



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**“Júlio de Mesquita Filho”**

**Campus de Guaratinguetá**

**RAFFAEL PATTO XAVIER GONÇALVES**

**UTILIZAÇÃO DO MÉTODO AHP PARA ANÁLISE DE  
ALTERAÇÕES DE PROJETOS, EM INSTALAÇÕES  
HOSPITALARES**

**Guaratinguetá-SP**

**2013**

RAFFAEL PATTO XAVIER GONÇALVES

**UTILIZAÇÃO DO MÉTODO AHP PARA ANÁLISE DE  
ALTERAÇÕES DE PROJETOS, EM INSTALAÇÕES  
HOSPITALARES**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Francisco Alexandre de Oliveira

Guaratinguetá-SP  
2013

G63  
5u

Gonçalves, Raffael Patto Xavier

Utilização do método AHP para análise de alterações de projetos, em instalações hospitalares / Raffael Patto Xavier Gonçalves – Guaratinguetá : [s.n], 2013.

49 f. : il.

Bibliografia : f. 49

Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013.

Orientador: Prof Dr. Francisco Alexandre de Oliveira

1. Processo decisório 2. Processos – Análise 3. Hospitais I. Título

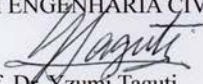
CDU 65.012.4

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO AHP PARA ANÁLISE DE ALTERAÇÕES DE  
PROJETOS, EM INSTALAÇÕES HOSPITALARES

RAFFAEL PATTO XAVIER GONÇALVES

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
**GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL**

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

  
Prof. Dr. Yzumi Taguti

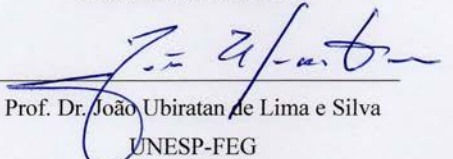
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Francisco Alexandre de Oliveira

Orientador/UNESP-FEG



Prof. Dr. João Ubiratan de Lima e Silva

UNESP-FEG



Prof. Dr. Marco Aurélio Reis Santos

UNESP/FEG

Novembro de 2013

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, por ser a base da minha estrutura e ter sempre me orientado para que eu consiga chegar até aqui.

Agradeço todo o apoio da minha família, que sempre esteve presente no meu aprendizado, me dando todo o suporte necessário, e servindo sempre de exemplo para meu amadurecimento, tendo como base o caráter e a cumplicidade.

Tenho muito que agradecer a todos da republica só na manteiga, onde morei nos últimos cinco anos, e presenciaram tanto momentos difíceis, como os melhores momentos de minha vida. Amigos que se tornaram irmãos.

Agradeço ao professor Francisco Alexandre de Oliveira, e ao Engenheiro João Paulo Torres, pela orientação neste trabalho, pelas dicas, visões e pelo amplo compartilhamento de seu conhecimento.

E agradeço também aos amigos em geral que direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho e que com certeza, mesmo não tendo seus nomes listados neste agradecimento, serão lembrados pelo carinho depositado.

“O futuro pertence àqueles que acreditam na beleza de seus sonhos”.

(Eleanor Roosevelt)

GONCALVES, R. P. X. Utilização do método AHP para análise de alterações de projetos, em intralações hospitalares. 2013. 65 f. Trabalho de Graduação (Graduando em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

## RESUMO

Foco no cliente, alta competitividade e busca pela excelência da qualidade de serviços são algumas das principais características do mercado atual. Tomar decisões planejadas e com maior grau de certeza deixou de ser uma opção a alguns anos. Os atuais gestores buscam formas de eliminar desperdícios e aumentar a rentabilidade financeira e produtiva de sua empresa no intuito de obter maior desempenho a um custo menor.

O método AHP é um dos conceitos principais a este objetivo, apresentando uma análise em múltiplos critérios, valorizando as tomadas de decisões e potencializando os ganhos, sendo uma técnica desenvolvida para que se leve em consideração todos os critérios fundamentais para a escolha de uma alternativa, de acordo com a ótica tanto do projetista como dos fornecedores e clientes. Nascendo assim uma nova maneira de minimizar os erros, e tomar uma decisão fundamentada e consistente.

A utilização deste método em projetos de construção civil é um fato recente, que tem muito a ser explorado, sendo necessária uma intensa análise dos processos, para que se possibilite ponderar os conceitos e apresentar uma proposta consistente e embasada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tomada de decisão. Análise de processos. Método AHP. Projetos de instalações hospitalares.

GONCALVES, R. P. X. Using the AHP method for the analysis of design changes in hospital projects. 2013. 65 f. Graduate Work (Graduate in Civil Engineering) - Faculdade de Engenharia Campus Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

## **ABSTRACT**

Customer focus , high competitiveness and striving for excellence in quality of service are some of the main features of the current market . Planned and make decisions with greater certainty is no longer an option a few years . The current managers are seeking ways to eliminate waste and increase financial and productive profitability of your company in order to achieve higher performance at a lower cost .

The AHP is one of the main concepts of this goal by providing an analysis on multiple criteria , enhancing decision-making and enhancing the gains , with a technique that is designed to take into account all the key criteria for choosing an alternative , according to the perspective of the designer as both suppliers and customers . Emerging as a new way to minimize errors , and make an informed and consistent decision.

The use of this method in construction projects is a recent phenomenon , which has much to be explored , an intense analysis of the processes is required to enable it to consider the concepts and present a consistent and grounded proposal.

**KEYWORDS** : Decision making , analysis of processes , AHP , hospital facilities projects .



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Múltiplas análises de uma decisão.....	14
Figura 2 - Tubulação Alvenius e as suas conexões.....	29
Figura 3 - Tabela dos diâmetros dos tubos, de acordo com a classe.....	35
Figura 4 - Sistema de ar condicionado do sistema inicial.....	41
Figura 5 - Sistema de ar condicionado do sistema após a retirada de redundância” .....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios e vantagens de ambos os empregos.....	21
Tabela 2 - Valores para ponderação dos critérios.....	22
Tabela 3 - Tabela ponderada de acordo com a interessada.....	22
Tabela 4 - Tabela normalizada com a prioridade relativa.....	23
Tabela 5 - Tabela de referencia para o valor ACI.....	24
Tabela 6 - Ponderação do critério C1.....	25
Tabela 7 - Tabela normalizada com a prioridade relativa de C1.....	25
Tabela 8 - Ponderação do critério C2.....	25
Tabela 9 - Tabela normalizada com a prioridade relativa de C2.....	25
Tabela 10 - Ponderação do critério C3.....	26
Tabela 11 - Tabela normalizada com a prioridade relativa de C3.....	26
Tabela 12 - Valores para ponderação dos critérios.....	30
Tabela 13 - Valores ponderados do primeiro estudo de caso.....	30
Tabela 14 - Tabela normalizada com a prioridade relativa.....	31
Tabela 15 - Tabela de referencia para o valor ACI.....	31
Tabela 16 - Ponderação para o critério qualidade.....	32
Tabela 17 - Tabela normalizada do critério qualidade.....	32
Tabela 18 - Ponderação para o critério confiabilidade.....	32
Tabela 19 - Tabela normalizada do critério confiabilidade.....	33
Tabela 20 - Ponderação para o critério praticidade.....	33
Tabela 21 - Tabela normalizada do critério praticidade.....	33
Tabela 22 - Valores para ponderação dos critérios.....	36
Tabela 23 - Valores ponderados do segundo estudo de caso.....	36
Tabela 24 - Tabela normalizada com a prioridade relativa.....	37
Tabela 25 - Tabela de referencia para o valor ACI.....	37

Tabela 26 - Ponderação para o critério qualidade.....	38
Tabela 27 - Tabela normalizada do critério qualidade.....	38
Tabela 28 - Ponderação para o critério confiabilidade.....	39
Tabela 29 - Tabela normalizada do critério confiabilidade.....	39
Tabela 30 - Ponderação para o critério praticidade.....	39
Tabela 31 - Tabela normalizada do critério praticidade.....	39
Tabela 32 - Ponderação para o critério custo.....	40
Tabela 33 - Tabela normalizada do critério custo.....	40
Tabela 34 - Valores para ponderação dos critérios.....	43
Tabela 35 - Valores ponderados do terceiro estudo de caso.....	43
Tabela 36 - Tabela normalizada com a prioridade relativa.....	44
Tabela 37 - Tabela de referencia para o valor ACI.....	44
Tabela 38 - Ponderação para o critério qualidade.....	45
Tabela 39 - Tabela normalizada do critério qualidade.....	45
Tabela 40 - Ponderação para o critério confiabilidade.....	45
Tabela 41 - Tabela normalizada do critério confiabilidade.....	46
Tabela 42 - Ponderação para o critério praticidade.....	46
Tabela 43 - Tabela normalizada do critério praticidade.....	46
Tabela 44 - Ponderação para o critério custo.....	47
Tabela 45 - Tabela normalizada do critério custo.....	47

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AHP	Analytic Hierarchy Process
TQM	Gerenciamento da Qualidade Total
EIA	Associação das Indústrias Eletrônicas
MCP	Matriz de Comparação Paritárias

## SUMÁRIO

1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
2. <b>OBJETIVO</b> .....	15
3. <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
3.1. TOMADA DE DECISÃO EM UMA ORGANIZAÇÃO.....	15
3.2. TIPOS DE PROBLEMAS, NÍVEIS DE DECISÃO E COMO RESOLVE-LOS.....	17
3.3. ANÁLISE E GESTÃO DO PROCESSO.....	18
3.4. ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP).....	19
4. <b>METODO DE PESQUISA</b> .....	27
4.1. DESCRIÇÃO.....	27
4.2. TEMAS DO ESTUDO DE CASO.....	27
4.3. VARIÁVEIS DE ANÁLISE.....	27
4.4. COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	28
4.5. LIMITAÇÕES DE ESTUDO.....	28
5. <b>ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS</b> .....	28
5.1. ALTERAÇÃO DA TUBULAÇÃO DE INCÊNDIO.....	28
5.1.1. <b>Análise teórica</b> .....	28
5.1.2. <b>Análise de dados</b> .....	29
5.2. ALTERAÇÃO DA TUBULAÇÃO DE GASES MEDICINAIS.....	34
5.2.1. <b>Análise Teorica</b> .....	34
5.2.2. <b>Análise de dados</b> .....	35
5.3. ELIMINAÇÃO DE UM SISTEMA INTERLIGADO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA GELADA PARA OS PROJETOS DE AR CONDICIONADO.....	41
5.3.1. <b>Análise teórica</b> .....	41
5.3.2. <b>Análise de dados</b> .....	42
6. <b>CONCLUSÃO</b> .....	48
7. <b>REVISÃO</b> .....	49

## 1. INTRODUÇÃO

Apenas pelo simples fato de viver, os seres humanos se deparam constantemente com diferentes escolhas a serem tomadas, sendo necessário definir infinitas decisões diariamente, acreditando-se ser a mais adequada, que irá resolver problemas e resultarão em melhores oportunidades seja na vida pessoal, profissional, etc. Porém, tomar boas decisões nem sempre é uma tarefa fácil. A falta de tempo, e a competitividade do ambiente estressante de trabalho aumentam a complexidade da tomada de decisão. A escolha da melhor opção é uma ação difícil, pois é necessário interligar diferentes parâmetros, como risco, prioridades entre outros.



Figura 01: Múltiplas análises de uma decisão.

Entretanto ao longo dos anos, pesquisadores vêm desenvolvendo técnicas que aumentam a probabilidade de êxito ao avaliar as alternativas e a escolha da melhor opção. Técnicas como análise de regressão, modelagem de processos, AHP (Analytic Hierarchy Process) entre outras.

No setor da construção civil, este dilema é presenciado diversas vezes ao dia, pois para uma empresa se manter competitiva neste aquecido mercado é necessário uma boa definição dos critérios para a tomada de decisão, seja na alteração da ordem de um planejamento, ou até mesmo na modificação de especificações técnicas de um determinado projeto. A complexidade do assunto aumenta a medida que uma alteração envolva bastante dinheiro, como o setor de instalações na construção de um grande hospital, que é necessário decidir com muita cautela o método de análise, com uma visão estratégica para aumentar a rentabilidade da decisão.

Tendo como exemplo uma obra de um grande hospital, que irá realizar uma ampliação de 72.058 m<sup>2</sup> em um cronograma de obra de 40 meses, onde de um custo total de R\$ 486.239.241,54 , R\$158.380.000,00 se destina à instalações em geral e ar condicionado.

Outro comparativo da proporção dos projetos de instalações na obra total é o efetivo diário. Tendo como base o dia 25/09/2013, 1077 colaboradores integravam a mão de obra total da obra, e 363 deste total era destinado apenas para instalações.

Para os casos em estudo, será usado o método de análise AHP (Analytic Hierarchy Process), que consiste em analisar múltiplos critérios, previamente ponderados, no qual gerará um resultado que leva em consideração diversos aspectos de um determinado assunto.

## **2. OBJETIVO**

1. **Objetivo Geral:** Analisar os processos de alterações nos projetos de instalações hospitalares de empreendimento pela ótica de múltiplos critérios (custo, qualidade, confiabilidade e rapidez) com o intuito central de minimizar custos e agregar valor, em suma visualizar o ganho obtido no processo pelo processo de análise AHP.
2. **Objetivo Específico:**
  - 2.1. Analisar as publicações sobre AHP em projetos de obras civis;
  - 2.2. Levantar índices específicos para análise de projetos através do AHP
  - 2.3. Organizar uma abordagem metodológica do método de custeio associado com análise AHP para projetos de instalações;

## **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.1. TOMADA DE DECISÃO EM UMA ORGANIZAÇÃO**

Segundo Hebert Simon (1977), o processo de tomada de decisão em uma organização é complexo porque, “uma decisão complexa é como um grande rio que traz de seus afluentes as premissas incontáveis que constituem ou formam um processo de decisão (...) muitos indivíduos e unidades organizacionais contribuem em qualquer decisão importante e a questão da centralização ou descentralização é um problema de arranjar este sistema complexo em um sistema eficiente”.

Para definir um processo de tomada de decisão, foram elaborados quatro conceitos que representam a essência desta teoria nas empresas de acordo com Cyert e March. Conceitos que estão listados abaixo:

- *Quase resolução do conflito entre os objetivos da organização:*

Ao estabelecer uma meta ou um objetivo central em uma organização, é inevitável diferentes opiniões entre os membros responsáveis pelas decisões. Em uma concepção antiga, toda tomada de decisão era fundamentada em princípios monetários, porém atualmente é uma boa prática enumerar e listar todos os tipos de exigências seja elas não essenciais, esporádicas, não operacionais, e levar mais em consideração apenas os objetivos essenciais, contínuos e operativos.

Portanto para se chegar a uma conclusão e resolver este conflito de objetivos, é necessário considerar apenas objetivos essenciais, contínuos e operacionais, criando regras aceitáveis de decisão facilitada e lógica, resolvendo um objetivo por vez.

- *Minimização da incerteza e do risco:*

Todas as organizações modernas vivem constantemente sob a condição de risco causado pelas incertezas, e elas devem ser evitadas o minimizadas por meio de algumas técnicas como, por exemplo, o ênfase na resposta imediata e retroalimentação a curto prazo, evitando os riscos a longo prazo. Outro ponto importante é incentivar as decisões do dia-a-dia que não dependem de previsões futuras, como nos casos de produção, no qual a decisão é efetuada mediante previsões baseadas na experiência.

Um ponto muito importante é a negociação entre os organizadores, como clientes, fornecedores, competidores ou até mesmo financiadores, pois muitas vezes isso gera a uma minimização de riscos, mesmo que possa eventualmente a aumentar o valor final.

- *Busca de solução na vizinhança do objetivo principal:*

A análise de uma solução não deve ser algo aleatório ou exaustivo, deve ser baseado e orientado ao redor do objetivo principal do problema, buscando a solução em alternativas corretas já realizadas no entorno deste problema, e a partir do momento em que as soluções não apresentarem resultados satisfatórios, os “tomadores de decisão”, irão buscá-las em áreas mais distantes do problema original, gerando alternativas cada vez mais complexas.

- *Aprendizagem constante e adaptação da organização:*

As organizações tendem a demonstrar um comportamento adaptativo no decorrer do tempo, e a sua aprendizagem pode ocorrer de diversas maneiras, seja ela através da adaptação nas regras ou focos de preferência, na qual a organização prefere alguns critérios, ignorando



outros, que muitas vezes ocorre de maneira forçada, como, por exemplo, certas imposições ambientais, que forçam as empresas a prestar mais atenção em determinados critérios. Ou seja ela através da adaptação nas regras de busca de solução que decorre à medida que a organização experimenta sucesso ou falha com as alternativas escolhidas.

À medida que as decisões estão sendo tomadas, as organizações podem sentir que os métodos utilizados devem ser alterados, sempre que os resultados obtidos são incompatíveis com os objetivos almejados.

### 3.2. TIPO DE PROBLEMAS, NÍVEIS DE DECISÃO E COMO RESOLVÊ-LOS

De acordo com Turban e Aronson, sob o ponto de vista da tomada de decisão, os problemas podem ser classificados em três categorias: problemas estruturados, semi-estruturados e não-estruturados.

Nessa lógica de pensamento, um problema é considerado estruturado se sua definição e fases de operação para chegar aos resultados desejados estão bem claros e sua execução repetida é sempre possível. Problemas semi-estruturados são problemas com operações bem conhecidas, mas que contem algum critério variável que pode influir no resultado final. Já os problemas não-estruturados, os critérios de decisão não estão fixados ou conhecidos.

Continuando a lógica de Turban, qualquer dos três tipos de problemas podem ser diferenciados por nível de decisão como segue abaixo:

- Estratégico (decisão entre dois a cinco anos);
- Tático (decisão entre alguns meses até dois anos);
- Operacional (entre alguns dias a meses);
- Despacho (decisão para algumas horas).

Porém, Ansoff caracteriza decisão estratégica com a que se preocupa principalmente com problemas externos, ou com a empresa e seu ambiente. Decisões táticas preocupam-se com a estruturação dos recursos da empresa, de modo a criar alternativas que visam melhorar os resultados. As decisões operacionais são definidas com o objetivo central de maximizar a eficiência do processo de conversão dos recursos em rentabilidade. Embora elas sejam distintas, uma completa a outra, interagindo diretamente, ou até mesmo indiretamente.

Portanto para definir um modelo de tomada de decisão, é necessário adotar o modelo satisfatório do administrador, visando viabilizar o processo, adotando conceitos baseados em um raciocínio limitado, como quase resolução do problema ou minimização da incerteza,

levando em consideração os seguintes fatores listados abaixo, que aumentam as chances de sucesso.

- *Responsabilidade e transparência*: existem leis e penalidades que devem ser obedecidas pelas decisões tomadas pelas pessoas;
- *Especialização*: cada tomada de decisão deve estar baseada em conhecimentos profundos de um especialista;
- *Coordenação*: as melhores alternativas de decisão não são suficientes, se não existir coordenação para transmitir as ordens que devem ser cumpridas e coordenação do processo de decisão.
- *Cacife*: uma decisão pode dar resultado negativo, mas ao final, em uma sucessão de processos de decisão, a força do poder econômico aliada ao bom-senso nas decisões pode cobrir eventuais fracassos.
- *Tempo*: a abundância de tempo atua com o poder similar do fator econômico, permitindo aguardar o aparecimento de uma oportunidade favorável. Por outro lado, o tempo curto pode minimizar a incerteza, mas pode aumentar o risco de uma decisão apressada. O planejamento a longo prazo envolve sempre maior nível de incerteza.

### 3.3. ANÁLISE E GESTÃO DO PROCESSO

Segundo DAVENPORT (1994), “um processo é um conjunto de atividades estruturadas e medidas destinadas a resultar em um produto especificado para um determinado cliente ou mercado (...) é uma ordenação específica das atividades de trabalho no tempo e no espaço, com um começo, um fim, e inputs e outputs claramente identificados: uma estrutura para a ação”. Complementando com uma ótica de análise de valor, foi citado por Gomes (2006) “os processos correspondem a um conjunto de recursos e atividades inter-relacionados que recebe insumos e os transformam, de acordo com uma lógica pré-estabelecida e com agregação de valor, em produtos-serviços, para responderem as necessidades dos clientes”.

Assim, um processo dispõe de inputs, outputs, tempo, espaço, ordenação, objetivos e valores que, interligados logicamente, irão resultar em uma estrutura para fornecer produtos ou serviços ao cliente. Sua compreensão é importante, pois é chave para o sucesso em qualquer negócio. Afinal, uma organização é tão efetiva quanto os seus processos, pois eles são responsáveis pelo que será ofertado ao cliente.

Ao analisar um processo, a equipe de projeto deve partir sempre da perspectiva do cliente (interno ou externo), de forma a atender às suas necessidades e preferências, ou seja, o processo começa e termina no cliente, como sugerido na abordagem derivada da

filosofia do Gerenciamento da Qualidade Total (TQM). Dentro dessa linha, cada etapa do processo deve agregar valor para o cliente, caso contrário será considerado desperdício, gasto, excesso ou perda, o que representaria redução de competitividade e justificaria uma abordagem de mudança.

Todo trabalho realizado numa organização faz parte de um processo. Não existe um produto ou serviço oferecido sem um processo. A Gestão por Processos é a forma estruturada de visualização do trabalho. O objetivo central da Gestão por Processos é torná-los mais eficazes, eficientes e adaptáveis.

- *Efícazes*: de forma a viabilizar os resultados desejados, a eliminação de erros e a minimização de atrasos;
- *Eficientes*: otimização do uso dos recursos;
- *Adaptáveis*: capacidade de adaptação às necessidades variáveis do usuário e organização.

Porém para organizar e analisar corretamente os processos é necessário organizá-los, e a maneira mais eficaz de fazer, é através do mapeamento de processos, que é uma ferramenta gerencial analítica e de comunicação que têm a intenção de ajudar a melhorar os processos existentes ou de implantar uma nova estrutura voltada para processos. A sua análise estruturada permite, ainda, a redução de custos no desenvolvimento de produtos e serviços, a redução nas falhas de integração entre sistemas e melhora do desempenho da organização, além de ser uma excelente ferramenta para possibilitar o melhor entendimento dos processos atuais e eliminar ou simplificar aqueles que necessitam de mudanças.

Para estudar e analisar os casos de alterações de projetos presentes neste trabalho foi realizado uma comparação entre duas ferramentas, a Análise de Valor (AV) e o Método da Análise Hierárquica (AHP), no intuito de destacar qual ferramenta possui o critério que melhor completa estes estudos de caso.

### 3.4. ANALYTIV HIERARCHY PROCESS (AHP)

AHP é um método de escolha da melhor alternativa de decisão, considerando múltiplos critérios ou múltiplos objetivos, expressos por meio de valores quantitativos e qualitativos. Vieira (2006, p. 4) lembra que “na década de 70, surgiram os primeiros métodos do Apoio Multicritério à Decisão”. Segundo Tamio Shimizu (2001,p.294) “O método AHP,

baseado em matemática e psicologia, foi desenvolvido pelo Professor Thomas Saaty na década de 70, então, na Escola Wharton da Universidade da Pensilvânia.

Esta ferramenta tem sido empregado para situações de definição de prioridades, avaliação de custos e benefícios, alocação de recursos, medida de desempenho, pesquisa de mercado, determinação de requisitos, decisões estratégicas, planejamento e seqüenciação de atividades, precisão de cenários, negociação e resolução de conflitos, fornecendo um procedimento compreensivo e racional para estruturar um problema, para representar e quantificar seus elementos, para relacionar estes elementos com as metas globais e para avaliar soluções alternativas.

De acordo com Tamioz Shimizu, a estruturação de um problema no método AHP começa com a definição de um objetivo global desejado. Com base no objetivo principal, definem-se os subobjetivos ou critérios numa estrutura de árvore, em que o objetivo global é a raiz. À medida que se afasta da raiz, temos fatores mais específicos, e os extremos representam os fatores ou critérios de avaliação. Para cada grupo de critérios semelhantes que possui objetivo central, deve ser preenchida uma Matriz de Comparação Paritárias (MCP), contendo os níveis de preferência obtidos por comparação de um fator contra outro.

O AHP fornece um procedimento compreensivo e racional para modelar um problema de decisão, representando e quantificando as variáveis envolvidas em uma hierarquia de critérios ponderados por preferências (pesos). O resultado é um modelo que permite analisar várias alternativas e as comparar rapidamente, por isso conhecido como um método de decisão e para justificar a decisão.

Portanto, não é um modelo de observação da realidade. É um modelo que converte as preferências, ou julgamentos humanos, em valores numéricos para construir um modelo de tomada de decisão. Os pesos representam a prioridade dada a cada elemento ou critério, que podem ser organizados em hierarquias.

Considerando que a percepção humana não é capaz de analisar simultaneamente todos os critérios e preferências, o AHP permite a construção de um modelo hierárquico de pesos e critérios para auxiliar na tomada de decisão. Além disso, em problemas complexos, por existir uma grande variedade de alternativas, não é humanamente possível analisar todas as soluções individualmente nem as comparar. Uma vez modeladas as preferências, critérios e pesos, o método AHP permite analisar muitas alternativas.

Dentro deste tema, muitas vezes citamos certos conceitos fundamentais para a compreensão de toda a teoria, como:

- *Atributos*: as alternativas são comparadas em relação a um conjunto de critérios;
- *Correlação binária*: para cada critério, duas alternativas são comparadas binariamente, isto é, uma alternativa é preferível ou indiferente ao outro;
- *Escala fundamental*: a cada elemento se associa um valor de prioridade numa escala numérica;
- *Hierarquia*: conjunto de elementos ordenados por ordem de preferência em seus níveis hierárquicos.

O AHP é atualmente um dos métodos mais comentados e aplicados na prática das decisões a múltiplos critérios envolvendo complexidade e subjetividade. Para tornar mais claro este método, segue abaixo um exemplo apresentado por Cook e Russel (1993), que foi simplificado e adaptado para o caso de duas alternativas e três critérios de decisão.

*Exemplo:*

Clarice tem duas ofertas de emprego (emprego A e B). Para realizar a escolha do melhor emprego, ela considerou os seguintes fatores ou critérios:

- C<sub>1</sub> – Salário e benefícios;
- C<sub>2</sub> – Oportunidade de progresso profissional;
- C<sub>3</sub> – Localização.

Ela reside atualmente na cidade do Rio de Janeiro, mas está disposta a mudar de cidade, caso as vantagens oferecidas por outros fatores sejam melhores. Esses critérios receberam a seguinte avaliação para cada uma das alternativas de decisão, como demonstra a tabela 1.

Tabela 01: Critérios e vantagens de ambos empregos.

<b>Critérios</b>	<b>Emprego A</b>	<b>Emprego B</b>
C <sub>1</sub> - salário e benefícios	\$ 34.000	\$ 40.000
C <sub>2</sub> - oportunidade profissional	Alta	Baixa
C <sub>3</sub> - localização	Curitiba	Rio de Janeiro

Fonte: (Shimizu. 2001, p. 296)

Segue abaixo a escala de valores para comparações paritárias, conforme a tabela 2:

Tabela 02: Valores para ponderação dos critérios.

1 - Iguamente preferível	6 - Fortemente para muito fortemente preferível
2 - Iguamente para moderadamente preferível	7 - Muito fortemente preferível
3 - Moderadamente preferível	8 - Muito fortemente para extremamente preferível
4 - Moderadamente para fortemente preferível	9 - Extremamente preferível
5 - Fortemente preferível	

Fonte: (Shimizu. 2001, p. 296)

Para utilizar o AHP, devemos seguir os seguintes procedimentos:

1. Construir as matrizes de comparação paritária.

Baseado nos dados da tabela inicial, o decisor elabora as matrizes de relacionamentos, definindo os valores da importância do relacionamento de cada fator  $C_i$  com outro fator  $C_j$ .

Recomenda-se usar no máximo nove fatores, pois além desse número a matriz torna-se inconsistente (Saaty, 1980).

Temos a seguinte matriz de comparações paritárias dos critérios, de acordo com os valores atribuídos pela interessada, conforme a tabela 3.

Tabela 03: Tabela ponderada de acordo com a interessada.

<b>Critérios</b>	<b>C<sub>1</sub></b>	<b>C<sub>2</sub></b>	<b>C<sub>3</sub></b>
C <sub>1</sub> - salário e benefícios	1	1/7	1/2
C <sub>2</sub> - oportunidade profissional	7	1	5
C <sub>3</sub> - localização	2	1/5	1
Totais	10	1,343	6,5

Fonte: (Shimizu. 2001, p. 296)

Por exemplo, Clarice acha que o critério  $C_2$  é “muito fortemente preferível” a  $C_1$  e atribui conceito 7 na coluna 1 da linha 2 da matriz, enquanto acha que  $C_2$  é “fortemente preferível” a  $C_3$  e atribuiu conceito 5. Podemos notar que a comparação em ordem inversa recebe valor inverso.

2. Obter a prioridade relativa de cada critério

Normalizar os valores da matriz dividindo cada elemento pela soma da coluna a que pertence, por exemplo, para a coluna 1 linha 1 ficaria,  $1/10 = 0,1$ . A prioridade de cada

critério é a média aritmética dos valores da linha da matriz normalizada. Por exemplo, a prioridade do critério C1 é igual a  $(0,1 + 0,106 + 0,077)/3 = 0,094$ , gerando a tabela 4.

Tabela 04: Tabela normalizada com a prioridade relativa.

<b>Critérios</b>	<b>C<sub>1</sub></b>	<b>C<sub>2</sub></b>	<b>C<sub>3</sub></b>	<b>Prioridade relativa</b>
C <sub>1</sub> - salário e benefícios	0,1	0,106	0,077	0,094
C <sub>2</sub> - oportunidade profissional	0,7	0,745	0,769	0,738
C <sub>3</sub> - localização	0,2	0,149	0,154	0,168
Totais	1	1	1	1,000

Fonte: (Shimizu. 2001, p. 297)

As prioridades relativas indicam que Clarice coloca o critério C2, com grande ênfase, em primeiro lugar, seguido pelos critérios C3 e C1.

### 3. Testar a consistência das prioridades relativa

#### 3.1. Obter o vetor dos pesos

Para testar a consistência, é preciso determinar o vetor dos pesos por meio da seguinte operação:

$$0,094 \times (1 \ 7 \ 2)^T + 0,738 \times (1/7 \ 1 \ 1/5)^T + 0,168 \times (1/2 \ 5 \ 1)^T = \quad (1)$$

$$= \begin{vmatrix} 0,094 + 0,105 + 0,084 \\ 0,658 + 0,738 + 0,840 \\ 0,188 + 0,147 + 0,168 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,283 \\ 2,236 \\ 0,504 \end{vmatrix} = (0,283 \ 2,236 \ 0,504)^T$$

#### 3.2. Obter o vetor de consistência

O vetor de consistência é obtido dividindo cada peso pela respectiva prioridade relativa, ou seja:

$$\text{Vetor de consistência} = (0,283/0,094 \ 2,236/0,738 \ 0,504/0,168)^T \quad (2)$$

$$\text{Vetor de consistência} = (3,0106 \ 3,0298 \ 3,000)^T$$

#### 3.3. Obter o valor $\lambda_{\max}$ e o índice de consistência CI

A estimativa do maior autovalor  $\lambda_{\max}$  da matriz paritária é obtida pela média aritmética dos elementos do vetor de consistência, ou seja:

$$\lambda_{\max} = (3,0106 + 3,0298 + 3,000)/3 = 3,015 \quad (3)$$

O índice de consistência é dado pela fórmula:

$$CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1) = (3,015 - 3)/(3 - 1) = 0,00675 \quad (4)$$

Onde  $n$  é o número de critérios considerados. Para  $n = 2$ , o índice é desnecessário, pois não ocorre a inconsistência da matriz.

### 3.4. Determinar a taxa de consistência CR

A taxa de consistência CR é obtida pela fórmula  $CR = CI/ACI$ , onde ACI é o índice de consistência referente a um grande número de comparações paritárias efetuadas. O valor de ACI depende do número de critérios de decisão ( $n = 3$ ) e é fornecida pela tabela 5.

Tabela 05: Tabela de referência para o valor ACI.

$n$	3	4	5	6	7	8
ACI	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41

Fonte: (Shimizu. 2001, p. 298)

Assim, para  $n = 3$ ,  $CR = CI/ACI = 0,00675/0,58 = 0,0116$ . (5)

Uma taxa de consistência de 0,10 ou menos é considerada aceitável. Assim, os valores das prioridades relativas estão consistentes. Caso o valor CR seja superior a 0,10, a matriz de comparação paritária original deve ser reavaliada.

### 4. Construir as matrizes de comparação paritária que agregam cada critério às alternativas de decisão

Repetiremos os passos 1. e 2. para cada critério C1, C2 e C3, levando em conta sua importância relativa no Emprego A e B. Desse modo, obtemos as prioridades relativas de cada alternativa de emprego em relação a cada critério. Como  $n=2$ , não é necessário testar a inconsistência das matrizes.



## C<sub>1</sub> – Salário e benefícios

Segue abaixo na tabela 6 a ponderação do critério C<sub>1</sub>.

Tabela 06: Ponderação do critério C<sub>1</sub>.

	<b>Emprego A</b>	<b>Emprego B</b>
Emprego A	1	1/6
Emprego B	6	1

Fonte: (Shimizu. 2001, p. 298)

O salário do Emprego B foi considerado “fortemente para muito fortemente preferível” em relação ao salário do Emprego A e recebeu conceito 6.

Normalizando os valores, obtemos as prioridades como demonstra a tabela 07.

Tabela 07: Tabela normalizada com a prioridade relativa de C<sub>1</sub>.

	<b>Emprego A</b>	<b>Emprego B</b>	<b>Prioridades</b>
Emprego A	0,1429	0,1429	0,1429
Emprego B	0,8571	0,8571	0,8571
Totais	1	1	1

Fonte: (Shimizu. 2001, p. 298)

## C<sub>2</sub> – Oportunidade profissional

Segue abaixo na tabela 8 a ponderação do critério C<sub>2</sub>.

Tabela 08: Ponderação do critério C<sub>2</sub>.

	<b>Emprego A</b>	<b>Emprego B</b>
Emprego A	1	8
Emprego B	1/8	1

Fonte: (Shimizu. 2001, p. 299)

Normalizando os valores, obtemos as seguintes propriedades, de acordo com a tabela 09:

Tabela 09: Tabela normalizada com a prioridade relativa de C<sub>2</sub>.

	<b>Emprego A</b>	<b>Emprego B</b>	<b>Prioridades</b>
Emprego A	0,889	0,889	0,889
Emprego B	0,111	0,111	0,111
Totais	1	1	1

Fonte: (Shimizu. 2001, p. 299)

### C<sub>3</sub> – Localização

Segue abaixo na tabela 10 a ponderação do critério C<sub>3</sub>.

Tabela 10: Ponderação do critério C<sub>3</sub>.

	Emprego A	Emprego B
Emprego A	1	1/5
Emprego B	5	1

Fonte: (Shimizu. 2001, p. 299)

Normalizando os valores, obtemos as seguintes propriedades, conforme a tabela 11:

Tabela 11: Tabela normalizada com a prioridade relativa de C<sub>3</sub>.

	Emprego A	Emprego B	Prioridades
Emprego A	0,167	0,167	0,167
Emprego B	0,833	0,833	0,833
Totais	1	1	1

Fonte: (Shimizu. 2001, p. 299)

Essas prioridades formam a matriz de prioridades dos critérios C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> e C<sub>3</sub> agregadas às alternativas A e B.

#### 5. Obter a prioridade composta para as alternativas A e B

Multiplicando a matriz das prioridades agregadas obtida no passo anterior pelo vetor das prioridades relativas obtidas no passo 2., chegamos às prioridades compostas que classificam as alternativas A e B.

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>		Prioridade relativa		Prioridade composta
Emprego A	0,1429	0,889	0,1667	x	0,094	=	0,6975
Emprego B	0,8571	0,111	0,8333		0,738		0,3025
					0,169		

Concluimos assim que o emprego A possui prioridade maior que o emprego B e deve ser a alternativa escolhida pela interessada, segundo as comparações paritárias fornecidas.

## 4. METODO DE PESQUISA

### 4.1. DESCRIÇÃO

O método de pesquisa presente nesse trabalho é o estudo de caso aplicado na análise de alterações de projetos, mais especificamente falando, em projetos de instalações hospitalares, que vai desde hidráulica e elétrica, até ar condicionado e gases medicinais.

Segundo Fidel (1992), o método de estudo de caso é um método específico de pesquisa de campo, onde se investiga fenômenos ou eventos, levantando informações e características que poderão ser analisadas posteriormente para geração de teorias e apresentação de resultados.

Hartley (1994) acrescenta que o estudo de caso é uma investigação detalhada de uma ou mais organizações, ou grupos dentro de uma organização, com vistas a prover uma análise do contexto e dos processos envolvidos no fenômeno em estudo. Assim a abordagem de estudo de caso não é um método propriamente dito, mas uma estratégia de pesquisa.

Dentro das características de um estudo de caso, podemos destacar os descritivos, interpretativos e avaliativos. No caso, o foco central será os avaliativos, que envolvem tanto a descrição quanto a interpretação, mas o objetivo principal é usar os dados para avaliar o mérito de alguma prática, programa, sistema ou evento.

### 4.2. TEMAS DO ESTUDO DE CASO

- Alteração da tubulação de combate a incêndio, de aço carbono para Alvenius®;
- Alteração da tubulação de gases medicinais, da Classe I por Classe A;
- Eliminação de um sistema paralelo de abastecimento de água gelada para os projetos de ar condicionado;

### 4.3. VARIÁVEIS DE ANÁLISE

Dentro de uma pesquisa de como satisfazer os critérios do cliente, foi levantado em pauta quatro aspectos fundamentais, que serviram de objetivo central para a estruturação de toda a análise das alterações pelo método AHP.

Portanto os critérios estabelecidos foram custo, qualidade, confiabilidade e praticidade (de execução e manutenção). Para cada caso foi feito uma entrevista com o engenheiro responsável pela execução dos projetos, no qual realizou uma ponderação particular, tornando possível o estudo pelo método AHP.

#### 4.4. COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Toda coleta de dados realizada, tanto a quantitativa, onde foram levantados os custos dos materiais e mão de obra, como o embasamento teórico dos casos, foi realizado com o acompanhamento do engenheiro responsável pela execução dos projetos, no qual disponibilizava os projetos e os documentos não confidenciais específicos de cada caso. Ou seja, foi utilizado o método de entrevistas com profissionais da área, observação assistida de supervisores e observação assistida pela equipe de campo.

A parte da análise de dados possui duas etapas, a parte da compreensão dos projetos, de como serão executados, e a essência de cada alteração. Juntamente com o levantamento dos dados, que foram em grande parte realizados em campo. Já a segunda etapa é o estudo da melhor maneira de utilizar o método AHP para analisar tais alterações.

#### 4.5. LIMITAÇÃO DO ESTUDO

A pesquisa foi desenvolvida em uma empresa particular, mais especificamente, em um consórcio entre duas grandes empresas do ramo da construção civil, portanto alguns dados, principalmente econômicos, foram restritos.

### 5. ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

#### 5.1. ALTERAÇÃO DA TUBULAÇÃO DE INCÊNDIO, DE AÇO CARBONO PARA ALVENIUS®

##### 5.1.1. Análise teórica

O projeto inicial previa a utilização de tubulações de aço carbono tradicional, após um estudo de viabilidade foi elaborada uma solução para a substituição desta tubulação para o material Alvenius®, que aparentemente apresentava uma maior viabilidade.

O Alvenius® é uma tubulação feita pela empresa Alvenius®, é uma tubulação de aço carbono com costura helicoidal ou longitudinal. O diferencial desta tubulação é a possibilidade do uso dos acoplamentos Alvenius® K, que são acoplamentos em segmentos de anéis de borracha, preso com parafusos e porcas, que permite uma vedação eficiente e de fácil instalação.

Nota-se que a utilização deste sistema permite uma montagem mais rápida devido à facilidade na junção das tubulações, o modo tradicional que utiliza a junção por solda demanda um tempo maior, uma dificuldade de encontrar mão de obra, além de ficar sujeito a falhas nessa junção que podem comprometer a estanqueidade da tubulação.

Também se pode observar a facilidade para uma eventual substituição de trecho de tubulação, pois apenas se solta a ligação entre as duas tubulações e faz-se a troca deste trecho, utilizando inclusive a mesma peça para fazer a nova ligação.

De acordo com o fabricante utilizando o sistema de acoplamento tem-se uma economia de 30% com relação ao tempo. O que atualmente com prazos cada vez mais curtos para a realização de obras se mostra uma vantagem imprescindível.

Ainda são relatados custos de materiais maiores devido à facilidade de instalação a economia com a mão de obra se mostra suficiente para viabilizar o uso desta nova tecnologia. Segue abaixo algumas imagens do material.



Figura 02: Tubulação Alvenius e as suas conexões.

### 5.1.2. Análise de dados

A análise dos dados seguirá os padrões do exemplo descrito no tópico 3.5., para este primeiro caso, existem duas possibilidades de execução, a tubulação de carbono com solda, e a tubulação alvenius. Para realizar a escolha da melhor alternativa construtiva, foram considerados os seguintes critérios:

- Qualidade (Q)
- Confiabilidade (Co)
- Paticidade (P)

O critério custo é sempre levado em consideração, porém as informações e dados do orçamento final da tubulação alvenius é sigiloso, impossibilitando de realizar a análise para este caso.

A classificação dos valores para ponderação dos critérios esta descrita na tabela abaixo, mantendo os padrões do exemplo descrito no tópico 3.5, demonstradas pela tabela 12.

Tabela 12: Valores para ponderação dos critérios.

1 - Iguamente preferível	6 - Fortemente para muito fortemente preferível
2 - Iguamente para moderadamente prefeível	7 - Muito fortemente preferível
3 - Moderadamente preferível	8 - Muito fortemente para extremamente preferível
4 - Moderadamente para fortemente preferível	9 - Extremamente preferível
5 - Fortemente preferível	

Seguindo o passo a passo já demonstrado, primeiramente é necessário realizar a tabela ponderada, que foi executava com o auxilio do engenheiro responsável pela execução dos projetos, ilustradas pela tabela 13.

Tabela 13: Valores ponderados do primeiro estudo de caso.

<b>Critérios</b>	<b>Q</b>	<b>Co</b>	<b>P</b>
Q - Qualidade	1	0,200	4
Co - Confiabilidade	5	1	8
P - Praticidade	0,25	0,125	1
Totais	6,25	1,325	13

Conforme demonstra a tabela acima, a confiabilidade de um projeto de combate a incêndio é o critério mais importante diante dos demais, pois uma falha em seu sistema em um momento importante significa um desastre memorável, ainda mais dentro de um hospital, colocando em risco muitas vidas.

Ao comparar a qualidade com a praticidade, foi ponderada a qualidade como moderadamente para fortemente preferível, pelo mesmo fator de ser um projeto que não pode falhar, e uma vez que o tempo está tudo dentro do cronograma, praticidade não é o conceito mais relevante.

A próxima etapa do método AHP é normalizar os valores para chegarmos a uma prioridade relativa, conforme a tabela 14.

Tabela 14: Tabela normalizada com a prioridade relativa.

<b>Critérios</b>	<b>Q</b>	<b>Co</b>	<b>P</b>	<b>Prioridade Relativa</b>
Q - Qualidade	0,160	0,151	0,308	0,206
Co - Confiabilidade	0,800	0,755	0,615	0,723
P - Praticidade	0,040	0,094	0,077	0,070
Totais	1,000	1,000	1,000	1,000

A tabela acima demonstra que a confiabilidade é o critério de maior importância dentre os critérios. Agora é necessário testar a consistência destas prioridades. Para isso é necessário seguir alguns passos, demonstrados abaixo.

$$0,206 \times (1 \ 5 \ 0,25)^T + 0,723 \times (0,2 \ 1 \ 0,125)^T + 0,07 \times (4 \ 8 \ 1)^T = \quad (1)$$

$$= \begin{vmatrix} 0,206 + 0,145 + 0,282 \\ 1,031 + 0,723 + 0,563 \\ 0,052 + 0,090 + 0,070 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,633 \\ 2,318 \\ 0,212 \end{vmatrix}$$

Dividindo o valor desta matriz pela prioridade relativa, teremos o vetor consistência, que neste caso é VC = (3,068 + 3,204 + 3,016)T. (2)

A partir deste vetor, estimar o maior autovalor  $\lambda_{max}$ , e o índice de consistência.

$$\lambda_{max} = (3,068 + 3,204 + 3,016)/3 = 3,096 \quad (3)$$

$$CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1) = (3,096 - 3)/(3 - 1) = 0,048 \quad (4)$$

Para determinar a taxa de consistência (CR) é necessário seguir a fórmula CR=CI/ACI. O valor de ACI é retirado da tabela abaixo, onde n é igual ao número de critérios de decisão, conforme a tabela 15.

Tabela 15: Tabela de referência para o valor ACI. Fonte: (Shimizu. 2001, p. 298)

<b>n</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
ACI	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41

Para os valores das prioridades relativas serem considerados consistentes, o valor de CR deve ser menor ou igual a 0,10. Caso o valor de maior que 0,10, é necessário rever a matriz de comparação paritária.

Sabendo que  $CR = CI/ACI$  e que no caso  $ACI = 0,58$ . O valor final de CR é  $0,048 < 0,1$ , ou seja, os valores são consistentes. (5)

Agora é necessário analisar as matrizes de comparação paritárias, ou seja, analisar critério por critério separadamente, em relação as duas alternativas de projetos.

- Qualidade

Segue abaixo na tabela 16 a ponderação do critério Qualidade.

Tabela 16: Ponderação para o critério qualidade.

	Tubulação Soldada	Tubulação Alvenius
Tubulação Soldada	1	0,167
Tubulação Alvenius	6	1

A qualidade da alvenius foi considerada “fortemente para muito fortemente preferível” em relação à soldada, principalmente pelo fato de que o resultado final da tubulação alvenius apresenta um acabamento melhor, uma vez que não se utiliza peças recortadas. Na sequencia é necessário normalizar estes valores para posterior análise, conforme a tabela 17.

Tabela 17: Tabela normalizada do critério qualidade.

	Tubulação Soldada	Tubulação Alvenius	Prioridades
Tubulação Soldada	0,143	0,143	0,143
Tubulação Alvenius	0,857	0,857	0,857
Totais	1,000	1,000	1,000

- Confiabilidade

Segue abaixo na tabela 18 a ponderação do critério Confiabilidade.

Tabela 18: Ponderação para o critério confiabilidade.

	Tubulação Soldada	Tubulação Alvenius
Tubulação Soldada	1	1
Tubulação Alvenius	1	1



A partir do momento em que se entrega o serviço da tubulação de incêndio, é necessário testar toda a rede, e só será aprovada a utilização do local assim que não constar mais nenhuma irregularidade. Diante disto, a confiabilidade final de ambas as tubulações deve ser igual, afirmando a ponderação realizada acima. Na sequência é necessário normalizar estes valores para posterior análise, conforme a tabela 19.

Tabela 19: Tabela normalizada do critério confiabilidade.

	Tubulação Soldada	Tubulação Alvenius	Prioridades
Tubulação Soldada	0,500	0,500	0,500
Tubulação Alvenius	0,500	0,500	0,500
Totais	1,000	1,000	1,000

- Praticidade

Segue abaixo na tabela 20 a ponderação do critério Praticidade.

Tabela 20: Ponderação para o critério praticidade.

	Tubulação Soldada	Tubulação Alvenius
Tubulação Soldada	1	0,111
Tubulação Alvenius	9	1

Como descrito anteriormente, a tubulação alvenius funciona com um sistema de junção muito prático, sendo um anel de borracha que faz uma conexão seca, reforçado por outro anel externo e parafusado. Este sistema é mais simples, o que descarta uma mão de obra mais especializada, facilitando o serviço de execução e de manutenção. Segundo o fabricante, o sistema alvenius é aproximadamente 30% mais rápido do que a tradicional com solda, e isto explica ter recebido uma ponderação extremamente preferível. Na sequência é necessário normalizar estes valores para posterior análise, conforme a tabela 21.

Tabela 21: Tabela normalizada do critério praticidade.

	Tubulação Soldada	Tubulação Alvenius	Prioridades
Tubulação Soldada	0,100	0,100	0,100
Tubulação Alvenius	0,900	0,900	0,900
Totais	1,000	1,000	1,000

Multiplicando a prioridade relativa de cada critério pela prioridade relativa inicial, chegaremos à prioridade composta, que representa numericamente, qual é a melhor opção entre os dois projetos.

	Q	Co	P		Prioridade Relativa		Prioridade composta
Tubulação soldada	0,143	0,500	0,100	X	0,206	=	0,398
Tubulação Alvenius	0,857	0,500	0,900		0,723		0,602
					0,070		

Portanto é possível concluir que a tubulação Alvenius possui prioridade de escolha sobre a tubulação soldada, segundo o método AHP, com as comparações paritárias fornecidas.

## 5.2. ALTERAÇÃO DA TUBULAÇÃO DE GASES MEDICINAIS, DA CLASSE I POR CLASSE A

### 5.2.1. Análise Teórica

Os tubos rígidos de cobre são divididos em três categorias: "A", "E" e "I", de acordo com a finalidade da instalação e a pressão de serviço (espessura de parede do tubo). Os da classe "A" possuem espessura de parede entre 0,70 mm e 1,50 mm e são indicados para instalações de água quente, água fria, rede de hidrantes e rede de sprinklers. Os tubos da classe "E" são usados nas mesmas situações dos da classe "A", além de instalações de calefação e locais em que as pressões de serviço variam entre 14 e 41 kgf/cm<sup>2</sup>. Têm espessura de parede de 0,50 mm a 1,20 mm. Já a categoria "I", com espessura de parede entre 1 e 2 mm, é voltada para instalações de gás combustível, gases medicinais e instalações em que as pressões de serviço variam de 20 a 88 kgf/cm<sup>2</sup>. Vale ressaltar que, quanto menor o diâmetro, maior a pressão de serviço. Os tubos flexíveis são indicados para condução de gás para o fogão e em sistemas de refrigeração.

**NBR 13206 – Tubos rígidos**

Diâmetro nominal (mm)	Classe E			Classe A			Classe I		
	Diâmetro externo x Espessura de parede (mm)	Peso (kg/m)	Pressão de serviço (kgf/cm <sup>2</sup> )	Diâmetro externo x Espessura de parede (mm)	Peso (kg/m)	Pressão de serviço (kgf/cm <sup>2</sup> )	Diâmetro externo x Espessura de parede (mm)	Peso (kg/m)	Pressão de serviço (kgf/cm <sup>2</sup> )
15	15 x 0,50	0,203	41,0	15 x 0,70	0,280	60,0	15 x 1,0	0,392	88,0
22	22 x 0,60	0,360	34,0	22 x 0,90	0,532	50,0	22 x 1,1	0,644	60,0
28	28 x 0,60	0,460	26,0	28 x 0,90	0,638	40,0	28 x 1,2	0,901	55,0
35	35 x 0,70	0,673	25,0	35 x 1,10	1,045	40,0	35 x 1,4	1,318	45,0
42	42 x 0,80	0,923	24,0	42 x 1,10	1,261	35,0	42 x 1,4	1,593	42,0
54	54 x 0,90	1,339	21,0	54 x 1,20	1,775	28,0	54 x 1,5	2,206	34,0
66	66,7 x 1,00	1,839	20,0	66,7 x 1,20	2,200	24,0	66,7 x 1,5	2,737	28,0
79	79,4 x 1,20	2,627	19,0	79,4 x 1,50	3,271	24,0	79,4 x 1,9	4,122	27,0
104	104,8 x 1,20	3,480	14,0	104,8 x 1,50	4,337	18,0	104,8 x 2,0	5,755	20,0

Fonte: Procobre

Figura 03: Tabela dos diâmetros dos tubos, de acordo com a classe, especificada pela NBR 13206.

No projeto de instalações de gases medicinais do Hospital em questão, inicialmente foi se estipulado a utilização da tubulação de classe I, contudo houve um recálculo das pressões no sistema e notou-se a possibilidade de alteração para a classe A, que por ser de menor espessura tem um custo reduzido, e de suficiente resistência para as solicitações do Hospital.

### 5.2.2. Análise de dados

Como em todos os casos analisados neste trabalho, a análise dos dados seguirá os padrões do exemplo descrito no tópico 3.5., para este caso, como escrito anteriormente, foi detectado pelos projetistas um super dimensionamento de um sistema de tubulação de gases medicinais, sendo totalmente seguro alterar a classe deste sistema, reduzindo a espessura da tubulação, uma vez que a classe mais simples (classe A) suportará com segurança a pressão prevista. Para realizar a escolha da melhor alternativa, foram considerados os seguintes critérios:

- Qualidade (Q)
- Confiabilidade (Co)
- Paticidade (P)
- Custo (Ct)

A classificação dos valores para ponderação dos critérios é padronizado, e esta descrita na tabela abaixo, mantendo os padrões do exemplo demonstrado no tópico 3.5., demonstrado pela tabela 22.

Tabela 22: Valores para ponderação dos critérios.

1 - Iguamente preferível	6 - Fortemente para muito fortemente preferível
2 - Iguamente para moderadamente preferível	7 - Muito fortemente preferível
3 - Moderadamente preferível	8 - Muito fortemente para extremamente preferível
4 - Moderadamente para fortemente preferível	9 - Extremamente preferível
5 - Fortemente preferível	

Seguindo o passo a passo já demonstrado, primeiramente é necessário realizar a tabela ponderada, que foi executada com o auxílio do engenheiro responsável pela execução dos projetos, demonstrada pela tabela 23.

Tabela 23: Valores ponderados do segundo estudo de caso.

<b>Critérios</b>	<b>Q</b>	<b>Co</b>	<b>P</b>	<b>Ct</b>
Q - Qualidade	1	0,250	3	0,250
Co - Confiabilidade	4	1	6	1
P - Praticidade	0,333	0,167	1	0,167
Ct - Custo	4	1	6	1
Totais	9,333	2,417	16	2,417

Conforme demonstra a tabela acima, o custo e a confiabilidade de um sistema de gases medicinais são os critérios mais importantes, primeiramente porque no setor da saúde, a confiabilidade é sempre destaque, pois é necessário atender com segurança os pacientes em questão, e uma vez que a confiabilidade esteja assegurada, é necessário reduzir custos, pois estes projetos compõem uma fatia significativa dos investimentos neste tipo de construção.

A praticidade de execução é o quesito de menor valor, pois para o cliente, o mais importante é assegurar o bom atendimento, e se prevenir de qualquer eventual falha que este sistema possa apresentar.

A próxima etapa do método AHP é normalizar os valores para chegarmos a uma prioridade relativa, conforme a tabela 24.

Tabela 24: Tabela normalizada com a prioridade relativa.

Critérios	Q	Co	P	Ct	Prioridade Relativa
Q - Qualidade	0,107	0,103	0,188	0,103	0,125
Co - Confiabilidade	0,429	0,414	0,375	0,414	0,408
P - Praticidade	0,036	0,069	0,063	0,069	0,059
Ct - Custo	0,429	0,414	0,375	0,414	0,408
Totais	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

A tabela acima confirma que a confiabilidade e o custo são os critérios de maior importância dentre os critérios. Agora é necessário testar a consistência destas prioridades. Para isso é necessário seguir os demonstrados abaixo.

$$0,125 \times (1 \ 4 \ 0,333 \ 4)^T + 0,408 \times (0,25 \ 1 \ 0,167 \ 1)^T + 0,059 \times (3 \ 6 \ 1 \ 6)^T + 0,408 \times (0,25 \ 1 \ 0,167 \ 1)^T = \quad (1)$$

$$= \begin{vmatrix} 0,125 & + & 0,102 & + & 0,177 & & 0,102 \\ 0,502 & + & 0,408 & + & 0,354 & + & 0,408 \\ 0,042 & + & 0,068 & + & 0,059 & & 0,068 \\ 0,502 & & 0,408 & & 0,354 & & 0,408 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,506 \\ 1,671 \\ 0,237 \\ 1,671 \end{vmatrix}$$

Dividindo o valor desta matriz pela prioridade relativa, teremos o vetor consistência, que neste caso é  $VC = (4,039 \ + \ 4,099 \ + \ 4,01 \ + \ 4,099)^T$ . (2)

A partir deste vetor, estimar o maior autovalor  $\lambda_{max}$ , e o índice de consistência.

$$\lambda_{max} = (4,039 + 4,099 + 4,01 + 4,099)/4 = 4,062 \quad (3)$$

$$CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1) = (4,062 - 4)/(4 - 1) = 0,021 \quad (4)$$

Para determinar a taxa de consistência (CR) é necessário seguir a fórmula  $CR=CI/ACI$ . O valor de ACI é retirado da tabela abaixo, onde n é igual ao número de critérios de decisão, demonstrado na tabela 25.

Tabela 25: Tabela de referência para o valor ACI. Fonte: (Shimizu. 2001, p. 298)

n	3	4	5	6	7	8
ACI	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41

Para os valores das prioridades relativas serem considerados consistentes, o valor de CR deve ser menor ou igual a 0,10. Caso o valor de maior que 0,10, é necessário rever a matriz de comparação paritária.

Sabendo que  $CR = CI/ACI$  e que no caso  $ACI = 0,9$ . O valor final de CR é  $0,023 < 0,1$ , ou seja, os valores são consistentes.

Agora é necessário analisar as matrizes de comparação paritárias, ou seja, analisar critério por critério separadamente, em relação as duas alternativas de projetos.

- Qualidade

Segue abaixo na tabela 26 a ponderação do critério Qualidade.

Tabela 26: Ponderação para o critério qualidade.

	Classe I	Classe A
Classe I	1	2
Classe A	0,500	1

A qualidade da tubulação classe I foi considerada “igualmente para moderadamente preferível” em relação à classe A, pois a qualidade do produto final é praticamente a mesma, pois o critério de uma classe para outra é muito mais uma questão de confiabilidade, para assegurar a pressão desejada. Na sequência é necessário normalizar estes valores para posterior análise, conforme a tabela 27.

Tabela 27: Tabela normalizada do critério qualidade.

	Classe I	Classe A	Prioridades
Classe I	0,667	0,667	0,667
Classe A	0,333	0,333	0,333
Totais	1,000	1,000	1,000

- Confiabilidade

Segue abaixo na tabela 28 a ponderação do critério Confiabilidade.

Tabela 28: Ponderação para o critério confiabilidade.

	Classe I	Classe A
Classe I	1	4
Classe A	0,250	1

A diferença entre a Classe A e a Classe I é o quanto cada uma suporta de pressão, uma vez que a Classe I suporta uma quantidade de carga superior, ela apresenta uma confiabilidade superior à outra, por isso a classificação de “moderadamente para fortemente preferível”. Na sequencia é necessário normalizar estes valores para posterior análise, demonstrado pela tabela 29.

Tabela 29: Tabela normalizada do critério confiabilidade.

	Classe I	Classe A	Prioridades
Classe I	0,800	0,800	0,800
Classe A	0,200	0,200	0,200
Totais	1,000	1,000	1,000

- Praticidade

Segue abaixo na tabela 30 a ponderação do critério Praticidade.

Tabela 30: Ponderação para o critério praticidade.

	Classe I	Classe A
Classe I	1	1
Classe A	1	1

Neste caso, ambos os sistemas possuem os mesmos critérios para execução, pois o que diferencia um do outro é apenas a espessura da tubulação, que para Classe A é entre 0,70 mm e 1,50 mm e para Classe I a espessura da parede é entre 1 e 2 mm. Na sequencia é necessário normalizar estes valores para posterior análise, conforme a tabela 31.

Tabela 31: Tabela normalizada do critério praticidade.

	Classe I	Classe A	Prioridades
Classe I	0,500	0,500	0,500
Classe A	0,500	0,500	0,500
Totais	1,000	1,000	1,000

- Custo

Segue abaixo na tabela 32 a ponderação do critério Custo.

Tabela 32: Ponderação para o critério custo.

	Classe I	Classe A
Classe I	1	0,125
Classe A	8	1

O projeto inicial no qual parte das tubulações de gases medicinais era Classe I foi orçado no valor de 2.600.000,00 reais, após as alterações para Classe A houve uma redução de 37.255, 92 reais, sendo orçado em 2.562.744,00 reais. Uma redução de 1,5% sobre o valor inicial. Devido a isto, a Classe A foi classificada como “muito fortemente para extremamente preferível”. Na sequencia é necessário normalizar estes valores para a análise final, conforme tabela 33.

Tabela 33: Tabela normalizada do critério custo

	Classe I	Classe A	Prioridades
Classe I	0,111	0,111	0,111
Classe A	0,889	0,889	0,889
Totais	1,000	1,000	1,000

Multiplicando a prioridade relativa de cada critério pela prioridade relativa inicial, chegaremos à prioridade composta, que representa numericamente, qual é a melhor opção entre os dois projetos.

	Q	Co	P	Ct		Prioridade Relativa		Prioridade composta
Classe I	0,667	0,800	0,500	0,111	x	0,125		0,485
Classe A	0,333	0,200	0,500	0,889		0,408		0,515
						0,059		
						0,408		

Portanto é possível concluir que de acordo com os critérios adotados, utilizar a tubulação de Classe A é mais vantajoso, mesmo que a diferença não tenha sido muito grande entre as duas.



### 5.3. ELIMINAÇÃO DE UM SISTEMA PARALELO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA GELADA PARA OS PROJETOS DE AR CONDICIONADO

#### 5.3.1. Análise teórica

Cada pavimento possui duas centrais de abastecimento de água gelada para resfriamento do sistema de ar condicionado, uma para o setor dos leitos da direita, e outro para os leitos da esquerda. No projeto inicial previa que as duas centrais fossem interligadas, caso uma falhe a outra continua o abastecimento. Conforme demonstra a figura 4.

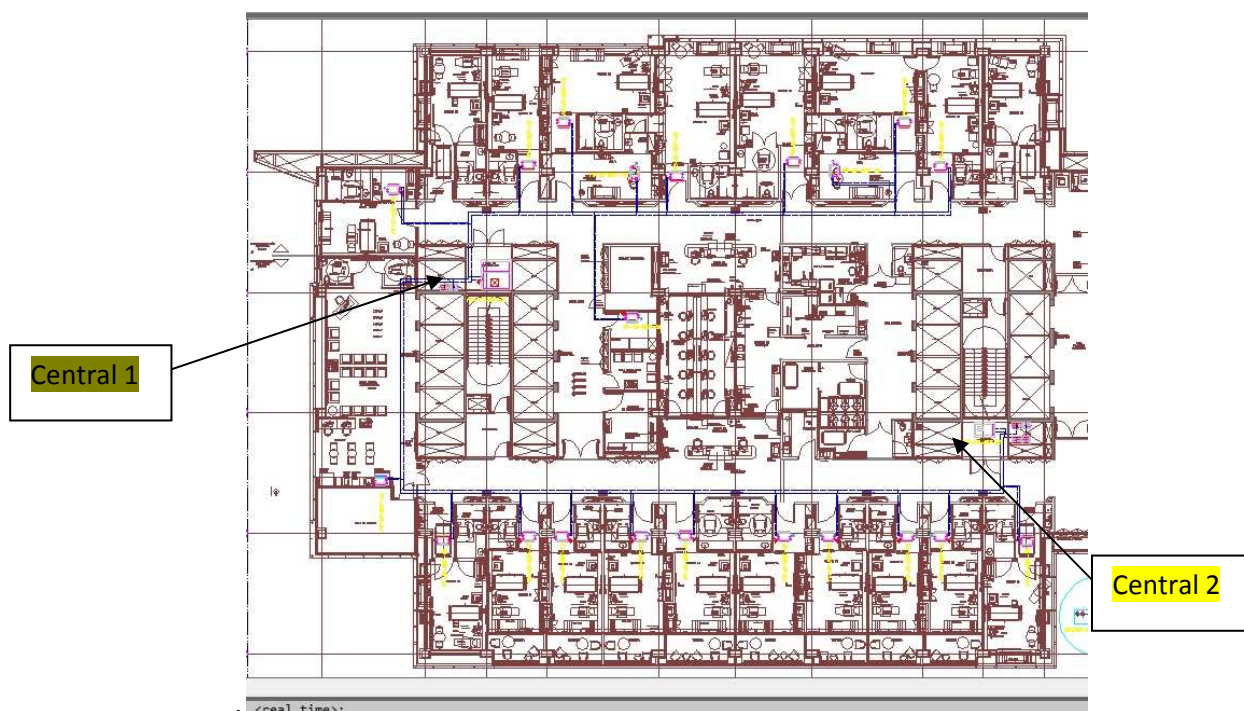


Figura 04: Sistema de ar condicionado do sistema inicial.

Analisando a imagem acima, as duas centrais são interligadas, e abastecem juntamente todos os leitos, caso uma falhe a outra continua o abastecimento. Porém, as possibilidades de uma das centrais falhar são pequenas, e visando a economia deste projeto, os projetistas juntamente com o cliente decidiram eliminar esta interligação, deixando cada central abastecendo o seu determinado setor. A figura 06 detalha exatamente qual região gerará a economia, ressaltando que este projeto se aplica para os pavimentos 8º, 9º, 10º, 12º, 13º, 14º, 15º e 16º, que incluem apenas leitos, excluindo áreas críticas como centro cirúrgico e UTI, demonstrado na figura 5.

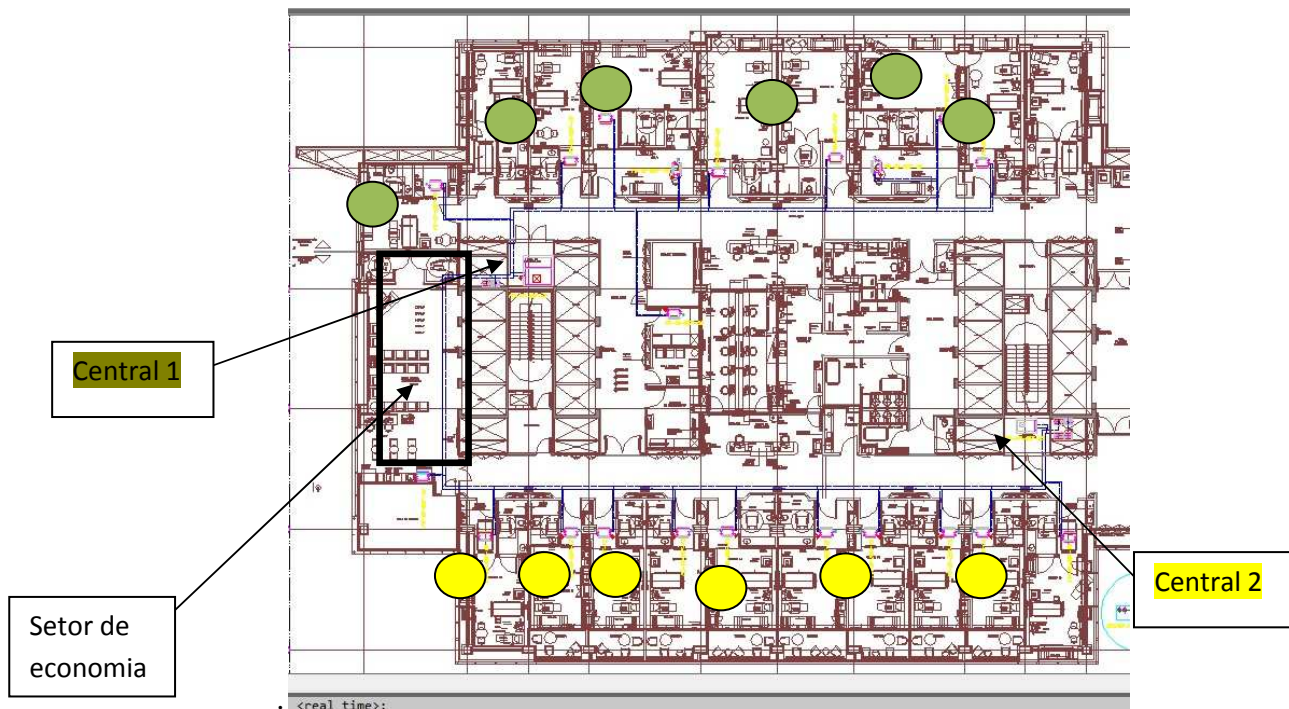


Figura 05: Sistema de ar condicionado do sistema após a retirada de “redundância”.

Neste novo sistema, as probabilidades de falha são maiores, porém como não interfere diretamente na segurança de um paciente, o critério da confiabilidade é menos conceituado que o custo, viabilizando esta alteração.

### 5.3.2. Análise de dados

Seguindo a mesma lógica de raciocínio dos casos anteriores, este caso será analisado pelo método AHP. Como descrito anteriormente, o objetivo central deste caso é estudar a viabilidade de eliminar o sistema interligado de refrigeração de ar condicionado, considerado uma redundância, uma vez que as duas centrais são capazes de alimentar o pavimento inteiro sem estarem conectadas. Para realizar a escolha da melhor alternativa, foram considerados os seguintes critérios:

- Qualidade (Q)
- Confiabilidade (Co)
- Paticidade (P)
- Custo (Ct)

Mantendo o padrão de análise de todos os casos estudados, os conceitos para a avaliação dos critérios será o mesmo, continuando como nos padrões do exemplo demonstrado no tópico 3.5., demonstrado na tabela 34.

Tabela 34: Valores para ponderação dos critérios.

1 - Iguamente preferível	6 - Fortemente para muito fortemente preferível
2 - Iguamente para moderadamente preferível	7 - Muito fortemente preferível
3 - Moderadamente preferível	8 - Muito fortemente para extremamente preferível
4 - Moderadamente para fortemente preferível	9 - Extremamente preferível
5 - Fortemente preferível	

Seguindo o passo a passo já demonstrado, primeiramente é necessário realizar a tabela ponderada, que foi executada com o auxílio do engenheiro responsável pela execução dos projetos, conforme a tabela 35.

Tabela 35: Valores ponderados do terceiro estudo de caso.

<b>Critérios</b>	<b>Q</b>	<b>Co</b>	<b>P</b>	<b>Ct</b>
Q - Qualidade	1	0,500	4	0,200
Co - Confiabilidade	2	1	5	0,166667
P - Praticidade	0,250	0,200	1	0,125
Ct - Custo	5	6	8	1
Totais	8,250	7,700	18	1,492

Conforme demonstra a tabela acima, o custo é o critério de maior conceito dentre os demais, uma vez que se trata de um sistema que não interfere diretamente na segurança do paciente, pois a análise não engloba projetos de salas críticas como centro cirúrgico e UTI.

O segundo ponto de importância é a confiabilidade, pois mesmo que não coloque nenhuma vida em risco, trata-se de um grande hospital, que zela pela eficiência e qualidade de seu serviço, explicando também o fato de qualidade e confiabilidade serem critérios de conceitos tão próximos.

Apesar de a praticidade ser o critério de menor conceito, não deixa de ser importante, devido aos curtos prazos impostos pelo cliente, visando o retorno financeiro.

A próxima etapa do método AHP é normalizar os valores para chegarmos a uma prioridade relativa, demonstrada pela tabela 36.

Tabela 36: Tabela normalizada com a prioridade relativa.

Critérios	Q	Co	P	Ct	Prioridade Relativa
Q - Qualidade	0,121	0,065	0,222	0,134	0,136
Co - Confiabilidade	0,242	0,130	0,278	0,112	0,190
P - Praticidade	0,030	0,026	0,056	0,084	0,049
Ct - Custo	0,606	0,779	0,444	0,670	0,625
Totais	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

A tabela acima confirma o custo é o critério de maior importância, com uma vantagem significativa dentre os demais. Agora é necessário testar a consistência destas prioridades. Para isso é necessário seguir os demonstrados abaixo.

$$0,136 \times (1 \ 2 \ 0,250 \ 5)^T + 0,190 \times (0,5 \ 1 \ 0,2 \ 6)^T + 0,049 \times (4 \ 5 \ 1 \ 8)^T + 0,625 \times (0,2 \ 0,167 \ 0,125 \ 1)^T = \quad (1)$$

$$= \begin{vmatrix} 0,136 & + & 0,095 & + & 0,196 & & 0,125 \\ 0,271 & + & 0,190 & + & 0,245 & + & 0,104 \\ 0,034 & + & 0,038 & + & 0,049 & & 0,078 \\ 0,678 & & 1,143 & & 0,391 & & 0,625 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,551 \\ 0,810 \\ 0,199 \\ 2,837 \end{vmatrix}$$

Dividindo o valor desta matriz pela prioridade relativa, teremos o vetor consistência, que neste caso é VC = (4,067 + 4,255 + 4,069 + 4,539)T.

A partir deste vetor, estimar o maior autovalor  $\lambda_{\max}$ , e o índice de consistência.

$$\lambda_{\max} = (4,067 + 4,255 + 4,069 + 4,539)/4 = 4,233$$

$$CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1) = (4,233 - 4)/(4 - 1) = 0,078$$

Para determinar a taxa de consistência (CR) é necessário seguir a fórmula CR=CI/ACI. O valor de ACI é retirado da tabela 38, onde n é igual ao número de critérios de decisão, demonstrado 37.

Tabela 37: Tabela de referência para o valor ACI. Fonte: (Shimizu. 2001, p. 298)

n	3	4	5	6	7	8
ACI	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41

Para os valores das prioridades relativas serem considerados consistentes, o valor de CR deve ser menor ou igual a 0,10. Caso o valor de maior que 0,10, é necessário rever a matriz de comparação paritária.

Sabendo que  $CR = CI/ACI$  e que no caso  $ACI = 0,9$ . O valor final de CR é  $0,078 < 0,1$ , ou seja, os valores são consistentes. (2)

Agora é necessário analisar as matrizes de comparação paritárias, ou seja, analisar critério por critério separadamente, em relação as duas alternativas de projetos.

- Qualidade

De acordo com a tabela 38, a matriz de comparação paritária as ponderações são:

Tabela 38: Ponderação para o critério qualidade.

	Centrais interligadas	Centrais independentes
Centrais interligadas	1	1
Centrais independentes	1	1

A qualidade final da refrigeração do sistema de ar condicionado por água gelada, de ambos os casos são iguais, pois funcionando corretamente, os leitos possuirão a mesma potencia de refrigeração. Na sequencia é necessário normalizar estes valores para posterior analise, conforme a tabela 39.

Tabela 39: Tabela normalizada do critério qualidade.

	Centrais interligadas	Centrais independentes	Prioridades
Centrais interligadas	0,500	0,500	0,500
Centrais independentes	0,500	0,500	0,500
Totais	1,000	1,000	1,000

- Confiabilidade

De acordo com a tabela 40, a matriz de comparação paritária as ponderações são:

Tabela 40: Ponderação para o critério confiabilidade.

	Centrais interligadas	Centrais independentes
Centrais interligadas	1	4
Centrais independentes	0,250	1

A opção em que as centrais são interligadas possui maior confiabilidade, pelo fato de uma suprir uma eventual falha da outra, deixando todo o pavimento climatizado. No caso de centrais independentes, caso ocorra uma falha, metade do pavimento fica sem a refrigeração do ar condicionado. Na sequência é necessário normalizar estes valores para posterior análise, conforme a tabela 41.

Tabela 41: Tabela normalizada do critério confiabilidade.

	Centrais interligadas	Centrais independentes	Prioridades
Centrais interligadas	0,800	0,800	0,800
Centrais independentes	0,200	0,200	0,200
Totais	1,000	1,000	1,000

- Praticidade

De acordo com a tabela 42, a matriz de comparação paritária as ponderações são:

Tabela 42: Ponderação para o critério praticidade.

	Centrais interligadas	Centrais independentes
Centrais interligadas	1	0,333
Centrais independentes	3	1

Analisando os sistemas de acordo com a praticidade de execução, as centrais independentes recebeu conceito 3, ou seja “moderadamente preferível” por não possuir a tubulação de interligação entre as centrais. Na sequência é necessário normalizar estes valores para posterior análise, conforme a tabela 43.

Tabela 43: Tabela normalizada do critério praticidade.

	Centrais interligadas	Centrais independentes	Prioridades
Centrais interligadas	0,250	0,250	0,250
Centrais independentes	0,750	0,750	0,750
Totais	1,000	1,000	1,000

- Custo

De acordo com a tabela 44, a matriz de comparação paritária as ponderações são:

Tabela 44: Ponderação para o critério custo.

	Centrais interligadas	Centrais independentes
Centrais interligadas	1	0,143
Centrais independentes	7	1

De acordo com o levantamento em projeto, alterar de central interligada, para central independente, gerou uma economia de R\$ 70.545,12, portanto centrais independentes ganhou um conceito 7, “muito fortemente preferível”. Na sequência é necessário normalizar estes valores para a análise final, conforme a tabela 45.

Tabela 45: Tabela normalizada do critério custo

	Centrais interligadas	Centrais independentes	Prioridades
Centrais interligadas	0,125	0,125	0,125
Centrais independentes	0,875	0,875	0,875
Totais	1,000	1,000	1,000

Multiplicando a prioridade relativa de cada critério pela prioridade relativa inicial, chegaremos à prioridade composta, que representa numericamente, qual é a melhor opção entre os dois projetos.

	Q	Co	P	Ct		Prioridade Relativa	Prioridade composta
Centrais interligadas	0,500	0,800	0,250	0,125	x	0,136	0,311
Centrais independentes	0,500	0,200	0,750	0,875		0,190	0,689
						0,049	
						0,625	

De acordo com as análises realizadas, é possível visualizar a clara preferência pelo sistema de centrais independentes, uma vez que o critério de maior conceito é o custo, e a confiabilidade não é tão conceituado por não colocar em risco a saúde dos pacientes.

## 6. CONCLUSÃO

Diante deste cenário competitivo e estressante do ambiente de trabalho, onde o tempo é uma peça fundamental, utilizar-se de ferramentas como a AHP para tomar uma decisão com maior probabilidade de acerto é fundamental.

As técnicas e componentes utilizados estão ligados diretamente ao bom senso dos colaboradores e à busca pela produtividade e lucratividade atualmente almejada pelas organizações. Trata-se de uma nova metodologia que transforma a tomada de decisão, que pode ser aproveitado muito beneficemente tanto pela empresa como para o grupo de trabalho envolvido.

Sendo o AHP um método de múltiplos critérios, a tomada de decisão é muito mais eficiente, pois pondera os quesitos de acordo com a vontade do cliente, assim como evidencia os pontos fortes e fracos de cada opção, gerando um resultado consistente que facilita o interessado a tomar a escolha correta.

É um método simples, objetivo e empolgante para os gestores, pois os resultados são notados facilmente e com isso todos ganham: os clientes pela satisfação obtida pela segurança de tomar uma decisão estudada corretamente, e pela empresa com uma garantia de que a tomada de decisão foi realizada, embasada em critérios consistentes.



## REFERÊNCIAS

Bornia, Antônio Cesar. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas.** 2ª Ed., Editora Atlas, 2009;

Cliff T. Ragsdale. **Modelagem e Análise de Decisão,** Ed. Cengage Learning, 2007;

Csillag, João Mario. **Ánalise do Valor.** 4ª Ed., Editora Atlas, 1995;

HARTLEY, Jean F. **Case studies in organization research.** In : Cassell, Catherine & Symon, Gillian (Ed.) *Qualitative methods in organization research: a practical guide.* London: Sage, 1994.

MILES, Lawrence D. **Análise Del Valor.** Bilbao: Deusto, 1970;

Mosela, Willian. **Mapeamento de Fluxo de Valor: Eliminando Desperdícios e Agregando Valor.** Monografia para Graduação em Engenharia de Produção. UNESP Bauru, 2009;

Shimizu T. **Decisão nas organizações,** 2ª Edição, Ed. Atlas, 2006. Pg. 279;