

## **DECISÃO DA LOCALIZAÇÃO DO CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL UTILIZANDO O MÉTODO AHP**

Nathan Nogueira Freitas - (Universidade de Brasília - UnB) – nathan.nfreitas@gmail.com

### **Resumo**

A decisão da localização de instalações de órgãos públicos leva em consideração diversos fatores que impactam a sociedade. Assim, o presente trabalho apresenta uma análise dos fatores relevantes para tomada de decisão na escolha da nova sede do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU/BR). Da decisão baseia-se pela escolha de seis localizações, selecionadas com base nas restrições do projeto, definidos por uma equipe de especialistas, levando em consideração seis critérios: área disponível; custo de aquisição; distância; acessibilidade; maturidade do local e aspectos arquitetônicos. Nesse contexto, a sistemática baseada na aplicação do método da análise hierárquica (AHP) foi aplicada, indicando a melhor alternativa de localização da nova sede do CAU/BR, em função da análise paritária dos critérios estabelecidos.

**Palavras-Chaves:** Localização; AHP.

### **1. Introdução**

A utilização correta do dinheiro público, isenta de parcialidade, atendendo a sociedade de maneira equitativa, onde grande parcela da sociedade possa se beneficiar da ação dos gestores públicos, é um dos principais fatores de cobrança da população. (CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO, 2010).

Neste contexto, a construção de prédios públicos, que atendam à sociedade igualmente, garantindo maior eficiência e eficácias das ações, é uma das diretrizes mais complexas de serem alcançadas pelos agentes da tomada de decisão (SFREDO et. al, 2006).

Segundo Alves e Alves (2015) a decisão sobre a localização deve ser baseada em diversos aspectos como: fontes de insumo; clientes; fatores econômicos, sociais e ambientais. A localização ideal trará maiores benefícios a empresa, com a redução de custos e maximização dos serviços oferecidos aos clientes.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os fatores quantitativos e qualitativos relevantes na tomada de decisão relativo a escolha da localização do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, através da análise multicritérios.

A metodologia aplicada baseia-se no método de análise hierárquica (do inglês AHP – *Analytic Hierarchy Process*) que segundo De Carli et. al (2010) vem sendo amplamente utilizada na resolução de problemas multicritérios.

Neste trabalho, a utilização desta metodologia deve-se a escolha da localização com base em multicritérios. O problema da decisão na escolha de seis localidades levou em consideração seis atributos distintos.

Por gerar conhecimento para aplicação prática, o tipo de pesquisa adotado é de natureza aplicada. A abordagem da pesquisa é qualitativa, onde os estudos são analisados intuitivamente, sendo o processo e significado o foco principal da pesquisa. Quanto aos objetivos a pesquisa é exploratória, pois proporciona conhecimento por meio do problema por meio de pesquisas bibliográficas. Quanto aos procedimentos técnicos é uma pesquisa bibliográfica, pois é elaborada a partir da bibliografia presente e finalizada com o estudo de caso para validação do método.

Para facilitar o entendimento, este trabalho está dividido em cinco sessões, a seção 2 descreve as considerações a respeito da localização e base teórica para o entendimento do AHP. A seção 3 demonstra a aplicação do método na seleção da localização da sede do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil e na seção 4 tem-se a análise dos resultados desta pesquisa. Por fim, a seção 5 traz as conclusões desta pesquisa.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1 Localização de Instalações**

O estudo da análise espacial é fundamental na realização de uma gestão otimizada, tanto para indústria quanto para serviços, onde a localização ótima melhora o nível de serviço prestado e traz maior benefício social (SFREDO et. al, 2006)

Segundo Slack et al. (2009) a necessidade da definição de uma nova localidade poderia ser pautada por diferentes razões, como por exemplo: criação de uma nova empresa; ampliação da área de atuação, quando não é possível expandir a atual; mudança do local atual, com fechamento da atual estrutura e reabertura em outro local.

O foco da mudança de localização ainda diferente em relação as empresas públicas e privadas. Daskin (1995) apresenta uma diferenciação básica entre os objetivos, para o autor as empresas privadas têm o foco medido monetariamente, ao passo que organizações públicas os benefícios não monetários seriam levados em consideração. Assim, no setor público o

objetivo principal é a minimização de custos sociais e aumento da eficiência dos serviços, já o setor privado objetiva o aumento da receita (ROCHA, 2008).

Diversos são os fatores que influenciam sobre a localização ideal da instalação de trabalho. Alves e Alves (2015) destacam que os fatores mais significativos para indústrias são: disponibilidade de matéria-prima, energia elétrica, água, mão de obra, facilidades, qualidade de vida, serviços essenciais e proximidade com fornecedores e consumidores.

Para Ballou (2001) os critérios utilizados para localização de prestadoras de serviços são diferentes da localização industrial, por exemplo. Assim, critérios como disponibilidade de estacionamento, atitudes da comunidade, devem ser levados em consideração. Desta forma, a localização de serviços deverá levar ser feita através de uma lista de verificação ponderada, onde há a formulação de uma lista com fatores locais importantes, criando um índice através dos pesos dos fatores.

Neumann e Scalice (2015) reforçam os fatores citados anteriormente, porém os autores discutem que o objetivo das empresas prestadoras de serviços é tornar mais acessível os serviços a população, desta forma critérios como proximidade dos consumidores, características comerciais da localização, custo do espaço, facilidade de acesso, conveniência e outros fatores, poderiam ser utilizados na determinação da localização.

Por fim, vale destacar que diversos critérios podem ser utilizados para definição da localização, onde os critérios assinalados servem em maior parte como orientação para seleção da localização, visto que variam em função do setor produtivo ou ramo do negócio (NEUMANN; SCALICE, 2015).

## **2.2 Método de Análise Hierárquica (AHP)**

Segundo Costa (2006) a análise multicritérios busca a modelagem e solução de um problema com múltiplas opções, critérios e importâncias distintas, sendo constantemente usado no âmbito da tomada de decisão hierárquica.

O diferencial dos métodos multicritérios é o fato deste considerar diversos aspectos, avaliando as ações por um conjunto de critérios, sendo cada um uma função matemática que mede o desempenho de determinados aspectos (ENSSLIN, 2001).

O método AHP é um método de apoio a tomada de decisão com enfoque em multicritérios utilizada para quantificar os critérios e prover a resolução de conflitos (VARGAS, 1990). Assim, a utilização deste método possibilita a formulação de problemas incorporando

conhecimentos e julgamento, propondo uma solução otimizada para o problema (ALVES; ALVES, 2015).

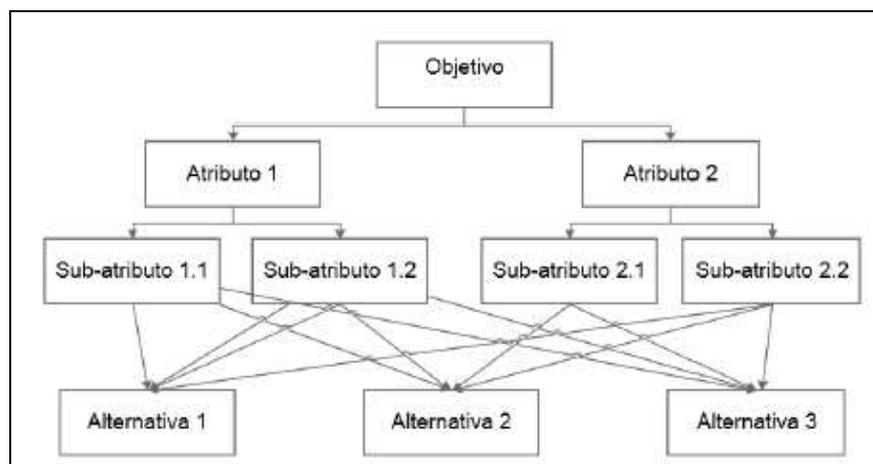
Iañez e Cunha (2006) destacam que a grande vantagem em utilizar o AHP é permitir aos usuários a atribuição de pesos para atributos múltiplos, ou múltiplas alternativas para um único atributo, comparando simultaneamente as propostas.

Devido a sua amplitude o AHP pode ser utilizado por pesquisadores, gestores públicos e empresários, podendo ser aplicado no planejamento estratégico, marketing, programas de qualidade e produtividade, além de fornecer estrutura para auxiliar gestores na análise de diversos fatores, como, por exemplo, na avaliação de distintas localizações (YANG; LEE, 1997).

Segundo Costa (2006) e Costa e Moll (1999), o AHP três princípios que sintetizam o pensamento multicritério.

1ºPrincípio – Estruturação do problema em hierarquias, com o modelo estruturado em hierarquias há melhor compreensão e avaliação do problema, permitindo estruturar as interações funcionais dos seus componentes e seus impactos no sistema total. Os elementos seguem uma distribuição hierárquica, demonstrado na figura 1, onde o topo da árvore encontra-se o objetivo geral do estudo, seguindo pelos critérios e subcritérios. Desta forma, esse arranjo possibilita uma visualização gráfica do problema, orientando especialistas sobre as comparações paritárias.

Figura 1 - Estrutura Hierárquica



Fonte: adaptado de Saaty e Vargas (2001)

2ºPrincípio – Definição de prioridades e julgamentos, os critérios são comparados par a par, a fim de obter a importância relativa entre eles.

Saaty e Vargas (2001) comentam que por meio das comparações as prioridades avaliadas no AHP obtêm características objetivas e subjetivas demonstrando a proporção de domínio de uma em relação a outra.

Bandeira et al. (2010) discutem que a obtenção de prioridades de forma interativa através de reuniões com equipes multicritério, para julgar e avaliar os critérios objetivos e subjetivos.

A intensidade dos julgamentos comparativos dos critérios pareados, segundo Saaty e Vargas (2001), podem ser obtidos de acordo com a tabela 1:

Tabela 1- Escala de Julgamentos

INTENSIDADE DE IMPORTÂNCIA	DEFINIÇÃO	EXPLICAÇÃO
1	Mesma importância	Os dois atributos contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância fraca de um sobre outro	A experiência e o julgamento favorecem levemente um atributo em relação ao outro.
5	Importância forte ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um atributo em relação ao outro.
7	Importância muito forte ou demonstrada	Um atributo é fortemente favorecido em relação ao outro; seu predomínio de importância é demonstrado na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece um atributo em relação ao outro com o mais alto grau de certeza.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de favorecimento entre duas definições.

Fonte: Saaty e Vargas (2001)

3º Princípio – Consistência Lógica, Taylor (2010) explica que o AHP é baseado em comparações paritárias entre alternativas diferentes. Desta forma, mesmo que os julgadores possuam conhecimento e experiência, podem ocorrer inconsistências no sistema, principalmente quando envolvem diversas comparações. Portanto, é essencial uma maneira de validar os dados, assegurando a consistência do sistema, de forma que um conjunto de ações paritárias.

O método AHP ainda calcula a Razão de Consistência (RC) dos julgamentos. A RC é calculada através da divisão entre o índice de consistência randômica (IR), obtido através da matriz de ordem “n”, com elementos não negativos, pelo índice de consistência (IC) obtido pela seguinte fórmula:  $IC = (b_{máx} - n1) / (n-1)$ , onde  $b_{máx}$  é o maior vetor da matriz de julgamentos. Em seu trabalho Saaty e Vargas (2001) indicam que o ideal seria um IC menor ou igual a 0,1, porém os autores salientam que isto é apenas uma regra geral, podendo variar dependendo da ocasião.

### 3. Aplicação do Método Decisório para Auxiliar na Seleção da Sede do CAU/BR

#### 3.1 Desenvolvimento do Estudo de Caso

Este estudo de caso foi desenvolvido com aplicação da metodologia no Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU/BR). Levando em consideração a melhoria das

condições de trabalho, a impossibilidade em ampliação do espaço atual e economia de recursos com a atual sede, este conselho propôs a mudança da localização da atual sede.

Por determinações legais e estruturais a nova localização deverá atender as seguintes premissas: localização no Plano Piloto (DF); fácil acessibilidade; área aproximada de 1.000m<sup>2</sup>; edificação de uso comercial; pavimentos contínuos; pagamento em curto prazo. Desta forma, para satisfazer as premissas, o CAU/BR criou uma comissão de prospecção imobiliária, formada por um corpo técnico qualificado, no qual identificou seis possíveis localidades para implantar a nova sede, que neste trabalho serão denominadas hipoteticamente de Localização 1; Localização 2; [...]; Localização 6.

Com base na literatura, disponível no item 2.1 deste trabalho, a equipe propôs um conjunto de atributos e subatributos a serem considerados no processo decisório, esses atributos estão relacionados na tabela 2:

Tabela 2 - Atributos e subatributos selecionados

Atributos	Subatributos
Área Disponível	Espaço disponível para locação
Custo de Aquisição	Valor total para aquisição da área
Distância	Distância dos colaboradores
	Distância dos hotéis
	Distância do Aeroporto de Brasília
Acessibilidade	Acessibilidade através do metrô, ônibus e carro
Maturidade Local	Presença de comércio local próximo e segurança
Aspectos Arquitetônicos	Paisagem e vista local e estrutura visual do ambiente

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Para melhor visualização do problema, foi construída uma árvore hierárquica representada na figura 2, onde o topo encontra-se o objetivo do CAU/BR, determinar o melhor local para a nova sede, seguida pelos seis atributos escolhidos.

Figura 2 - Árvore hierárquica de decisão



Fonte: elaborado pelo próprio autor

O processo matemático e lógico do AHP estabeleceu preferências hierárquicas para cada critério, ou seja, foi aplicado um modelo matemático para estabelecer os valores de cada subatributo e atributo para selecionar a opção que melhor atende ao critério, fazendo isso para cada localização e atributo selecionado. O passo seguinte foi determinar o peso de cada atributo pareando um com outro, a fim de obter o melhor valor para cada localidade.

Nos próximos tópicos serão discutidos os passos para atribuição das notas e avaliações paritárias de cada atributo.

### 3.1.1 Área Disponível

As áreas disponíveis para utilização dos ambientes foram obtidas através do estudo da planta baixa de cada local. A preferência neste caso é para a maior área possível, desta forma a avaliação paritária baseou-se nas áreas disponíveis de cada localização.

A tabela 3 apresenta a área disponível para ocupação de cada localização, nela é possível observar que a variação observa-se a variação entre cada localidade selecionado.

Tabela 3 - Área disponível de cada localização

<b>Área Disponível (m<sup>2</sup>)</b>	
<b>Localização 1</b>	1460
<b>Localização 2</b>	1449
<b>Localização 3</b>	1471
<b>Localização 4</b>	1034
<b>Localização 5</b>	1687
<b>Localização 6</b>	950

Fonte: elaborado pelo próprio autor

A tabela 4 demonstra os dados em uma matriz, seguindo a variação entre os valores obtidos anteriormente, nela quanto maior o valor obtido melhor é o nível de preferência entre a localização.

Tabela 4 - Comparação entre as áreas disponíveis

	<b>Área Disponível</b>					
	<b>Localização 1</b>	<b>Localização 2</b>	<b>Localização 3</b>	<b>Localização 4</b>	<b>Localização 5</b>	<b>Localização 6</b>
<b>Localização 1</b>	X	1	1	4	1/2	5
<b>Localização 2</b>	1	X	1	4	1/2	5
<b>Localização 3</b>	1	1	X	4	1/2	5
<b>Localização 4</b>	1/4	1/4	1/4	X	1/4	1
<b>Localização 5</b>	2	2	2	4	X	8
<b>Localização 6</b>	1/5	1/5	1/5	1	1/8	X

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Através das tabelas é possível verificar que a localização 6 obteve melhor avaliação nos critérios, pois sua área é 300 m<sup>2</sup> superior à média geral. A localização 6, apresentou o pior resultado, não sendo muito destoante a localização 4, por exemplo.

### 3.1.2 Custo de Aquisição

O segundo critério avaliado, custo de aquisição, levou em consideração o valor para quitação do imóvel. A preferência foi determinada através da avaliação dos pares, qualificando com melhor nota aquele que teve o menor valor. Destaca-se que a importância deste critério, tendo em vista o pré-requisito do projeto, pagamento em curto intervalo de tempo.

A tabela 5 traz os valores dos imóveis, já a tabela 6 avalia paritariamente as localizações, atribuindo pesos as mesmas.

Tabela 5 - Valor dos imóveis selecionados

<b>Valor do Imóvel (R\$)</b>	
<b>Localização 1</b>	R\$ 12.000.000,00
<b>Localização 2</b>	R\$ 18.218.644,82
<b>Localização 3</b>	R\$ 17.652.000,00
<b>Localização 4</b>	R\$ 12.792.000,00
<b>Localização 5</b>	R\$ 20.056.230,00
<b>Localização 6</b>	R\$ 14.000.000,00

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Tabela 6 - Comparação entre os custos de aquisição

	<b>Custo de Aquisição</b>					
	<b>Localização 1</b>	<b>Localização 2</b>	<b>Localização 3</b>	<b>Localização 4</b>	<b>Localização 5</b>	<b>Localização 6</b>
<b>Localização 1</b>	X	4	4	1	4	1
<b>Localização 2</b>	1/4	X	1	1/4	1	1/3
<b>Localização 3</b>	1/4	1	X	1/4	1	1/2
<b>Localização 4</b>	1	4	4	X	4	1
<b>Localização 5</b>	1/4	1	1	1/4	X	1/4
<b>Localização 6</b>	1	3	2	1	4	X

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Através das análises é possível constatar que a localização 1 obteve maiores notas, tendo em vista o menor valor obtido, essas notas porém não foram muito maiores que a localização 4 e a localização 6. A localização 5, apesar de ter sido muito bem avaliada no item anterior, obteve menor nota, tendo em vista o alto custo de aquisição.

### 3.1.3 Distância

No atributo distância três subatributos foram levados em consideração: distância dos colaboradores, distância dos hotéis e distância do aeroporto de Brasília. O primeiro

subatributo foi levado em consideração para aumentar a comodidade e diminuir o trânsito entre os entre o trabalho e residência dos funcionários deste conselho. O segundo e terceiro subatributo foram adicionados porque o CAU/BR realiza mensalmente reunião plenária com os conselheiros federais dos estados, além de realizar diversas reuniões das comissões profissionais, sendo necessário a localização estar próxima dos hotéis e do aeroporto, aumentando a comodidade e diminuindo os custos logísticos de transporte dos conselheiros.

O primeiro subatributo avaliado, distância dos colaboradores, foi feito através da média da distância entre cada colaborador com a localização selecionada, obtendo os resultados gerados na tabela 7.

Tabela 7 - Distância média dos colaboradores

Distância Média Colaboradores (km)	
Localização 1	18,3
Localização 2	18,4
Localização 3	19,7
Localização 4	17,5
Localização 5	22,2
Localização 6	19

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Com esses valores foi possível determinar a avaliação dos pares, entre as localizações, conforme a tabela 8.

Tabela 8 - Comparação entre as distâncias médias dos colaboradores

	Distância Média Colaboradores					
	Localização 1	Localização 2	Localização 3	Localização 4	Localização 5	Localização 6
Localização 1	X	1	2	1	4	1
Localização 2	1	X	1	1	4	1
Localização 3	1/2	1	X	1/2	3	1
Localização 4	1	1	2	X	5	2
Localização 5	1/4	1/4	1/3	1/5	X	1/3
Localização 6	1	1	1	1/2	3	X

Fonte: elaborado pelo próprio autor

O segundo critério avaliado, distância dos hotéis, foi levado sinalizada a distância da localização para o setor hoteleiro norte e sul, principal setor de hotéis da capital federal, contando com aproximadamente 50 hotéis nesta região, além de shopping, pontos de taxi e um vasto comércio local próximo. A tabela 9 exhibe os valores das distâncias médias entre os setores hoteleiros e as respectivas localizações, já a tabela 10 traz a análise par a par entre as localizações, com relação as distâncias.

Tabela 9 - Distância média setor hoteleiro

<b>Distância Média Setor Hoteleiro (km)</b>	
<b>Localização 1</b>	5,9
<b>Localização 2</b>	6,9
<b>Localização 3</b>	8,7
<b>Localização 4</b>	3,8
<b>Localização 5</b>	8
<b>Localização 6</b>	1

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Tabela 10 - Comparação entre as distâncias média dos hotéis

	<b>Distância dos Hotéis</b>					
	<b>Localização 1</b>	<b>Localização 2</b>	<b>Localização 3</b>	<b>Localização 4</b>	<b>Localização 5</b>	<b>Localização 6</b>
<b>Localização 1</b>	X	1	1	1	1	1/5
<b>Localização 2</b>	1	X	1	1	1	1/6
<b>Localização 3</b>	1	1	X	1/2	1	1/8
<b>Localização 4</b>	1	1	2	X	1	1/3
<b>Localização 5</b>	1	1	1	1	X	1/7
<b>Localização 6</b>	5	6	8	3	7	X

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Observa-se que a localização 6 obteve maior nota, já que a mesma apresenta a menor distância entre os setores hoteleiros, distância bem menor que a média geral de 6km. Destaca-se que o item 3 obteve pior classificação, pois apresentou maior distância em relação aos demais, porém esta classificação foi próxima a localização 5.

O último subatributo avaliado, no atributo distância, foi a distância das localizações e o aeroporto internacional Juscelino Kubitschek, localizado em Brasília. Na tabela 11 tem-se os valores das respectivas distâncias e a tabela 12 evidência os valores da avaliação paritária entre as localizações.

Tabela 11 - Distância média do aeroporto

<b>Distância Aeroporto (km)</b>	
<b>Localização 1</b>	7,2
<b>Localização 2</b>	6,5
<b>Localização 3</b>	6,5
<b>Localização 4</b>	13,5
<b>Localização 5</b>	19,8
<b>Localização 6</b>	13,3

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Tabela 12 - Comparação entre as distâncias médias do aeroporto

	Distância Aeroporto					
	Localização 1	Localização 2	Localização 3	Localização 4	Localização 5	Localização 6
Localização 1	X	1	1	2	3	2
Localização 2	1	X	1	2	3	2
Localização 3	1	1	X	2	3	2
Localização 4	1/2	1/2	1/2	X	2	1
Localização 5	1/3	1/3	1/3	1/2	X	2
Localização 6	1/2	1/2	1/2	1	1/2	X

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Observa-se que em geral as distâncias e a avaliação dos pares foram bem similares, isso porque os valores não foram muito destoantes a média geral de 11 km. A maior diferença observada foi entre a localização 5 e as localizações 2 e 3, por este motivo a avaliação entre essas localizações e a localização obtiveram maior diferença, porém esta diferença não foi muito expressiva.

### 3.1.4 Acessibilidade

A acessibilidade é um dos principais critérios a serem analisados, a atribuição dos pesos desse atributo foi feita através da análise qualitativa, de especialistas em arquitetura e urbanismo, levando em consideração três critérios: mobilidade do metrô, mobilidade de ônibus e mobilidade de automóvel. Para esses critérios os seguintes aspectos foram levados em consideração: proximidade com as estações do metrô, proximidade com paradas e linhas de ônibus para diversas localizações do Distrito Federal e entorno, proximidade dos colaboradores, estacionamento público entre as dependências e pontos de táxi nas proximidades.

Após estudo detalhado das áreas os seguintes resultados foram obtidos na comparação entre os pares:

Tabela 13 - Comparação entre as acessibilidades

	Acessibilidade					
	Localização 1	Localização 2	Localização 3	Localização 4	Localização 5	Localização 6
Localização 1	X	1	4	2	2	1/2
Localização 2	1	X	4	2	2	1/2
Localização 3	1/4	1/4	X	1/2	1/2	1/5
Localização 4	1/2	1/2	2	X	1	1/3
Localização 5	1/2	1/2	2	1	X	1/3
Localização 6	2	2	5	3	3	X

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Através da tabela 13 é possível observar que a localização 6 exibiu melhor performance em relação as demais, isso porque esta localização encontra-se bem próxima a rodoviária do Plano Piloto. Este fato proporcionou fácil acessibilidade em relação ao metrô, já que a estação

central encontra-se neste local, e de ônibus. Além disso, a área da localização 6 apresenta um grande estacionamento público nas proximidades. As localizações 1 e 2 também alcançou boas notas, isso porque localizam-se perto do metrô e ônibus, ademais têm facilidade em acessá-los de carro, porém com maiores restrições em relação ao estacionamento local, em relação a localização 6.

As localizações 4 e 5 apresentaram notas similares já que apresentavam as mesmas facilidades (proximidade com o metrô e ônibus), porém não havia fácil acesso de veículos, pela falta de estacionamento no local.

A localização pior avaliada foi a 3, já que a mesma não possui fácil acesso de metrô e ônibus, tornando muito difícil o acesso neste ponto.

### 3.1.5 Maturidade do Local

Da mesma forma do critério anterior, para este atributo foi levado em consideração a avaliação qualitativa dos especialistas, para isso levou-se em consideração a presença do comércio local e shopping center nas proximidades, e também de órgãos públicos.

Para julgar esses aspectos foi elaborado um mapa dos serviços disponíveis próximos, conforme figura 3.

Figura 3 - Comercio próximo as localizações



Fonte: elaborado pelo próprio autor

Através da medição dos fatores que impactam na maturidade do local foi estabelecido os valores da análise par a par das seis localizações, conforme tabela abaixo:

Tabela 14 - Comparação entre as maturidades

		Maturidade					
	Localização 1	Localização 2	Localização 3	Localização 4	Localização 5	Localização 6	
Localização 1	X	1/2	1	1/3	1/2	1/5	
Localização 2	2	X	2	1/2	1	1/2	
Localização 3	1	1/2	X	1/3	1/2	1/5	
Localização 4	3	2	3	X	2	1/2	
Localização 5	2	1	2	1/2	X	1/2	
Localização 6	5	2	5	2	2	X	

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Pela proximidade com vários shopping center e comércio local a localização 6 foi melhor avaliada. As restantes apresentaram notas bem próximas, já que em geral o comércio foi a mesma, com exceção da localização 4 que apresentou dois órgãos públicos próximos.

### 3.1.6 Aspectos arquitetônicos

O último atributo levado em consideração, aspectos arquitetônicos, justifica-se pela importância deste para o principal público, arquitetos e urbanistas, deste conselho. Assim como nos critérios anteriores, este atributo foi avaliado por arquitetos e urbanistas especialistas e abordou a estrutura do ambiente e visual do ambiente. Através da análise qualitativa destes itens, as seguintes ponderações paritárias foram feitas:

Tabela 15 - Comparação entre os aspectos arquitetônicos

		Aspectos arquitetônicos					
	Localização 1	Localização 2	Localização 3	Localização 4	Localização 5	Localização 6	
Localização 1	X	1	1/2	1/3	1/2	1/3	
Localização 2	1	X	1/2	1/3	1/2	1/3	
Localização 3	2	2	X	1/2	1	1/2	
Localização 4	3	3	2	X	2	1	
Localização 5	2	2	1	1/2	X	1/2	
Localização 6	3	3	2	1	2	X	

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Com os dados obtidos na Tabela 15 nota-se que as localizações 4 e 6 conseguiram melhores avaliações no atributo avaliado. As localizações 1 e 2 apresentaram as piores avaliações para os especialistas.

### 3.1.7 Preferência entre os critérios

Nos itens 3.1.1 a 3.1.6 foi possível estabelecer a preferência de cada atributo ou subatributo em relação as localidades selecionadas. O próximo passo foi determinar a preferência de cada atributo em relação ao outro.

Para isso, foi realizada uma entrevista com uma equipe de especialistas, a fim de obter as respectivas notas de cada critério. Essa equipe avaliou os valores em uma escala de 1 a 10, sendo 1 o com menor avaliação e 10 de melhor avaliação, conforme tabela 16.

Tabela 16 - Grau de preferência entre os critérios

<b>Grau de Preferências dos Critérios</b>	
<b>Área Disponível</b>	4
<b>Custo de Aquisição</b>	10
<b>Distância</b>	8
<b>Acessibilidade</b>	8
<b>Maturidade Local</b>	6
<b>Aspectos Arquitetônico</b>	4

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Com auxílio da tabela 16 foi possível gerar os valores da avaliação paritária entre os atributos escolhidos, disponível na tabela 17:

Tabela 17 - Comparação entre os critérios

	<b>Aspectos arquitetônicos</b>					
	<b>Área Disponível</b>	<b>Custo de Aquisição</b>	<b>Distância</b>	<b>Acessibilidade</b>	<b>Maturidade Local</b>	<b>Aspectos Arquitetônicos</b>
<b>Área Disponível</b>	X	1/6	1/5	1/5	1/3	1
<b>Custo de Aquisição</b>	6	X	2	2	4	6
<b>Distância</b>	5	1/2	X	1	3	5
<b>Acessibilidade</b>	5	1/2	1	X	3	5
<b>Maturidade Local</b>	3	1/4	1/3	1/3	X	3
<b>Aspectos Arquitetônico</b>	1	1/6	1/5	1/5	1/3	X

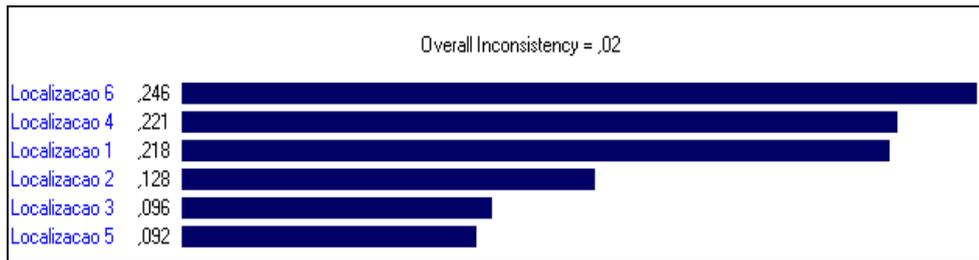
Fonte: elaborado pelo próprio autor

Portanto, através das tabelas 16 e 17 é possível inferir que o custo de aquisição é o critério de maior importância, seguindo por distância e acessibilidade. A definição das preferências reforçou as premissas do projeto.

#### 4. Análise dos resultados

A aplicação do método AHP, por meio do *software Expert Choice*, indicou como melhor alternativa a localização 6 para instalação da nova sede do CAU/BR, porém devida a quantidade de comparações, baseada em fatores quantitativos e qualitativos, é necessário verificar a consistência dos julgamentos paritários. Nesta etapa, foi extremamente útil a utilização do EC, pois este gera automaticamente o valor do grau de inconsistência geral, que foi de 0,02. Analogamente o sistema também calcula a inconsistência de todos os atributos e subatributos que foram menores que 0,03. Desta forma, observa-se que o grau de consistência é adequado ao obter valores menores que 0,1. Esses resultados estão dispostos conforme a figura 4.

Figura 4 - Localização selecionada



Fonte: elaborado pelo próprio autor

Através da análise, também é possível constatar que a posição das outras localizações em relação ao método da análise hierárquica e o peso atribuída as mesmas, auxiliando os gestores na tomada de decisão.

## 5. Conclusão

A aplicação do método de análise hierárquica, como ferramenta de suporte a decisão, resultou na indicação, por meio da ordem prioritária, da localização da futura sede do CAU/BR, o qual permitiu analisar os atributos e subatributos definidos por especialistas, em conformidade com a missão da empresa e do referencial teórico estudado. O estudo levou em consideração seis localizações, escolhidas com base nas premissas de projeto desenvolvida por uma comissão de prospecção mobiliária, e seis atributos principais com pelo menos um subatributo selecionado. Para cada atributo foi desenvolvido um nível de preferência, com base na escala de Saaty e Vargas (1991) para julgamentos comparativos. O software utilizado na análise, possibilitou uma verificação rápida e confiável do grau de consistência da análise, resultando e um grau satisfatório para análise para o modelo estudado. Em virtude dos resultados e das análises realizadas, o estudo indicou uma alternativa viável para instalação da nova sede desse conselho.

## 6. Referencial teórico

CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO. **Controle Social:** orientações aos cidadãos para participação na gestão pública e exercício do controle social. Brasília: Via Brasilia. 2010.

SFREDO, J.M.; PEREIRA, L.N.; MORAES, P.R.P.; DALMAU, M. **Análise de fatores relevantes quanto a localização de empresas:** comparativo entre um indústria e uma prestadora de serviços com base nos pressupostos teóricos. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, Ceará. 2006.

ALVES, J.R.X.; ALVES, J.M. Definição de localidade para instalação industrial com apoio do método de análise hierárquica (AHP). **Production**, v.25, n.1, p. 13 – 26, jan./mar. 2015.

DE CARLI, P.C.; DELAMARO, M.C.; SALOMO, V.A.P. **Identificação e priorização dos fatores de sucesso na implantação de fábrica digital.** *Produção*, vol. 20, n.4. 2010.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 3 ed. São Paulo: Atlas. 2009.

DASKIN, M.S. **Network and discrete location – models, algorithms and applications.** Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1995.

ROCHA, B.O. **Utilização de modelos de localização para dinamização do fluxo reverso de pneus inservíveis.** 126 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da Cadeira de Suprimentos**: planejamento, organização e logística empresarial. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

COSTA, H.G. **Auxílio multicritério à decisão**: método AHP. Rio de Janeiro: Abepro. 2006.

COSTA, H.G, MOLL, R.N. **Emprego do método de análise hierárquica (AHP) na seleção de variantes para o plantio de cana-de-açúcar**. Gestão & Produção, 1999.

ENSSLIN, L. **Apoio à decisão**: metodologia para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. Florianópolis: Insular. 2001.

VARGAS, L.G. An overview of the Analytic Hierarchy Process and its applications. **European Journal of Operational Research**. North-Holland. 1990.

IAÑEZ, M.M.; CUNHA, C.B. **Uma metodologia para seleção de variedades para o plantio de cana-de-açúcar**. Produção, 16(3), 394-412. 2006.

YANG; J.; LEE, H. **An AHP decision model for facility location selection**. **Facilities**, vol. 15, ISS: 9pp; 241-254. 1997.

SAATY; T.L.; VARGAS; L. G. **Models, methods, concepts application of analytic hierarchy process**. Norwell: Kluwer Academic Publishers. 2001.

BANDEIRA; D.L. BECKER; J.L.; ROCHA, A.K. Sistemática multicritério para priorização de embarques marítimos. **Revista de Administração Mackenzie**. Vol. 11, n. 6. 2010.

TAYLOR; B.W. **Introduction to management science**. 10 ed. Nova Jersey: Pearson/Pretencie Hall.