRENO 2	0,333	0,333	0,333
TERRENO 3	0,333	0,333	0,333

Autovetor:

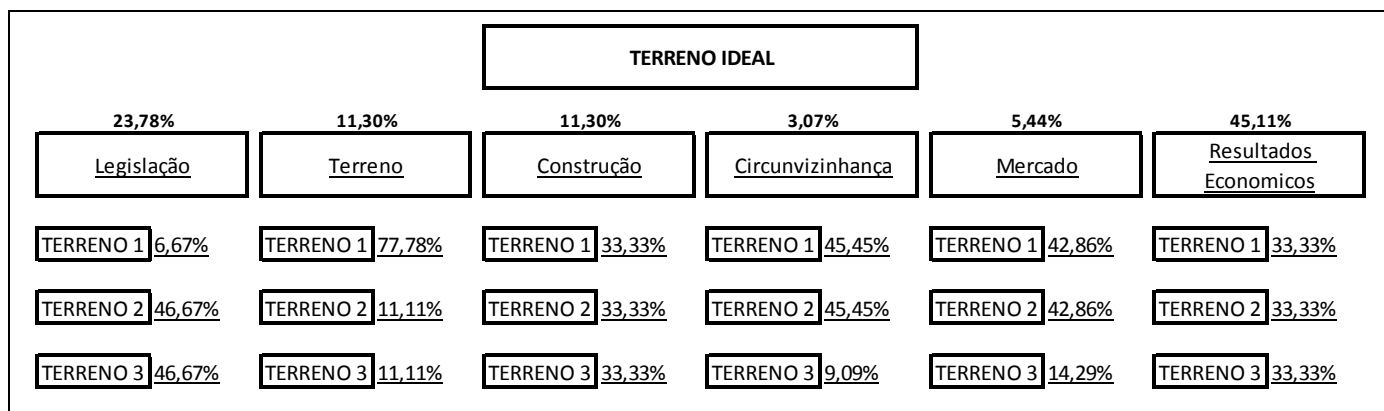
TERRENO 1 0,333333333

TERRENO 2 0,333333333

TERRENO 3 0,333333333

O Diagrama abaixo (Fig. 8) mostra a hierarquia dos pesos obtidos a partir de todas as matrizes de comparação de pares.

Figura 8: Estruturação Hierárquica do Problema com as relevâncias de cada Critério e Alternativas



Assim, os pesos calculados para a matriz dos critérios serão os elementos da matriz coluna de matriz “1 x 6” (Tab. 21) e a pesos calculados para estas outras seis matrizes serão elementos da matriz “3 x 6” (Tab. 22). Os elementos destes dois matrizes são escritos em números decimais. O produto de nestas matrizes, uma vez que eles são matrizes comutáveis, irá dar a matriz final (isto é, auto vetor):

Tabela 21 – Auto vetores de Cada Critério

Critério	Pesos(Média dos Critério)
Legislação	0,238
Terreno	0,113
Construção	0,113
Circunvizinhança	0,031
Mercado	0,054
Resultados Economicos	0,451

Tabela 22 – Auto vetores de Cada Alternativa

TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
0,067	0,467	0,467
0,778	0,111	0,111
0,333	0,333	0,333
0,455	0,455	0,091
0,429	0,429	0,143
0,333	0,333	0,333

Teremos, então:

Tabela 23 – Matriz de Decisão

Critério	Auto vetores	TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
Legislação	0,238	0,067	0,467	0,467
Terreno	0,113	0,778	0,111	0,111
Construção	0,113	0,333	0,333	0,333
Vizinhança	0,031	0,455	0,455	0,091
Mercado	0,054	0,429	0,429	0,143
Resultados Econômicos	0,451	0,333	0,333	0,333
<u>Avaliação</u>		<u>0,329</u>	<u>0,349</u>	<u>0,322</u>

Com base na Tab. 23, a alternativa que melhor atende as metas definidas é a alternativa Terreno 2, haja vista que o critério Resultados Econômicos é o mais relevantes, é o critério que mais contribui para a meta global, entretanto tem o mesmo comportamento para todas as, cabe destacar a importância de outros critérios como a Legislação.

4. CONCLUSÕES

No segmento de real estate, a tomada de decisão é composta por dificuldades, incertezas inerentes à decisão, objetivos múltiplos que se inter-relacionam além da possibilidade de diferentes perspectivas e paradigmas que levam a diferentes conclusões.

Para se alcançar uma decisão adequada, é necessário considerar corretamente todos, ou a maioria, dos critérios e principalmente suas inter-relações, assim, como o cenários em que estão inseridas.

Importante observar que o sucesso ou fracasso é dado em boa medida pela qualidade do processo de tomada de decisão. Este artigo apresentou como modelos de decisão multicritério podem ser ferramentas úteis para apoiar a tomada de decisão no contexto de real estate.

A aplicação do AHP para o problema se mostrou uma alternativa possível e racional para auxiliar todos os agentes decisores envolvidos dentro de um contexto de aquisição de terrenos.

A demonstração da aplicabilidade de um modelo de decisão multicritério no problema proposto contribui para a profissionalização racional da decisão de compra de terrenos em um ambiente tão competitivo.

Vale ressaltar ainda que considerando-se que para o contexto de real estate no Brasil o uso de ferramentas tais como Modelos de Decisão Multicritério, e mais especificamente o AHP, é uma área de conhecimento ainda incipiente. Portanto, espera-se que este artigo possa não só contribuir neste sentido, mas também que próximos estudos possam ser propostos e desenvolvidos a fim de explorar ainda mais este tipo de investigação. Dentro ainda deste contexto, sugere-se, por exemplo, a aplicação destes modelos em outras premissas, além da aplicação destes em outros objetivos, tais como a seleção de produtos arquitetônicos, técnicas construtivas, regiões de atuação, entre outras.

Ainda a inserção de novos critérios no modelo e o tratamento de variáveis aleatórias dentro do contexto proposto, sempre a fim de contribuir com o aprimoramento do processo da tomada de decisão.

5. REFERÊNCIAS

- BAZERMAN, M. H. (2004). *Processo decisório*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Campus.
- BAZERMAN, M. H & MOORE, D. (2010). *Processo decisório*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Campus.
- BUCHANAN, L. & O'CONNELL, A. (2006). Uma breve história da tomada de decisão. *Harvard Business Review*, Jan, p. 20- 29.
- CAMARGO, C. B. 2011a. “A Escassez de Terrenos Na Cidade de São Paulo e a Ação Das Empresas Incorporadoras Para Assegurar Os Níveis de Crescimento Planejados.” Texto Para Coluna Do NRE-POLI Na Revista Construção e Mercado – Pini – Maio 2011.
- CRUZ, Rafael Barreto Castelo da. *Aplicação de Modelo de Decisão Multicritério para apoio às tomadas de decisão na incorporação de edifícios comerciais de pequeno porte*. 2013. 126 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, São Paulo.
- ICHIJO, K; NONAKA, I. *Knowledge Creation and Management: New Challenges for Managers*. Oxford University Press, 2007.
- KEENEY, R.L. & RAIFFA, H. - *Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs*. New York. John Wiley & Sons, 1976.
- KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47, 263-291.
- ROBBINS, S. P. (2000). *Administração: mudanças e perspectivas*. São Paulo: Saraiva.
- ROCHA LIMA JR, J.; MONETTI, E.; ALENCAR, C. T. (2011). *Real Estate: Fundamentos para Análise de Investimentos*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- RODRIGUES, M. V. C. *Ações para a qualidade: GEIQ, gestão integrada para a qualidade: padrão seis sigma, classe mundial*. Rio de Janeiro. Qualitymark, 2004.
- SAATY, THOMAS L.; VARGAS, LUIS G.; *Models, Methods, Concepts & Application of the Analytic Hierarchic Process*; Kluwer Academic Publishers, 2001.
- SAATY, THOMAS L.; *Decision Making with Dependence and Feedback - The Analytic Network Process*; RWS Publications, 2001.
- SAATY, THOMAS L. - How to make a decision: the Analytic Hierarchy Process. *Interfaces*, V.24, n.6, 1994.
- SAATY, THOMAS L. - *Método de análise hierárquica*. São Paulo: Markron Books, 1991.
- SAATY, THOMAS .L. - *The Analytic Hierarchy Process: Planning, priority, resource allocation*. McGraw-Hill, 1980.

SIMON, H. A. (1957). *Models of man*. New York: Wiley.

TVERSKY, A.; KAHNEMAN, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 185, 1124-1131.