

## **MÉTODO DE CONSTRUÇÃO DAS MATRIZES DE JULGAMENTO PARITÁRIOS NO AHP – MÉTODO DO JULGAMENTO HOLÍSTICO**

### **A METHOD FOR BUILDING A PAIRWISE COMPARISON MATRIX IN AHP - WHOLISTIC ASSESSMENT METHOD**

Wagner da Costa Godoi

Organização Guaratinguetá de Ensino – OGE – Guaratinguetá - SP

[wagner\\_cgodoi@yahoo.com.br](mailto:wagner_cgodoi@yahoo.com.br)

#### **Resumo**

*Este artigo apresenta um método denominado como Julgamento Holístico que visa dar auxílio à construção da matriz de julgamentos paritários utilizada no método AHP (Analytic Hierachy Process). O trabalho apresenta conceito, classificações e características sobre o AHP e descreve todo processo matemático necessário para identificação da taxa de consistência. Relata situações descritas por diversos autores sobre as dificuldades na realização dos julgamentos em pares bem como apresenta algumas das soluções propostas por estes autores visando auxiliar o julgamento paritário. Dois casos práticos, nos quais se testou o método do Julgamento Holístico, são apresentados como estudos de caso nos quais a construção da matriz de julgamentos se dá com o auxílio do método proposto. Estes estudos ajudaram a mostrar algumas das potencialidades desta ferramenta como o auxílio didático no ensino do AHP, rapidez na realização dos julgamentos paritários e redução da possibilidade de ocorrência de inconsistências por julgamentos realizados por avaliadores inexperientes.*

**Palavras chaves:** AHP; julgamento holístico; matriz de julgamento em pares.

#### **1. Introdução**

O AHP (*Analytic Hierachy Process*) é uma ferramenta que visa apoiar a tomada de decisão quando há múltiplos critérios e alternativas a disposição. Tara-se do método multicritério mais utilizado no mundo (GOMES, 2007). Wallenius et al (2008) destaca que o AHP é o método com o maior número de artigos publicados em periódicos científicos. Saaty (2013) apresenta alguns dos usos do AHP como em decisões militares, de alta gerência em diversas empresas, estudos sobre economia e mesmo em conflitos entre nações. Apesar de sua popularidade o AHP apresenta dificuldades na construção de julgamentos aos que se iniciam no estudo do método, bem como para gestores mais experientes. Estes julgamentos são feitos par a par confrontando um item a seus pares em uma matriz de julgamentos. Distorções e erros nesta etapa ocorrem com frequência com relatam Lootsma (1996), Gomes (2007), dentre outros autores. A proposta de julgamento holístico cria uma primeira regra de atribuição de pesos que posteriormente é confrontada em fórmulas que visam

estabelecer um parâmetro de julgamento consistente, agilizam a construção de todo o processo e, conseqüentemente, apoiam a tomada de decisão.

## 2. O AHP

O AHP foi apresentado pelo artigo *A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures* (Método da Escala para Prioridades em Estruturas Hierárquicas) do matemático Thomas L. Saaty em 1977, sendo posteriormente, em 1980, denominado de *Analytic Hierarchy Process* (AHP – Método da Análise Hierárquica) (SAATY, 1980).

Segundo Vargas (2010) “AHP é uma técnica estruturada para tomada de decisão em ambientes complexos em que diversas variáveis ou critérios são considerados para a priorização e seleção de alternativas ou projetos”.

O AHP é classificado como método de Auxílio à Decisão por Múltiplos Critérios, em inglês: *Multiple Criteria Decision Aid* (MDCA), Também é referenciado como um método *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM). Segundo Salomon (2004) estes métodos “são aplicados em situações em que se necessita da análise de múltiplos (dois ou mais) critérios, ou múltiplos atributos”.

Nunes Junior (2006) destaca que “o AHP ajuda o tomador de decisão a enxergar melhor seu problema, mas não elimina a necessidade do apoio de especialistas fornecendo informações para complementar o cenário a ser analisado pelo tomador de decisão”.

Um dos principais atributos do AHP é sua capacidade de confrontar em uma análise aspectos quantitativos e qualitativos. Como aspectos quantitativos e tangíveis, mais facilmente mensuráveis podemos considerar fatores como redução de custos, capacidade de aumento da produção, dentre outros. Já os fatores intangíveis e qualitativos podem envolver aspectos psicológicos, da percepção de cada um, tais como *status*, reputação, preferências pessoais, dentre outros. O AHP consegue confrontar estes aspectos, sempre pautados em julgamentos e na utilização de uma escala fundamental tornando possível a integração destes múltiplos aspectos na tomada de decisão.

### 2.1. Estrutura e passos de utilização

O AHP é estruturado através de uma árvore de decisão onde a estrutura hierárquica apresenta os seguintes componentes:

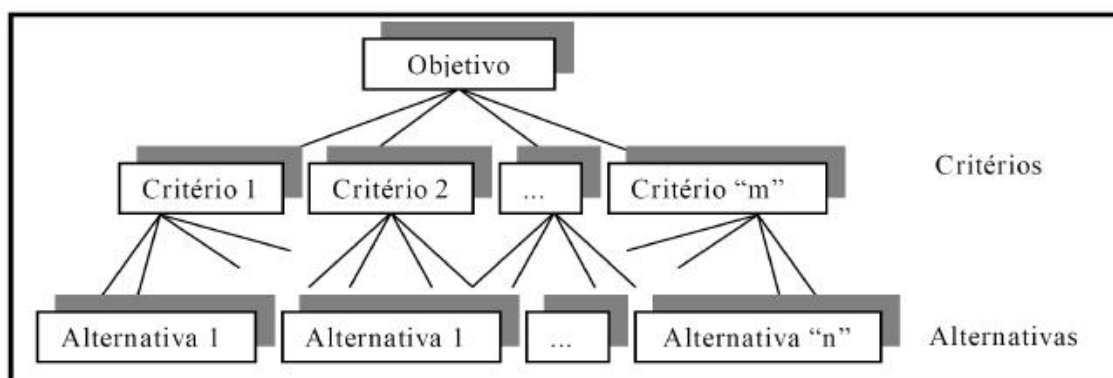
- **Objetivo:** Representa a meta, o projeto a ser realizado;
- **Critérios:** Os critérios apoiam a decisão possibilitando atingir o objetivo.

Conforme cita Retchless (2005): “Estes critérios podem ser subdivididos em subcritérios. Estes são importantes para identificar os critérios que são absolutamente necessários para definir adequadamente todos os aspectos relevantes e importantes do problema”.

- **Alternativas:** Representam as opções existentes e que serão avaliadas na busca pela melhor dentre estas.

A Figura 1 exibe um exemplo de árvore de decisão:

Figura 1 - Árvore de decisão da estrutura hierárquica do AHP



Fonte: Marins, Souza, Barros (2009)

## 2.2. O processo de modelagem e decisão no AHP

Retchless (2005) observa que:

A maioria das decisões seguem livremente quatro passos fundamentais: Identificar o problema, desenvolver alternativas, avaliar alternativas, e implementar a melhor alternativa. Destas quatro etapas, a avaliação das alternativas é sem dúvida o mais importante e, portanto, exige mais atenção durante o processo de tomada de decisão.

Saaty (2008) elenca o processo para decompor a decisão no AHP. Chan (2004) apresenta e atribui importância a um último passo: “Calcular o índice de consistência (IC). Se não for satisfatório, refazer julgamentos”. Estas etapas são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Processo para decompor a decisão no AHP – 5 passos

Passo	Execução
1	Definir o problema e determinar o tipo de conhecimento procurado.
2	Estruturar a hierarquia de decisões a partir do topo, com o objetivo da decisão, nos níveis intermediários (critérios para os quais os elementos subsequentes dependem), para o nível mais baixo (que é geralmente um conjunto de alternativas).
3	Construir um conjunto de matrizes de comparação de pares.
4	Usar as prioridades obtidas das comparações para pesar as prioridades no nível imediatamente abaixo e obter sua prioridade total ou global. Continuar o processo de comparação entre critérios e entre alternativas.
5	Calcular o índice de consistência (IC). Se não for satisfatório, refazer julgamentos

Fonte: Adaptado de Saaty (2008) e Chan (2004)

### 2.3. Peso das preferências nas hierarquias

A Matriz de comparação em pares, ou paritárias, (também chama de matriz de julgamentos) é construída a partir da comparação entre dois itens, entre os critérios existentes bem com entre as alternativas disponíveis. O peso atribuído a critérios e alternativas é determinante na decisão apontada pelo método. A Figura 2 evidencia a influência que as preferências do tomador de decisão exercem através dos pesos atribuídos nos julgamentos.

Figura 2 – Influência dos pesos dos julgamentos na decisão



Fonte: Nunes Junior (2006)

### 2.4. A escala fundamental

A Escala fundamental de números absolutos também conhecida por escala Saaty, é apresentada no Quadro 2. Mais do que uma escala numérica, baseia-se em aspectos psíquicos que justificam a atribuições de pesos nos julgamentos (1 a 9) e a utilização de níveis de importância, exceto o numeral um, que é utilizado quando dois critérios ou alternativas apresentam importância idêntica na avaliação e tomada de decisão. Trata-se, portanto, de uma escala verbal (definindo os pesos) que se apoia em uma escala cardinal (que denota a intensidade dos pesos) facilitando assim a verificação da melhor alternativa existente.

Quadro 2 – Escala fundamental de números absolutos

Intensidade da importância	Definição	Explicação
1	Igual Importância	Ambos os itens (critérios ou alternativas) contribuem igualmente para atingir o objetivo
2	Importância ligeiramente superior	
3	Importância Moderada	Experiência e julgamento favorecem ligeiramente um item (critérios ou alternativas) sobre o outro
4	Mais moderada	
5	Forte Importância	Experiência e julgamento favorecem fortemente um item sobre o outro
6	Mais Forte	
7	Importância Muito forte	Um item é muito fortemente favorecido em detrimento de outro; sua dominância é demonstrada na prática
8	Muito mais forte	
9	Importância absoluta ou extrema importância	A evidência favorecendo uma atividade sobre a outra é da mais alta ordem possível de afirmação
n,1 a n,9	Quando as atividades são muito próximos um decimal é adicionado a 1 para mostrar a sua diferença, conforme apropriado	Comparar duas atividades estreitas, favorecendo a maior com o acréscimo de decimais
Recíprocos	Valores inversos aos pesos de julgamentos: (1/n) onde “n” é o peso atribuído	Suposição lógica

Fonte: Saaty (2013)

## 2.5. A comparação em pares, formação da matriz de comparação paritária

Saaty (1980) observa que “a hierarquia em si não é uma poderosa ferramenta no processo de tomada de decisão, uma vez que simplesmente representa as relações entre os diferentes critérios e subcritérios de um problema.” A importância de critérios, subcritérios, e alternativas é obtida através de comparações em pares. Estas comparações geram o valor numérico conforme interpretação da tabela fundamental. O Quadro 3 exemplifica a aplicação e construção da matriz paritária, ou matriz de julgamentos.

Quadro 3 – Matriz de comparação paritária ou matriz de julgamentos

	Critério A	Critério B	Critério C	Critério D
Critério A	1	2	3	5
Critério B	1/2	1	2	4
Critério C	1/3	1/2	1	3
Critério D	1/5	1/4	1/3	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

### 2.5.1. Interpretação dos julgamentos

Os julgamentos são feitos comparando o elemento linha aos pares respectivos nas colunas. Segundo o exemplo descrito no Quadro 3 vemos que o critério “A” é superior ao critério “B” com uma importância ligeiramente superior. Apresenta importância moderada em relação ao critério “C” e forte importância quando comparado ao critério “D”. As mesmas análises podem ser observadas quando se comparam os demais critérios entre eles. As células de julgamento em tom de cinza mais forte retratam a comparação entre os mesmos critérios, por isto recebem peso 1 no julgamento (igual importância). As células em tom cinza mais claro representam os julgamentos recíprocos, ou seja, valores apresentados de forma inversa ao peso atribuído na avaliação. Trata-se de uma suposição lógica: Se o critério “A” é cinco vezes mais importante que o critério “D”, então o critério “D”, quando comparado ao critério “A”, apresentará um quinto da força deste.

### 2.6. Índice de consistência (IC)

#### 2.6.1. Normalização da matriz de julgamentos

Os julgamentos paritários precisam ser normalizados visando à obtenção do Índice de Consistência (IC). Partindo-se do Quadro anterior, os Quadros 4 e 5 evidenciam a normalização, que será obtida pela divisão dos valores dos pesos de julgamento sobre o total apurado para cada coluna:

Quadro 4 – Totalizações das colunas, para normalização

	Critério A	Critério B	Critério C	Critério D
Critério A	1	2	3	5
Critério B	½	1	2	4
Critério C	1/3	1/2	1	3
Critério D	1/5	1/4	1/3	1
TOTAL	2,03	3,75	6,33	13

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Obtidos os totais, os valores dos pesos individuais serão normalizados pela divisão de cada peso pelo total encontrado por coluna.

Quadro 5 – Normalização dos julgamentos

	Critério A	Critério B	Critério C	Critério D
Critério A	$1 / 2,03 = 0,493$	$2 / 3,75 = 0,533$	$3 / 6,33 = 0,474$	$5 / 13 = 0,385$
Critério B	$1/2 / 2,03 = 0,246$	$1 / 3,75 = 0,267$	$2 / 6,33 = 0,32$	$4 / 13 = 0,308$
Critério C	$1/3 / 2,03 = 0,163$	$1/2 / 3,75 = 0,133$	$1 / 6,33 = 0,158$	$3 / 13 = 0,231$
Critério D	$1/5 / 2,03 = 0,099$	$1/4 / 3,75 = 0,067$	$1/3 / 6,33 = 0,053$	$1 / 13 = 0,077$

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

#### 2.6.2. Vetor de Eigen

“A determinação da contribuição de cada critério na meta organizacional é calculada a partir do vetor de prioridade ou vetor de Eigen. O vetor de Eigen apresenta os pesos relativos entre os critérios e é obtido de modo aproximado através da média aritmética dos valores de cada um dos

critérios” (VARGAS, 2010). O Quadro 6 apresenta o cálculo do vetor para cada um dos critérios em análise.

Quadro 6 – Cálculo do Vetor de Eigen

Critério A	$(0,493+0,533+0,474+0,385)/4 = 0,47$
Critério B	$(0,246+0,267+0,32+0,308)/4 = 0,29$
Critério C	$(0,163+0,133+0,158+0,231)/4 = 0,17$
Critério D	$(0,099+0,067+0,053+0,077)/4 = 0,07$

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

O resultado dos vetores pode ser interpretado como a participação percentual de cada item avaliado representando a importância percentual de cada item, sendo relevante na avaliação realizada pelo método AHP.

### 2.6.3. Número principal de Eigen

O número principal de Eigen é obtido através da somatória do produto de cada elemento do vetor de Eigen, conforme cálculos no Quadro 6 anterior, multiplicados pelo total de cada coluna calculado na Matriz de Julgamentos (Quadro 4). Considerando os valores apresentados, teremos:  $(0,47 * 2,03) + (0,29 * 3,75) + (0,17 * 6,33) + (0,07 * 13) = 4,03$ .

### 2.6.4. Índice de consistência e taxa de consistência

O índice de consistência é obtido, conforme Saaty (2013), pela seguinte Equação:

$$CI = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1}$$

Onde:

CI: Índice de Consistência, do inglês *Consistency Index*

$\lambda_{Max}$  (Letra Grega Lambda): Maior auto vetor da matriz, equivalente ao número principal de Eigen

n: número de critérios da matriz

Considerando nosso exemplo teremos:

$$\frac{4,03 - 4}{4 - 1} = 0,01$$

O valor obtido como Índice de Consistência (CI) será utilizado na obtenção da Taxa de Consistência, do inglês *Consistency Ratio* (CR). será determinada pela razão entre o CI e o índice de consistência aleatória (RI). “A matriz será considerada consistente se a razão for menor que 10%”. (VARGAS, 2010). A Consistência, apontada pelo resultado igual ou menor que 0,10 (10%), é

recomendada. O valor de RI pode ser observado através de um quadro com valores fixos usados como referência e calculados em laboratório. Os valores RI são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 – 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

Fonte: Saaty (2008).

Teremos, portanto:

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

Como no exemplo em análise, há quatro critérios, logo N indica que para este valor o RI utilizado será 0,9.

Portanto:  $CR = 0,01 / 0,9 = 0,01111$

Como o valor apresentado é inferior a 0,1 a matriz de julgamentos é consistente.

O processo de julgamentos e cálculos para a obtenção do índice de consistência da matriz, que neste exemplo pautou-se em critérios, deve ser realizado para os julgamentos e análise das alternativas que estiverem à disposição no projeto em avaliação.

## 2.7. A importância dos julgamentos em pares

O processo de julgamentos paritários é fundamental para o sucesso de uma análise através do AHP. Julgamentos adequados garantem não só a consistência como a correta influência do resultado da análise. Se pesos distorcidos são sugeridos é possível, além da inconsistência, ocorrer à indicação de uma alternativa inadequada.

A dificuldade na elaboração de julgamentos é descrita por vários autores como Lootsma (1996) (apud Gomes et al, 2002) e Gomes (2007) que relatam a dificuldade na conversão de comparações linguísticas em comparações numéricas, citando este fato “como uma inconsistência imposta pela escala linear de 1 a 9”. Nunes Junior e Chamon (2006) relatam que “o grande problema percebido (em pesquisa que realizaram) foi a dificuldade de se manter uma noção de grandeza no julgamento de critérios tão abstratos e diferenciados. Esta dificuldade obriga o tomador de decisão a refletir, buscando referências de proporção em seus julgamentos”. Campos e Ribeiro (2003) relatam em estudo que “mesmo em julgamentos baseados em apenas um critério e algumas alternativas, alguns julgadores tiveram dificuldade de compreensão daquilo que estavam julgando”.

A fim de sanar tais dificuldades alguns autores têm proposto modelos de formulários que visam facilitar o processo de julgamento paritário: Retchless (2005) apresenta os julgamentos



realizados, par a par, sempre considerando a imediata aplicação dos valores recíprocos. Após os julgamentos em pares a Tabela matriz geral é apresentada. Um processo desnecessário quando se utilizam softwares específicos. Nunes Junior (2006) sugere uma tabela denominada Gráfico de Controle dos Julgamentos, nos quais os itens avaliados são julgados dois a dois sempre em relação ao nível acima, conforme visto na Figura 2.

Figura 2 – Gráfico de controle de julgamentos

Critério Nível Acima: .....

Critérios (julgados dois a dois em relação ao acima)	Julgamentos								
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º

Fonte: Nunes Junior (2006)

Pereira (2010) observa que questionários podem ser utilizados para comparação par a par, conforme exemplo na Figura 3:

Figura 3 – Modelo de questionário para comparação par a par

	Absoluta	M. grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	M. grande	Absoluta	
A		X								B
A						X	X			C
B									X	C

Fonte: Pereira (2010)

Formulários e questionários são de grande auxílio na realização dos julgamentos paritários, no entanto a limitação da comparação em pares impede muitas vezes que todo o conjunto de itens avaliados (critérios e alternativas) seja considerado. A proposta de julgamento holístico, apresentada a seguir, visa contribuir para maior facilidade e rapidez tanto na construção da matriz de julgamentos paritários como a auxiliar o tomador de decisão a ter uma visão mais completa do projeto em análise.

### 3. Avaliação holística e atribuição de pesos

Holístico significa “compreensão da realidade em totalidades integradas. Um adjetivo para aquele que defende uma visão integral e um entendimento geral dos fenômenos” (PRIBERAN, 2013). Holismo vem do grego *holos* que quer dizer inteiro, ou todo. Portanto, o julgamento holístico

é um julgamento que faz a observação a partir do todo. No processo sugerido são atribuídos pesos a todos os critérios ou alternativas, preferencialmente, em um único momento após uma avaliação dos itens utilizados para apoiar a tomada de decisão.

O julgamento de forma holística utiliza-se da escala baseada na escala fundamental de números absolutos, alterando apenas a escala verbal e cardinal para o numeral um. Ou seja, se na escala fundamental este ganha sentido de igualdade na contribuição para a tomada de decisão, ao se aplicar uma avaliação holística passa-se a interpretá-lo como peso de um item menos importante, entre os itens avaliados, sejam critérios ou alternativas. Tal situação é posteriormente “corrigida” quando aplicada a fórmula de interpretação de julgamentos dos pares estabelecendo assim, novamente a função verbal que cabe ao número um na escala fundamental de números absolutos. O Quadro 8 elenca a escala ajustada para apoio dos julgamentos holísticos de critérios e alternativas no AHP:

Quadro 8 - Escala fundamental ajustada para julgamento holístico

Intensidade da importância	Definição
1	Baixa importância (ajuste na escala nominal para facilitar o julgamento holístico)
2	Importância ligeiramente superior
3	Importância moderada
4	Mais moderada
5	Forte importância
6	Mais forte
7	Importância muito forte
8	Muito mais forte
9	Importância absoluta ou extrema importância
n,1 a n,9	Quando as atividades são muito próximos um decimal é adicionado a 1 para mostrar a sua diferença, conforme apropriado

Fonte: Elaborado pelo autor (2014), adaptado da Escala Fundamental

No uso do julgamento holístico não há necessidade de se considerar os valores recíprocos. Os mesmos serão obtidos para utilização da matriz de julgamentos através da aplicação das fórmulas descritas a seguir. São estas fórmulas que visam auxiliar o julgador na construção dos julgamentos paritários.

### 3.1. Fórmula de atribuição de julgamentos

$$SE RJ > j \therefore (RJ - j) + 1$$

$$SE_{RJ} < j \therefore 1/[j - RJ + 1]$$

Onde:

RJ: Referência de julgamento (elemento linha na matriz de comparação paritária)

j: Julgado (elemento coluna na matriz de comparação paritária)

A verificação do maior, entre Referência de julgamento e Julgado, é necessária para se evitar valores negativos. O ajuste final “+ 1” estabelece, novamente, o valor “1” como valor de igualdade de contribuição, conforme a escala Saaty. Tais fórmulas têm por objetivo sugerir ao avaliador os pesos das comparações paritárias. Há a liberdade para alterações, tanto nos valores de julgamento holístico, como nos pesos sugeridos pelas fórmulas. Esta liberdade deve ser considerada como um postulado no processo de construção dos julgamentos, pautando-se pela observação mais cautelosa dos tomadores da decisão.

### **3.2. Passos na utilização do julgamento holístico**

A atribuição de pesos no processo de julgamento holístico é realizada considerando todos os itens (critérios e alternativas) a serem utilizados no método, atribuindo-se a eles um peso conforme a escala fundamental modificada (Quadro 8). Há três etapas a serem observadas:

- 1 – Atribuir peso (importância) aos itens;
- 2 – Utilizar as fórmulas para construção dos julgamentos na matriz de julgamentos paritários;
- 3 – Proceder às análises de consistência e verificação da melhor alternativa.

Portanto deve se dispor, lado a lado, cada um dos critérios a serem utilizados na árvore de decisão, e atribuí-los um valor de 1 a 9 conforme a importância de cada item frente aos demais. O mesmo processo para os subcritérios e para todas as alternativas a serem avaliadas. No caso de subcritérios e alternativas o julgamento holístico deve ser norteado pela força de cada um destes itens dentro do critério avaliado. Desta forma as matrizes de comparação serão construídas pelas fórmulas de atribuição de julgamentos confrontando, par a par, cada elemento e formando nestes cálculos os pesos atribuídos no julgamento holístico.

## **4. Testes realizados**

A fim de conhecer a aplicabilidade do método proposto, o mesmo foi submetido a alguns testes. Uma bateria de testes foi realizada com alunos do curso de ciências contábeis de uma faculdade privada na cidade de Guaratinguetá, interior de São Paulo. O AHP foi apresentado pela

primeira vez a estes alunos em uma primeira aula onde processo de julgamentos foi elaborado da forma convencional, o que gerou dúvidas e aparente dificuldade na compreensão e realização dos mesmos. Em um segundo momento o julgamento holístico é apresentado através da utilização de planilha eletrônica com fórmulas previamente estabelecidas de forma a facilitar a construção automática da matriz de julgamentos. Os testes realizados pautaram-se pelo princípio da busca por soluções em situações administrativas comuns ao dia a dia dos alunos que também são, em muitos casos, gestores e apoiadores de tomadas de decisões nas empresas em que trabalham.

Uma importante observação feita durante o processo de desenvolvimento e análise revelou que quando o julgamento é feito por uma pessoa sem experiência com o AHP a atribuição de pesos “menores e sequenciais” torna mais fácil a assimilação de todo o processo de atribuição de importância a critérios e alternativas e a construção dos julgamentos, bem como auxilia na redução da inconsistência. Diante disto propôs-se aos julgadores, quando inexperientes, que considerassem valores próximos na escala de julgamentos, caso dos exemplos a seguir. Este processo dá mais confiança ao julgador inexperiente e facilita o aprendizado do AHP. Esta disposição de valores próximos pode, eventualmente, causar distorções. Diante disto fica a sugestão que o julgador reavalie seus julgamentos em um segundo instante, após já ter conhecimento e maior compreensão do processo e dos resultados possíveis, o que possibilita adequar valores atribuídos anteriormente.

A seguir apresentam-se dois casos práticos onde o julgamento holístico foi aplicado.

#### **4.1. Caso 1 – Escolha de um fornecedor de carnes**

O projeto apresentou como meta a escolha do melhor fornecedor de carne bovina. Neste projeto, em que foi aplicado o julgamento holístico, a avaliadora considerou quatro critérios como os mais importantes e norteadores do processo, todos atendendo a quatro fornecedores existentes. A avaliadora determinou “Garantia” e “Preço” como critérios mais importantes na avaliação, atribuindo, respectivamente, peso 5 e 4 a estes critérios. A seguir a “Durabilidade”, com peso 3, e “Garantia”, com peso 2, foram apresentados como importantes para apoiarem a construção do AHP. Os julgamentos, matrizes e cálculos foram elaborados em planilha eletrônica. A Figura 4 traz a cópia de parte desta planilha onde se define o objetivo e os critérios aplicáveis. A linha “Peso Atribuído” demonstra os valores que a julgadora determinou para cada critério listado acima. A matriz de julgamentos foi construída de forma automática, através de fórmulas do sistema, que foram adequadas conforme as fórmulas de atribuição de julgamentos. Os nomes dos fornecedores foram substituídos por letras.

Figura 4 – Julgamento holístico dos critérios

<b>OBJETIVO:</b>	<b>ESCOLHER MELHOR FORNECEDOR DE CARNE BOVINA</b>			
<b>CRITÉRIOS:</b>	<b>PREÇO</b>	<b>GARANTIA</b>	<b>QUALIDADE</b>	<b>DURABILIDADE</b>
<b>PESO ATRIBUÍDO</b>	4	2	5	3
<b>OPÇÕES</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>CRITÉRIOS</b>				
	<b>PREÇO</b>	<b>GARANTIA</b>	<b>QUALIDADE</b>	<b>DURABILIDADE</b>
<b>PREÇO</b>	1,00	3,00	0,50	2,00
<b>GARANTIA</b>	0,33	1,00	0,25	0,50
<b>QUALIDADE</b>	2,00	4,00	1,00	3,00
<b>DURABILIDADE</b>	0,50	2,00	0,33	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Os pesos atribuídos na matriz de julgamentos dos critérios, todos construídos pelas fórmulas de atribuição de julgamentos, mostraram-se consistentes apresentando como CR valor de 0,0146.

O julgamento holístico é também aplicado para cada uma das alternativas (Opções) existentes. Como descrito anteriormente nesta etapa foram construídas matrizes comparando todos os fornecedores tendo como norteador cada um dos critérios escolhidos. O avaliador neste caso é orientado a atribuir peso conforme a força do fornecedor diante dos demais, pautando-se pelo critério norteador. As Figuras 5 a 8 demonstram parte da planilha eletrônica utilizada no projeto, sendo a linha “Peso Atribuído” a representação da importância de cada fornecedor frente aos demais dentro dos critérios Preço (Figura 5), Garantia (Figura 6), Qualidade (Figura 7) e Durabilidade (Figura 8).

Figura 5 – Julgamento holístico das alternativas – critério preço

<b>CRITÉRIO</b>	<b>PREÇO</b>			
<b>OPÇÕES</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>PESO ATRIBUÍDO</b>	3,5	3	1	4
<b>OPÇÕES</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	1	1,5	3,5	0,66666667
<b>B</b>	0,66666667	1	3	0,5
<b>C</b>	0,285714286	0,33	1	0,25
<b>D</b>	1,5	2,00	4	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Os pesos atribuídos na matriz de julgamentos das alternativas para critério “peso”, todos construídos pelas fórmulas de atribuição de julgamentos mostraram-se consistentes apresentando como CR valor de 0,0087.

Figura 6 – Julgamento holístico das alternativas – critério garantia

CRITÉRIO	GARANTIA			
OPÇÕES	A	B	C	D
PESO ATRIBUÍDO	1	1	1	1
OPÇÕES	A	B	C	D
A	1	1	1	1
B	1	1	1	1
C	1	1	1	1
D	1	1	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Os pesos atribuídos na matriz de julgamentos das alternativas para critério “garantia”, todos construídos pelas fórmulas de atribuição de julgamentos mostraram-se consistentes apresentando como CR valor de 0,00. Neste julgamento a gestora acabou por constatar que todos os fornecedores dispuseram de iguais condições de garantias, diante disto a mesma optou por manter o critério e igualar todos os fornecedores na mesma pontuação.

Figura 7 – Julgamento holístico das alternativas – critério qualidade

CRITÉRIO	QUALIDADE			
OPÇÕES	A	B	C	D
PESO ATRIBUÍDO	3	4	5	2
OPÇÕES	A	B	C	D
A	1	0,5	0,33333333	2
B	2	1	0,5	3
C	3	2	1	4
D	0,5	0,33333333	0,25	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Os pesos atribuídos na matriz de julgamentos das alternativas para critério “Qualidade”, todos construídos pelas fórmulas de atribuição de julgamentos mostraram-se consistentes apresentando como CR valor de 0,014.

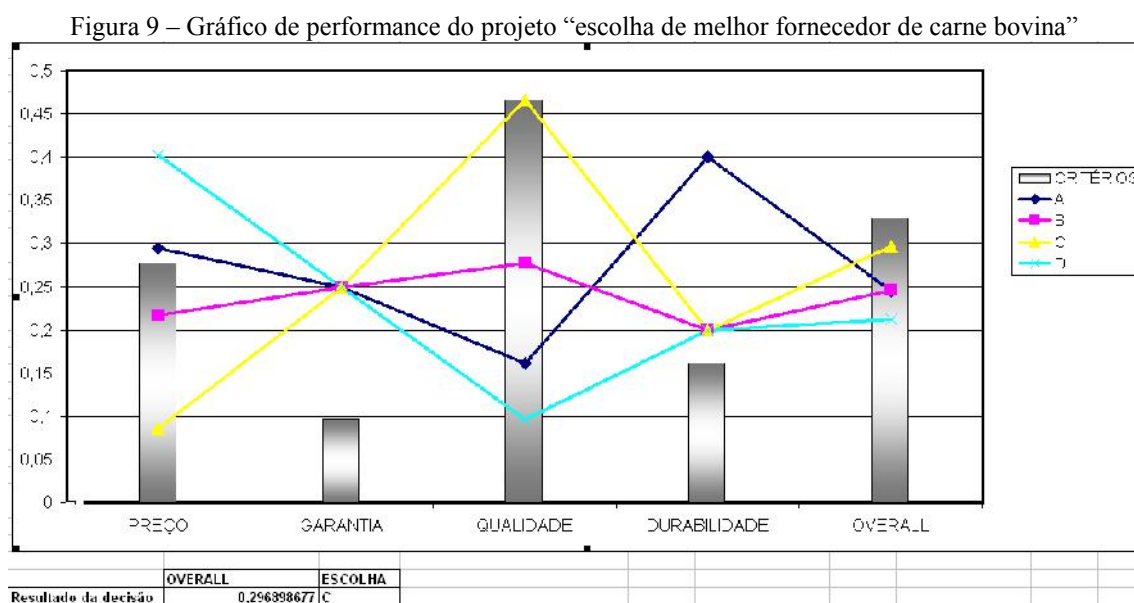
Figura 8 – Julgamento holístico das alternativas – critério durabilidade

CRITÉRIO	DURABILIDADE			
OPÇÕES	A	B	C	D
PESO ATRIBUÍDO	4	3	3	3
OPÇÕES	A	B	C	D
A	1	2	2	2
B	0,5	1	1	1
C	0,5	1	1	1
D	0,5	1	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Os pesos atribuídos na matriz de julgamentos das alternativas para critério “durabilidade”, todos construídos pelas fórmulas de atribuição de julgamentos mostraram-se consistentes apresentando como CR valor de 0,00.

A planilha eletrônica usada para os cálculos permitiu gerar o Gráfico de performance (Figura 9). A análise realizada aponta como melhor opção a alternativa Fornecedor C.



Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

#### 4.2. Caso 2 – Contratação de serviços de engenharia

O Objetivo determinado neste caso é a contratação de serviços de engenharia. Neste projeto, em que foi aplicado o julgamento holístico, os avaliadores consideraram também quatro critérios como os mais importantes e norteadores do processo. Todos atendendo a quatro fornecedores existentes. Os avaliadores determinaram “Preço dos serviços”, “Técnica na execução”, “Prazos de entrega” e “retorno sócio-ambiental obtido com a obra” como critérios de avaliação, atribuindo, respectivamente, pesos 4, 3, 2 e 1. Como observado anteriormente, em virtude da falta de experiência com o AHP, os avaliadores seguiram o conselho de considerar pesos próximos na construção do modelo. Os nomes dos fornecedores foram substituídos por letras. As Figuras 10 a 14 elencam os julgamentos e matrizes construídas.

Figura 10 – Julgamento holístico dos critérios

OBJETIVO:	Contratação de serviço de engenharia.			
CRITÉRIOS:	Preço	Técnica	Prazo	Retorno Sócio-ambiental
PESO ATRIBUÍDO	4	3	2	1
OPÇÕES	A	B	C	D
CRITÉRIOS	Preço	Técnica	Prazo	Retorno Sócio-ambiental
Preço	1,00	2,00	3,00	4,00
Técnica	0,50	1,00	2,00	3,00
Prazo	0,33	0,50	1,00	2,00
Retorno Sócio-ambiental	0,25	0,33	0,50	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)



Os pesos atribuídos na matriz de julgamentos dos critérios, todos construídos pelas fórmulas de atribuição de julgamentos mostraram-se consistentes apresentando como CR valor de 0,0146.

Figura 11 – Julgamento holístico das alternativas – critério preço

CRITÉRIO	Preço			
OPÇÕES	A	B	C	D
PESO ATRIBUÍDO	1	3	2	4
OPÇÕES	A	B	C	D
A	1	0,33333333	0,5	0,25
B	3	1	2	0,5
C	2	0,50	1	0,33333333
D	4	2,00	3	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Os pesos atribuídos na matriz de julgamentos das alternativas para critério “preço”, todos construídos pelas fórmulas de atribuição de julgamentos mostraram-se consistentes apresentando como CR valor de 0,0146.

Figura 12 – Julgamento holístico das alternativas – critério técnica

CRITÉRIO	Técnica			
OPÇÕES	A	B	C	D
PESO ATRIBUÍDO	3	4	1	2
OPÇÕES	A	B	C	D
A	1	0,5	3	2
B	2	1	4	3
C	0,33333333	0,25	1	0,5
D	0,5	0,33333333	2	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Os pesos atribuídos na matriz de julgamentos das alternativas para critério “técnica”, todos construídos pelas fórmulas de atribuição de julgamentos mostraram-se consistentes apresentando como CR valor de 0,0146.

Figura 13 – Julgamento holístico das alternativas – critério prazo

CRITÉRIO	Prazo			
OPÇÕES	A	B	C	D
PESO ATRIBUÍDO	2	1	4	3
OPÇÕES	A	B	C	D
A	1	2	0,33333333	0,5
B	0,5	1	0,25	0,33333333
C	3	4	1	2
D	2	3	0,5	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)



Os pesos atribuídos na matriz de julgamentos das alternativas para critério “prazo”, todos construídos pelas fórmulas de atribuição de julgamentos mostraram-se consistentes apresentando como CR valor de 0,0146.

Figura 14 – Julgamento holístico das alternativas – critério retorno socioambiental

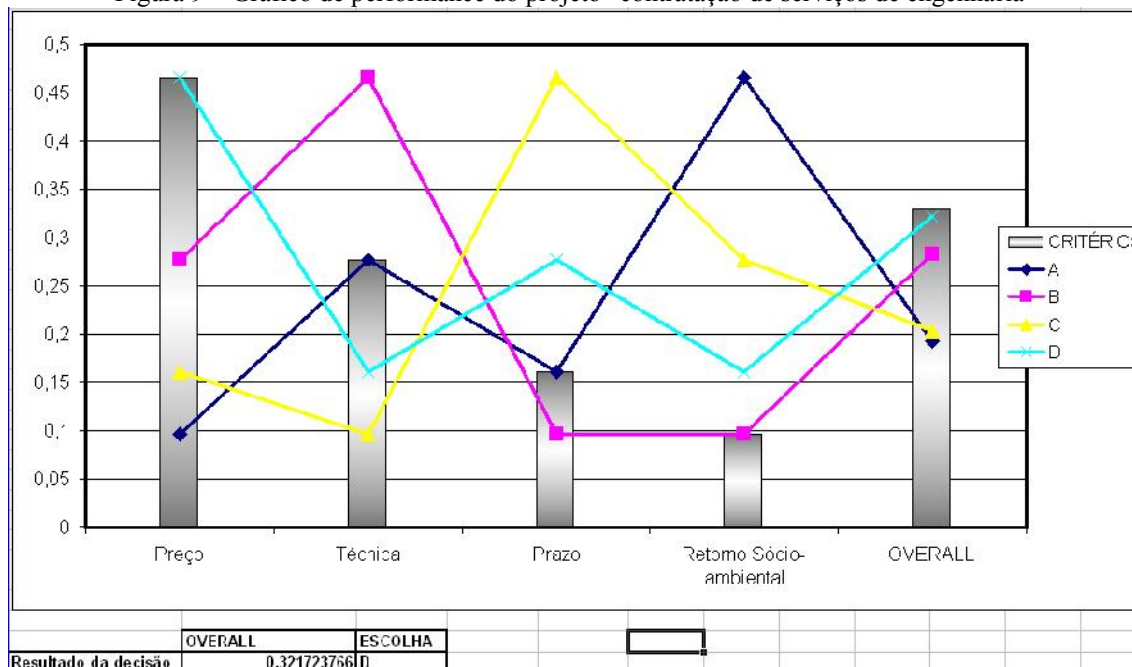
CRITÉRIO	Retorno Sócio-ambiental			
OPÇÕES	A	B	C	D
PESO ATRIBUÍDO	4	1	3	2
	A	B	C	D
A	1	4	2	3
B	0,25	1	0,33333333	0,5
C	0,5	3	1	2
D	0,33333333	2	0,5	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Os pesos atribuídos na matriz de julgamentos das alternativas para critério “Retorno sócio-ambiental”, todos construídos pelas fórmulas de atribuição de julgamentos mostraram-se consistentes apresentando como CR valor de 0,0146.

A planilha eletrônica usada para os cálculos permitiu gerar o Gráfico de performance (Figura 15). A análise realizada aponta como melhor opção a alternativa Fornecedor D.

Figura 9 – Gráfico de performance do projeto “contratação de serviços de engenharia”



Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

## 5. Conclusão

O método mostrou-se adequado quando aplicado ao AHP, tendo apresentado uma série de benefícios resultantes da agilidade e facilidade de compreensão do método. Observa-se como

Benefícios do julgamento holístico: Auxílio na visão do complexo de critérios e alternativas disponíveis. Desta forma o julgamento tende a ser influenciado por todas as peças dispostas; Ajuda a evitar inconsistências através da sugestão de pesos nas comparações pareadas. Como os itens julgados são postos lado a lado percebe-se que o processo evita distorções na comparação par a par, principalmente quando aplicada por iniciantes e estudantes do método. Destaque-se que não elimina totalmente a inconsistência, mas ajuda a contê-la. Destaque-se também que o processo sugere um valor para os julgamentos em pares, os mesmos podem ser revistos e ajustados pelo avaliador se assim for entendido como necessário; Auxílio no ensino do AHP. O método mostrou-se didático e facilitador do aprendizado, permite ainda que o processo seja construído em planilhas eletrônicas tornando a visão do processo mais clara, o que não ocorre na maioria dos *softwares* específicos. Observa-se a recomendação para iniciantes que na aplicação do julgamento holístico, estes devem optar por avaliar a importância de cada item com valores próximos na escala fundamental ajustada. Este fator tende a evitar a inconsistência e dá ao avaliador iniciante confiança que o ajuda a compreender melhor a utilização do AHP. Por fim, se este julgar necessário, pode refazer tanto os julgamentos holísticos como, eventualmente, alguns dos julgamentos sugeridos, de forma a adequar a matriz de julgamentos a realidade do projeto em análise. O Método pode ser aplicado em *softwares* específicos, no entanto, para atribuição dos julgamentos em pares em *softwares* existentes atualmente, o julgamento holístico deverá ser calculado manualmente.

## 6. Sugestão para pesquisas futuras

Sugere-se, para futuras pesquisas, que o método do julgamento holístico seja testado em processos mais complexos e por avaliadores mais experientes na utilização do AHP. Tal aplicação deverá ajudar a demonstrar limitações e outras potencialidades do julgamento holístico.

Sugere-se ainda a pesquisa e desenvolvimento de *software* que incorpore o processo de julgamento holístico. Pesquisas neste sentido podem tornar o uso destas ferramentas eletrônicas mais simplificado, sem, contudo dispensar a avaliação de especialistas nos temas e projetos que estejam sendo tratados.

### ***Abstract***

The present paper presents a method named Wholistic Assessment which aims to aid the construction of a pairwise comparison matrix used in AHP (Analytic Hierarchy Process). It describes the AHP and all the mathematical process required to identify the consistency ratio. Two practical examples where the proposed method was tested are presented as case studies in which the construction of the comparison matrix is afoot with its aid. These studies helped show some of the potential of this method as a tool to assist teaching in the learning process of the AHP, exercise

timely pairwise judgments and reduce the possibility of inconsistencies in decisions made by inexperienced appraisers.

**Key-words:** AHP; wholistic assessment; pairwise comparison matrix.

## Referências

- CAMPOS, R.; RIBEIRO, S. E. P. Considerações para o Emprego do método de análise hierárquica (AHP) em sistemas de custeio. In: ENCONTRO ANPAN 2002, 26., 2002, Salvador - BA. **Trabalhos Apresentados**. Salvador - BA: Anpad, 2002. p. 1 - 13.
- CHAN, A H.S., KWOK W.Y., DUFFY V. G. Using AHP for determining priority in a safety management system. **Industrial Management & Data Systems**, v. 104, n. 5, p 430–445, 2004. **crossref**
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de Decisão Gerencial** – Enfoque Multi critério. São Paulo: Atlas, 2002.
- GOMES, L. F. A. M. **Teoria da decisão**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2007. 116 p.
- MARINS, C. S; SOUZA, D. O; BARROS, M. S. O uso do método de análise hierárquica (ahp) na tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso. In: SBPO 2009, 41, 2009, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: UEM, 2009.
- NUNES JUNIOR, L. F.; CHAMON, M. A. Método AHP: pesquisa-ação na pequena empresa. In: SIMPEP, 13., 2006, Bauru - Sp. **Anais...** Bauru: Simpep, 2006. p. 1 – 12.
- NUNES JUNIOR, L. F. **Tomada de decisão com múltiplos critérios: Pesquisa-Ação sobre o Método AHP em Pequenas Empresas**. 2006. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão e Desenvolvimento Regional, Departamento de Economia, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2006.
- PEREIRA, R. A. **Aplicação do método AHP na redução de multas em empresas de telecomunicações**. 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2010.
- PRIBERAM (Brasil). **Priberam Dicionário da Língua Portuguesa**. 2013. Holístico. Disponível em: <<http://www.priberam.pt/dlpo/holístico>>. Acesso em: 24 jun. 2014.
- RETCHLESS, T. P. **Ranking u.s. army generals of the twentieth century using the group analytic hierarchy process**. 2005. 125 f. Tese (Doutorado) - Curso de Decision And Information Technologies, Department Of Decision And Information Technologies, University Of Maryland, Baltimore, 2005.
- SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. New York: McGraw-Hill,1980.
- SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal Of Services Sciences**, Pittsburgh, v. 1, n. 1, p.83-98, 01 jan. 2008. **crossref**
- SAATY, T. L. On the Measurement of Intangibles: A Principal Eigenvector Approach to Relative Measurement Derived from Paired Comparisons. **Notices: of the American Mathematical Society**, Providence, v. 60, n. 2, p.192-208, 01 fev. 2013.
- SALOMON, V. A. P. **Desempenho da modelagem do auxílio à decisão por múltiplos critérios na análise do planejamento e controle da produção**. 2004. 120 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- VARGAS, R. V. Utilizando a programação multicritério (analytic hierarchy process - ahp) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. In: PMI GLOBAL CONGRESS 2010, 2010, Washington. **Anais**. Washington: Pmi Global, 2010. p. 1 - 22.
- WALLENIUS, J., et al 2008. Multiple criteria decision making, multiattribute utility theory: recent accomplishments and what lies ahead. **Management Science**, 7, v. 54, p. 1336-1349, 2008.

**Dados do autor**

Nome completo: **Wagner da Costa Godoi**

Filiação institucional: Organização Guaratinguetá de Ensino (OGE)

União das Instituições Educacionais do Estado de São Paulo (UNIESP)

Função ou cargo ocupado: Professor

Endereço completo para correspondência: Av. Pedro de Toledo, 195 – Vila Paraíba – Guaratinguetá  
- SP, Brasil, CEP 12515 - 690

Telefones para contato: (12) 3123-3123 / (12)99775-3348

*e-mail:* [wagner\\_cgodoi@yahoo.com.br](mailto:wagner_cgodoi@yahoo.com.br)

***Submetido em: 03/07/2014***

***Aceito em: 11/11/2014***