

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA MECÂNICA

FELIPE AUGUSTO CARVALHO DE FARIA

**FERRAMENTA DE APOIO PARA GERENCIAMENTO DE PROJETO E  
DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2016

FELIPE AUGUSTO CARVALHO DE FARIA

**FERRAMENTA DE APOIO PARA GERENCIAMENTO DE PROJETO E  
DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Engenharia Mecânica – DAMEC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Mecânico. Área de Concentração: Ar Condicionado.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Martinelli Junior.

PATO BRANCO

2016

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### Ferramenta de Apoio para Gerenciamento de Projeto e Dimensionamento de Sistema de Ar Condicionado

Felipe Augusto Carvalho de Faria

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado no dia 23/06/2016 como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Mecânico, do curso de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Pato Branco (UTFPR-PB). O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora julgou o trabalho **APROVADO**.

---

Prof. Dr. Sérgio Luiz Ribas Pessa  
(UTFPR)

---

Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira  
(UTFPR)

---

Prof. Dr. Luiz Carlos Martinelli Junior  
(UTFPR)  
Orientador

---

Prof. Dr. Bruno Bellini Medeiros  
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Mecânica

À memória de Alaor Novais de Faria, homem que me acompanha em pensamentos. Mais que avô, um segundo pai.

À minha família (Gustavo, Giovanna e Ana Beatriz), diretamente responsável pelas minhas conquistas. Hoje, colho o resultado da dedicação, educação e confiança que depositaram em mim.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, em especial, à minha família: Gustavo Henrique Carvalho de Faria, Giovanna Almeida Carvalho de Faria e Ana Beatriz Carvalho de Faria.

Meu pai, um grande incentivador, aconselhador, educador e responsável pelo homem no qual me tornei. Com dignidade e honestidade, lutou desde o início pela família que construiu e, sempre que necessário, abdicou de sua vida em prol da família, nos apoiando e nos unindo com muito carinho e responsabilidade. Homem de percepção que jamais deixou de corrigir meus erros, elogiar meus acertos e auxiliar minhas futuras decisões com maestria. O exemplo a ser seguido.

Minha mãe, a guerreira dedicada e persistente que nunca deixou de proteger e doar um amor inexplicável e incondicional. Mulher que, além de oferecer a educação, foi e sempre será meu porto seguro, minha guia e eterna aliada. Graças aos seus ensinamentos, sei que com dedicação, persistência e respeito, posso realizar minhas missões com maestria e perfeição.

Minha irmã, presente parceira e futura companheira para o resto da vida. Sou grato por você existir. Juntos, aprendemos o que é compartilhar, o que é viver. Juntos, seremos mais fortes para suportar as dificuldades da nossa jornada.

Agradeço à minha namorada, estrutura que acelerou meu crescimento pessoal. Obrigado não só por sempre me alegrar, apoiar, tranquilizar e incentivar, mas também por aturar meus momentos de fraqueza, teimosia e incerteza.

Agradeço também aos amigos e colegas, igualmente responsáveis pelas alegrias, realizações, desafios e lições. Em seguida, e não menos importante, aos inimigos, pois sem as barreiras e dificuldades impostas jamais seria possível me desenvolver como pessoa/profissional e aprender a enxergar e corrigir meus próprios erros e defeitos.

Ao professor orientador do trabalho e todos os professores que fazem parte do corpo docente do curso de Engenharia Mecânica, pois me ensinaram a base da profissão que escolhi e demonstraram os caminhos que devo seguir.

Por fim, o eterno obrigado aos avôs Alaor Novais de Faria e Geraldo Rodrigues de Carvalho, homens de punhos fortes e corações gigantes. Anjos que iluminam o percurso e acompanham a minha missão.

No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz. (SENNÁ, Ayrton, 1990).

## RESUMO

FARIA, Felipe A. C. de. **Ferramenta de Apoio para Gerenciamento de Projeto e Dimensionamento de Sistema de Ar Condicionado**. 2016. 143 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Engenharia Mecânica) – Curso Superior de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

Este trabalho idealiza e desenvolve uma ferramenta de apoio estruturada em planilha eletrônica, plataforma de fácil manuseio e custo acessível, que visa auxiliar micro e pequenas empresas do ramo a gerenciar projetos e dimensionar sistemas de ar condicionado de baixo e médio porte. O objetivo principal é viabilizar a entrada das empresas de menor porte no mercado com desenvolvimento de projetos de qualidade e, conseqüentemente, a competição com empresas de maior porte que operam com *softwares* robustos. A metodologia de projeto sugerida e empregada no corpo da ferramenta baseia-se não só na pesquisa bibliográfica de normas brasileiras regulamentadoras, legislações e bibliografias especializadas no tema e nos tópicos necessários (dimensionamento de carga térmica, dutos, difusores, perda de carga, análise de carta psicrométrica, entre outras variáveis físicas), mas também em orientações e informações extraídas de engenheiros com experiência na área. Após conclusão da revisão bibliográfica, implementa-se a planilha eletrônica por meio da metodologia de projeto e define-se a utilização do exemplo prático adotado pelo estudo de Carvalho (2009), o qual utiliza um cômodo residencial para calcular a carga térmica por métodos distintos, para validação da ferramenta. Então, depois de desenvolver o projeto de climatização do cômodo residencial na ferramenta, realiza-se a confrontação de dados referentes aos resultados obtidos pela ferramenta e pelo estudo de Carvalho (2009). Em análise quantitativa, verifica-se que os resultados no cálculo de carga térmica na ferramenta e no cálculo detalhado do estudo de Carvalho (2009), 7822,4 BTU/h e 8542,0 BTU/h, respectivamente, são praticamente equivalentes, com ênfase à pequena economia proporcionada pela ferramenta devido ao cálculo minucioso, pois propiciou um valor menor de carga térmica e, conseqüentemente, menor demanda por potência de refrigeração. Logo, como os principais parâmetros físicos e técnicos resultantes são semelhantes em ambos, comprova-se o valor e o potencial da ferramenta de apoio em virtude da validação e o diferencial da existência de inúmeras funções exclusivas em sua estrutura que, agrupadas, tornam possível a construção de projetos eficientes e completos. Finalmente, conclui-se que a mesma é funcional e está apta para futuro fornecimento devidamente autorizado e aplicação na prática de micro e pequenas empresas. Ressalva-se que ferramenta de apoio encontra-se no Apêndice B em conjunto com o projeto do estudo de caso desenvolvido.

**Palavras-chave:** Ferramenta de Apoio. Micro e Pequenas Empresas. Sistemas de Ar Condicionado. Normas Brasileiras Regulamentadoras. Projeto.

## ABSTRACT

FARIA, Felipe A. C. de. **Support Tool for Project Management and Design of Air Conditioning System**. 2016. 143 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Engenharia Mecânica) – Curso Superior de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

This work conceives and develops a support tool structured spreadsheet, easy to use and affordable platform, which aims to help micro and small companies in the industry to manage projects and scale down air conditioning systems and medium. The main objective is to enable the entry of smaller companies in the market with quality projects development and, consequently, competition with larger companies that operate with robust software. The suggested design methodology and used the tool body is based not only on the literature of regulatory Brazilian regulations, legislation and specialized bibliographies on the subject and the necessary topics (heat load sizing, ducts, diffusers, pressure drop, analysis psychrometric chart, among other physical parameters), but also directions and information extracted engineers experienced in the field. After completing the review, implements the spreadsheet through the design methodology and define the use of the practical example adopted by Carvalho study (2009), which uses a residential room to calculate the heat load by different methods for tool validation. Then, after developing the residential room air conditioning project in the tool takes place the confrontation of data on the results achieved by the tool and the study of Carvalho (2009). In quantitative analysis, it is found that results in thermal load calculation in the tool and the detailed calculation by Carvalho study (2009), 7822.4 BTU/h 8542.0 BTU/h, respectively, are roughly equivalent, with emphasis the small saving provided by the tool due to the careful calculation because it gave a lower value of thermal load and therefore less demand for cooling capacity. Therefore, as the main physical parameters and technical result are similar in both confirms the value and potential of the support tool because of validation and the difference of the existence of several unique features in its structure which, clustered, make it possible to building efficient and complete projects. Finally, it is concluded that it is functional and is able to supply future duly authorized and practical application of micro and small businesses. It is emphasized that support tool is in Appendix B together with the case study developed the project.

**Keywords:** Support Tool. Micro and Small Enterprises. Air Conditioning Systems. Regulatory Standards Brazilian. Project.

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1 – Primeiro sistema condicionador de ar idealizado por Willis Carrier. ....         | 15 |
| FIGURA 2 – Programa Multiplus integrado à plataforma CAD 2D. ....                           | 17 |
| FIGURA 3 – Processos para desenvolvimento de um projeto. ....                               | 25 |
| FIGURA 4 – Principais fatores que afetam a carga térmica de um recinto. ....                | 34 |
| FIGURA 5 – Demonstração de carta psicrométrica e respectivas finalidades. ....              | 37 |
| FIGURA 6 – Principais fatores de conforto térmico humano. ....                              | 39 |
| FIGURA 7 – Tipo de isolante mecânico para sistemas submetidos à vibração. ....              | 41 |
| FIGURA 8 – Taxa de honorários de projeto. ....  | 42 |
| FIGURA 9 – Fator de aplicação para ar condicionado ou aquecimento. ....                     | 43 |
| FIGURA 10 – Fator de dificuldade. ....  | 44 |
| FIGURA 11 – Fluxograma de estruturação do trabalho. ....                                    | 45 |
| FIGURA 12 – Representação esquemática da residência. ....                                   | 55 |
| FIGURA 13 – Características do ambiente a ser climatizado. ....                             | 56 |
| FIGURA 14 – Representação de outros dados referentes ao ambiente em estudo. ....            | 57 |
| FIGURA 15 – Dados essenciais para a planilha 'Proposta Inicial'. ....                       | 58 |
| FIGURA 16 – Resultado inicial informado no relatório do <i>feedback</i> informacional. .... | 59 |
| FIGURA 17 – Condições de cálculo determinantes para carga térmica existente. ....           | 60 |
| FIGURA 18 – Tipos de carga térmica e somatório final. ....                                  | 61 |
| FIGURA 19 – Resumo dos cálculos da carga térmica e da carta psicrométrica. ....             | 62 |
| FIGURA 20 – Parâmetros de conforto térmico requisitados pela ferramenta. ....               | 62 |
| FIGURA 21 – Orçamento final do sistema condicionador de ar a ser instalado. ....            | 64 |
| FIGURA 22 – Representação do custo final exigível pelo contratado. ....                     | 65 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|   |
|---|
| TABELA 1 – Base de Dados da Confrontação dos Resultados Obtidos – Parte 1. ..66 |
| TABELA 2 – Base de Dados da Confrontação dos Resultados Obtidos – Parte 2. ..68 |
| TABELA 3 – Base de Dados da Confrontação dos Resultados Obtidos – Parte 3. ..68 |
| TABELA 4 – Base de Dados da Confrontação dos Resultados Obtidos – Parte 4. ..68 |

## ÍNDICE DE SIGLAS

|       |   |
|-------|---|
| ABNT  | Associação Brasileira de Normas Técnicas    |
| ART   | Anotação de Responsabilidade Técnica        |
| BTU   | British Thermal Unit                        |
| CAD   | Computer Aided Design                       |
| EAS   | Estabelecimentos Assistenciais de Saúde     |
| MTPD  | Ministério do Trabalho e Previdência Social |
| NBR   | Norma Brasileira Regulamentadora            |
| NR    | Norma Regulamentadora                       |
| PMBOK | Project Management Body of Knowledge        |
| PMOC  | Plano de Manutenção, Operação e Controle    |
| TR    | Tonelada de Refrigeração                    |

## ÍNDICE DE ACRÔNIMOS

|        |  |
|--------|--|
| ABRAVA | Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento |
| CONFEA | Conselho Federal de Engenharia e Agronomia                                       |
| CREA   | Conselho Regional de Engenharia e Agronomia                                      |
| UFBA   | Universidade Federal da Bahia  |

## SUMÁRIO

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1      | INTRODUÇÃO.....   | 15 |
| 1.1    | DELIMITAÇÃO DO TEMA .....   | 17 |
| 1.2    | OBJETIVOS.....  | 18 |
| 1.2.1  | Objetivo Geral .....  | 18 |
| 1.2.2  | Objetivos Específicos.....  | 18 |
| 1.3    | JUSTIFICATIVA.....  | 19 |
| 2      | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....   | 22 |
| 2.1    | METODOLOGIA E GERENCIAMENTO DE PROJETO .....  | 24 |
| 2.2    | NORMAS REGULAMENTADORAS E LEGISLAÇÕES BRASILEIRAS<br>APLICÁVEIS EM SISTEMAS DE AR CONDICIONADO.....       | 25 |
| 2.2.1  | Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários.....                                       | 26 |
| 2.2.2  | Tratamento de Ar em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS).....                                    | 28 |
| 2.2.3  | Instalações de Ar Condicionado para Salas de Computadores .....   | 28 |
| 2.2.4  | Atividades e Operações Insalubres.....  | 29 |
| 2.2.5  | Ergonomia.....  | 29 |
| 2.2.6  | Desempenho Térmico de Edificações.....  | 30 |
| 2.2.7  | Acústica – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, visando o Conforto da<br>Comunidade – Procedimento..... | 30 |
| 2.2.8  | Níveis de Ruído para Conforto Acústico .....  | 30 |
| 2.2.9  | Portaria N° 3.523.....  | 31 |
| 2.2.10 | Metodologia para Avaliação dos Honorários para Projetos de Sistemas de<br>Ar Condicionado.....            | 31 |
| 2.2.11 | Anotação de Responsabilidade Técnica.....   | 32 |
| 2.3    | PARÂMETROS GERAIS INTERNOS E EXTERNOS PARA<br>DESENVOLVIMENTO DE PROJETO.....                             | 32 |
| 2.3.1  | Método Simplificado – Tabelas Práticas para Projeto de Climatização.....                                  | 33 |
| 2.3.2  | Dimensionamento de Carga Térmica.....   | 34 |
| 2.3.3  | Dimensionamento de Distribuição e Difusão de Ar .....   | 38 |
| 2.3.4  | Parâmetros de Conforto Térmico .....  | 38 |
| 2.3.5  | Ventilação e Filtragem do Ar .....  | 40 |
| 2.3.6  | Níveis de Ruído Interno e Externo .....   | 40 |
| 2.4    | HONORÁRIOS DE PROJETO .....   | 41 |
| 2.5    | METODOLOGIA .....   | 45 |
| 3      | DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO .....   | 48 |
| 3.1    | INÍCIO.....   | 49 |
| 3.2    | INFORMAÇÕES .....   | 50 |
| 3.3    | GERENCIAMENTO DE PROJETO .....  | 50 |
| 3.4    | 1º CONTATO.....   | 50 |
| 3.5    | PROPOSTA INICIAL .....  | 51 |
| 3.6    | FEEDBACK DE PROPOSTA INICIAL .....  | 52 |
| 3.7    | PROPOSTA APROFUNDADA .....  | 52 |
| 3.8    | PROJETO FINAL.....  | 53 |
| 3.9    | RELATÓRIO FINAL.....  | 53 |
| 3.10   | HONORÁRIOS DE PROJETO.....  | 54 |
| 3.11   | APROVAÇÃO FINAL DE PROJETO.....   | 54 |
| 4      | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....  | 55 |
| 4.1    | ESTUDO DE CASO .....  | 55 |

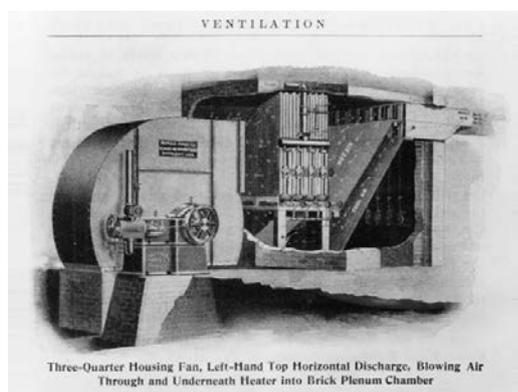
|     |  |    |
|-----|--|----|
| 4.2 | ANÁLISE E DISCUSSÃO DO ESTUDO DE VALIDAÇÃO ..... | 66 |
| 5   | CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....            | 70 |
|     | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                 | 72 |
|     | APÊNDICES.....                                   | 76 |
|     | ANEXOS .....                                     | 79 |

## 1 INTRODUÇÃO

O conhecimento e os recursos da refrigeração existem desde os primórdios das antigas civilizações. Com auxílio de gelo e neve, populações desfrutavam do preparo de bebidas geladas e conservavam mantimentos para consumo posterior. Contudo, essa perspectiva inicial transformou-se progressivamente em outra possibilidade: conviver com climas adversos em ambientes termicamente confortáveis. Tal prática demonstrou-se interessante, possível e conseqüentemente favorável às atividades humanas, dando origem a vários e importantes avanços da civilização moderna (MARTINELLI, 2008).

Refrigeração, como nos apresenta Silva (2003), é o ato ou efeito de refrigerar, ou seja, retirar calor de um determinado meio e manter tal condição por mecanismos mecânicos ou naturais. Atualmente, a aplicação mais usual e conhecida da refrigeração é a climatização realizada pelo aparelho condicionador de ar, vulgo 'ar condicionado'. As áreas de refrigeração e ar condicionado são interdependentes, embora cada uma tenha seu campo específico de trabalho. (STOECKER E JONES, 1985).

A concepção do primeiro sistema condicionador de ar, ilustrado na Figura 1, que controlava condições de ambiente foi idealizada no Brooklyn, Nova Iorque, para sanar algumas dificuldades que a indústria gráfica Sacket & Wilhelms enfrentava no processo de fabricação do papel com a umidade, em 1902. O responsável por esta invenção foi o engenheiro norte-americano Willis Carrier (CARRIER, 2015).



**Figura 1 – Primeiro sistema condicionador de ar idealizado por Willis Carrier.  
Fonte: Site oficial Willis Carrier (2015).**

Após isso, observou-se uma revolução global no ramo da refrigeração, pois o ar condicionado não só transformou o conceito de conforto e bem-estar, mas também propiciou a realização de diversos e significativos progressos em áreas como saúde, pesquisa, construção civil, industrial, transporte, computação, etc. (ABRAVA, 2015).

De acordo com a publicação eletrônica de Garcia (2015), jornalista da seção de Economia no R7 NOTÍCIAS, o mercado do setor de condicionadores de ar no Brasil encontra-se cada vez mais movimentado, não só devido às mudanças climáticas enfrentadas em todo o país, mas também pelo aumento significativo da exigência e necessidade da população em usufruir de conforto e qualidade de vida. O aumento gradual das temperaturas máximas e mínimas gera a urgência de senso comum e eleva a demanda dos consumidores em adquirir seu próprio acessório de climatização, tanto para residências quanto para empresas, indústrias, supermercados, academias, farmácias, restaurantes, entre outros diversos ambientes.

O custo de investimento e a variedade de sistemas de ar condicionado existentes no mercado são fatores que, atualmente, tornam primordial a contratação de um projeto. A instalação de um sistema com ar condicionado requer uma avaliação prévia e criteriosa, com a estruturação de um projeto que implicará em custos operacionais adequados. Em outras palavras, ao se fazer um orçamento de uma instalação de ar condicionado sem nenhum estudo de caso e diretamente com empresas instaladoras, o consumidor recebe várias soluções com custos desproporcionais, sem passar por uma análise detalhada que possa indicar a alternativa que atenda somente às necessidades do mesmo, como por exemplo: melhor relação entre custo e benefício, economia de energia elétrica e qual proporcionará a potência de refrigeração adequada para o ambiente (ABRAVA, 2015).

É neste contexto que um engenheiro responsável insere-se, com a função de pensar, viabilizar e projetar, através de seus conhecimentos de engenharia, planejamento e gestão de projeto, habilidade em quesitos financeiros e econômicos, inovação e aptidão para negociação.

## 1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Atualmente, existe uma variedade de programas disponíveis no mercado que, com a manipulação correta do engenheiro responsável, desenvolvem praticamente todo o processo de dimensionamento do sistema para climatizar um ambiente. Um, em específico, automatiza o projeto de instalações de ar condicionado por ser totalmente integrado com o projeto arquitetônico, conforme se demonstra na Figura 2, reconhecendo automaticamente a planta baixa produzida em CAD 2D, convertendo os dados e dimensionando carga térmica, rede de dutos e rede hidráulica (no caso de projetos de água gelada), em conjunto com a especificação final de todos os materiais necessários para o sistema (MULTIPLUS, 2015). Alguns são gratuitos e disponíveis no próprio sítio do fabricante escolhido, sendo esses mais simplificados, enquanto que a maioria possui um custo associado relativamente alto para adquiri-los e podem ser considerados como mais refinados do que os mencionados anteriormente.



**Figura 2 – Programa Multiplus integrado à plataforma CAD 2D.  
Fonte: MULTIPLUS (2016).**

Adicionalmente, uma empresa brasileira, sediada em Joinville (Santa Catarina), produz ferramentas integradas de apoio à decisão em várias plataformas. Em especial, oferece ferramentas que solucionam problemas, desenvolvem e customizam projetos específicos de climatização em engenharia e conforto térmico aliado a segurança e medicina do trabalho, baseadas em: conforto térmico, carga térmica, orçamento e Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) (ESTALO, 2016).

Ao final do trabalho, no Apêndice A, encontra-se o inventário que demonstra a listagem com a maioria dos programas e ferramentas existentes em conjunto com as respectivas informações e características mais relevantes dos mesmos.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Elaborar ferramenta de apoio para gerenciamento de projeto e dimensionamento de sistema de ar condicionado, destinada ao uso em micro e pequenas empresas.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Delimitar conceitos gerais e fundamentos essenciais para a aplicação do gerenciamento de projeto;
- Levantar informações da legislação e normas regulamentadoras nacionais aplicáveis em projeto de sistema de ar condicionado para ambientes residenciais, comerciais, industriais, de saúde, públicos e de trabalho;
- Pesquisar quais e o que são os parâmetros e as variáveis internas e externas de ambiente que necessitam de estudo e dimensionamento em projeto;

- Sugerir metodologia de projeto, plano diretriz de trabalho, gestão e cronograma, ambos detalhados, que direcionem o desenvolvimento de projeto;
- Esclarecer a metodologia introduzida pela Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (Abrava) para o cálculo dos honorários de projeto em sistema de ar condicionado;
- Desenvolver planilha eletrônica para implementar todos os itens anteriormente descritos, de forma que esta realize um dimensionamento geral e proporcione espaço para determinação e indicação não só das demandas e especificações necessárias em sistema de ar condicionado para ambientes de pequeno e médio porte, mas também orçamentos e custo final exigível pelo engenheiro responsável;

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Cabe ao projetista, segundo a NBR 16401-1 (ABNT, 2008), reproduzir um projeto de forma progressiva, “dividindo-se o processo de desenvolvimento das atividades técnicas de modo a se obter uma evolução positiva e consistente da concepção adotada”.

Contratar um projeto, como nos diz ARTECH (2015), empresa brasileira do ramo de climatização, deve ser obrigatório, pois:

“O cliente terá ao seu dispor um especialista, sem qualquer interesse na venda de equipamentos, que projetará a instalação na capacidade adequada, com soluções que atendam às necessidades do empresário, dentro da disponibilidade prevista para investimento. Desta forma, a seleção do sistema a ser adotado considerará não somente o investimento inicial, mas também os custos operacionais, de manutenção e interferências sobre a edificação e demais instalações”.

Caso o empreendimento ainda não esteja em fase de construção, na elaboração do projeto de climatização podem-se determinar previamente as interferências do sistema de ar condicionado introduzido adentro da edificação e nos

demais projetos desenvolvidos de outras áreas (elétrico, hidráulico e arquitetônico, por exemplo), proporcionando redução de possíveis transtornos, custos e desperdícios durante a instalação. Já em empreendimentos existentes, a interferência do sistema de climatização pode tornar-se um problema e, assim, valida-se o valor de um respectivo projeto (ARTECH, 2015).

Tal valor também pode ser comprovado em ambientes que possuem sistemas de ar condicionado instalados sem um projeto previamente realizado, pois estes podem apresentar algumas complicações cotidianas, tais como:

- Alto custo de investimento inicial advindo de superdimensionamento e instalação do sistema com empresas que possuem vínculo com fabricantes específicos;
- Custos operacionais (consumo de energia elétrica, por exemplo) e de manutenção mecânica maiores que o previsto e desejável pelo cliente, originados pelo mesmo motivo citado anteriormente;
- Desobediência às normas técnicas regulamentadoras;

O engenheiro projetista desse ramo deve atuar exclusivamente em projetos e não ter nenhum vínculo com fabricante, para que não exista nenhum tipo de favorecimento por equipamentos, materiais e instaladores. Com isso, espera-se que a especificação dos equipamentos seja imparcial, coerente com a aplicação, às necessidades impostas e que possa ser suprida por fabricantes distintos, resultando em melhor desenvolvimento e execução do projeto aliado a satisfação do contratante (CONSULTERMO, 2015).

Portanto, a elaboração dessa ferramenta justifica-se pela conveniência em auxiliar o engenheiro projetista e responsável a idealizar e produzir soluções corretas que evitem dimensionamentos falhos (superdimensionamentos ou até mesmo dimensionamentos deficientes) e atendam às exigências de desempenho e qualidade do contratante em um empreendimento, obedecendo às normas brasileiras regulamentadoras e gerando maior economia ao cliente em relação aos custos de aquisição e operacionais. Além disso, fornecer relatórios com os devidos esclarecimentos de informações técnicas, condições de projeto, resultados obtidos do dimensionamento, principais vantagens e desvantagens e estimativa de custos

(de investimento inicial e operacional) para cada sistema proposto, sem priorizar venda de equipamentos específicos. Adicionalmente, espera-se que a ferramenta proporcione maior interação e evolução de projeto com o cliente, priorizando rapidez, organização, precisão, e qualidade final, aliado ao que o cliente julgar ser imprescindível.

De acordo com pesquisa realizada, não se constatou nenhum programa que realiza gerenciamento de projeto e cálculo do custo completo que o engenheiro responsável pelo projeto de climatização deve exigir de seu serviço prestado. Portanto, estes são os diferenciais do trabalho que será desenvolvido posteriormente.

Finalmente, o desenvolvimento da ferramenta de apoio em forma de planilha eletrônica apresenta a oferta de acessibilidade comercial (ou seja, plataforma com baixo custo de aquisição às novas empresas do mercado) e simplicidade no manuseio, características que torna possível e impulsionam o ingresso de micro e pequenas empresas no setor de projetos de ar condicionado.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O aparelho de ar condicionado foi projetado para desempenhar algumas funções básicas de refrigeração em ambientes. Entre elas, conduzir conforto térmico humano ou até mesmo conforto térmico imprescindível por produtos e/ou processos (CARRIER, 1992).

Segundo a NBR 16401-1 (ABNT, 2008), define-se condicionamento de ar como:

“Processo que objetiva controlar simultaneamente a temperatura, a umidade, a movimentação, a renovação e a qualidade do ar de um ambiente. Em certas aplicações controla também o nível de pressão interna do ambiente em relação aos ambientes vizinhos”.

Os sistemas de ar condicionado são classificados em duas categorias: expansão direta e expansão indireta. Aparelhos com expansão direta são normalmente aplicados em instalações de pequeno/médio porte e, como o nome já induz, possuem o princípio de receber diretamente do recinto, ou através de dutos, a carga térmica (ar frio ou quente) provinda do ar ambiente e expelir o ar já refrigerado pelo mesmo orifício. Já aparelhos com expansão indireta requerem um meio intermediário (água ou salmoura, por exemplo) para retirar a carga térmica e geralmente são utilizados em instalações de grande porte (CREDER, 2004).

Além da classificação citada anteriormente, as instalações de ar condicionado subdividem-se em cinco grupos, baseadas na carga térmica dimensionada em projeto: aparelhos individuais, instalações centrais com condensação a ar, instalações centrais com condensação a água em circuito aberto ou fechado, instalações centrais com condensação a vapor d'água e instalações centrais com circulação de água gelada nas serpentinas (CREDER, 2004).

Algumas propostas para escolha de sistemas de ar condicionado estão listadas, a seguir, segundo sugestões de Creder (2004):

- Em ambientes de pequeno porte (área de 70 m<sup>2</sup> ou menos), indica-se a utilização de *split-systems*, *hi-wall*, aparelhos de janela ou até mesmo portáteis (tecnologia introduzida recentemente), pois podem ser instalados em tetos ou

paredes interiores com certa facilidade. Apresentam a vantagem de produzir nível de ruído pequeno, pois na unidade externa encontram-se o compressor e o condensador, responsáveis por grande parte do ruído produzido pelo sistema. Pode-se pensar em sistema *multi split* quando houver vários ambientes integrados em um recinto, com um condensador central que possua controle eletrônico para dosar a quantidade de fluido refrigerante necessária para cada ambiente. Todavia, esses sistemas não produzem renovação de ar e é preciso a instalação de exaustores, conforme a NBR 16401-3, para locais com grande número de pessoas.

- Para ambientes superiores a 400 m<sup>2</sup>, recomendam-se sistemas *self-containers* ou de água gelada. Com cargas térmicas de até 14 Toneladas de Refrigeração (TR), condensadores a ar ainda podem ser utilizados. Caso contrário, deve-se usar condensador a água para suprir a demanda maior de carga térmica, exigindo instalação de torre de arrefecimento. Ressalta-se que em sistemas com água gelada (com temperatura mínima de 4°C) deve-se considerar a hipótese de produzir gelo durante o período noturno, quando a tarifa de energia elétrica é menor.

- Em ambientes de grandes áreas, o sistema de cogeração pode ser o mais recomendável, utilizando gás natural como fluido de trabalho em um sistema de absorção e trazendo economia de energia elétrica para o estabelecimento;

- Por fim, sistemas evaporativos são apropriados para ambientes em que sempre exista elevado número de pessoas. A água que é pulverizada pelo sistema transforma o calor sensível em calor latente, durante a evaporação da mesma, e proporciona maior conforto térmico aos usuários. Não possuir retorno de ar, a facilidade de manutenção e economia de energia elétrica são as principais características. Todavia, tais sistemas têm sua utilização limitada, pois não devem ser instalados em locais que há umidade relativa muito alta durante todo o ano.

Stoecker e Jones (1985) destacam que a maioria das unidades de condicionamento de ar está relacionada, inicialmente, ao uso para conforto térmico. Todavia, estes aparelhos também são aplicados, além do uso mais comum em residências, em edifícios de porte médio e grande (residenciais, comerciais ou industriais) para auxiliar no conforto térmico e propiciar as condições mínimas para o aumento efetivo no trabalho em ambientes insalubres, em hospitais para atender as condições especiais exigidas no condicionamento e qualidade do ar, processos

industriais e laboratórios que exigem determinado controle dos parâmetros do ar, salas de computador e, por fim, processamento/armazenamento/distribuição de alimentos.

## 2.1 METODOLOGIA E GERENCIAMENTO DE PROJETO

A metodologia de projetos consiste, segundo Norton (2013), em um conjunto de atividades que exigem a aplicação de tempo e criatividade plena, auxiliando na organização de casos onde não há uma completa estruturação.

Gerenciamento de projeto, como nos apresenta Candido et al. (2012), é “um conjunto de mecanismos organizados de acompanhamento de processos que precisam ser desenvolvidos com qualidade, preço e prazo competitivos, visando à satisfação dos clientes”.

Porém, é necessário o completo entendimento do que significa um projeto para aplicar os fundamentos de gerência de projeto. Para tanto, o Guia PMBOK (2004) nos afirma que projeto é um trabalho temporário aplicado para a elaboração de um novo produto, serviço ou resultado. Bazzo e Pereira (2008) também nos explicam que projetar nada mais é do que a aplicação específica de uma metodologia de trabalho a qual pode resultar em algo concreto ou até mesmo um conjunto de informações.

Em resumo, Candido et al. (2012) demonstra que um projeto desenvolve-se através de cinco processos com o mesmo grau de importância, os quais são: inicialização, planejamento, execução, monitoramento e encerramento. E, apesar do sequenciamento demonstrado, cada projeto pode assumir um desenvolvimento característico em que as fases se alternam e interajam entre si formando um processo iterativo, conforme visualiza-se na Figura 3.



**Figura 3 – Processos para desenvolvimento de um projeto.**  
Fonte: PMI (2004) citado por Candido et al. (2012).

Atualmente, ainda conforme Candido et al. (2012), potencializar uma atividade qualquer de mercado tornou-se essencial para sobrevivência e sucesso de uma empresa em seu ramo específico. Nesse contexto, apesar de exigir uma quebra de paradigma e mudança no perfil de trabalho organizacional, o gerenciamento de projetos é um recurso fundamental para qualquer empresa, pois atende a necessidade de inclusão rápida e eficiente da mesma perante o cenário competitivo que a mesma pode se deparar.

Então, quando se lida com projetos temporários para atendimento a um contratante de forma imediata, recomenda-se utilizar as ferramentas de gerenciamento empregadas em aplicativos computacionais que englobam as atividades necessárias para desenvolvê-los, trazendo vantagens não só operacionais, mas também: produtividade, comunicação, integração, simulação e acuracidade (Candido et al., 2012, grifo do autor).

Por fim, vale a ressalva de que o projeto não é encerrado quando o problema ou necessidade for solucionado. Segundo Bazzo e Pereira (2008), a finalização do projeto “deve ser ainda comunicada, de forma clara, correta e concisa. Por isso, a comunicação é uma tarefa de muita responsabilidade e de extrema importância para a engenharia”.

## 2.2 NORMAS REGULAMENTADORAS E LEGISLAÇÕES BRASILEIRAS APLICÁVEIS EM SISTEMAS DE AR CONDICIONADO

A normalização é a movimentação que estabelece o processo de elaboração, difusão e implementação de regras que solucionem ou previnam

problemas, visando um nível ótimo de ordenação em um dado setor. E o fruto dessa atividade define-se por norma, a qual é um documento desenvolvido e aprovado que fornece todas as regras mínimas e necessárias para a execução de uma atividade requerida (ABNT, 2015). A seguir, é exposto o levantamento das principais normatizações aplicadas no setor de engenharia da climatização, com breve comentário e caracterização sobre tais documentos encontrados na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e no Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS).

### 2.2.1 Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários

A NBR 16401 (2008) referente aos sistemas centrais e unitários de instalações de ar-condicionado pertence à ABNT e é dividida em três partes.

A primeira parte denomina-se por “Projetos das instalações” e possui por objetivo estabelecer todos os requisitos de projeto de ar condicionado que devem ser verificados para aprovação, instalação, operação e manutenção posterior do sistema.

Seu conteúdo é abordado da seguinte maneira:

- Procedimento de elaboração e documentação de projeto;
- Condições climáticas e termoigrométricas de projeto;
- Cálculo de carga térmica;
- Critérios de projeto do sistema;
- Critérios de seleção dos equipamentos principais;
- Difusão do ar;
- Distribuição de ar – Projeto;
- Distribuição de ar – Construção dos dutos;
- Instalações de água gelada, água quente e água de condensação;
- Anexos.

Tal norma esclarece todas as fases de um projeto de ar condicionado, justificando o que cada variável representa e delimita para o sistema em questão.

Além disso, engloba informações necessárias de todos os tipos de sistemas de ar condicionado que existem na atualidade, para que o engenheiro tenha noção geral de como proceder em projeto e dimensionamento de qualquer ambiente.

Já a segunda parte é a continuação da norma definida anteriormente, designada por “Parâmetros de Conforto Térmico” e trata dos requisitos de conforto térmico que devem ser exigidos e previstos no desenvolvimento do projeto de ar condicionado.

É estruturada em:

- Fatores que afetam o conforto térmico;
- Avaliação das condições de conforto térmico;
- Parâmetros de conforto;
- Avaliação e controle.

A existência dessa norma justifica-se pelo nível de exigência que a sociedade atual estabelece para conforto e bem-estar.

Finalizando a norma, a terceira parte define a “Qualidade do Ar Interior”. Sua função é identificar e definir os requisitos mínimos de projeto referentes às subáreas do projeto que afetam a qualidade interior do ar.

É constituída por:

- Condições gerais;
- Ventilação;
- Filtragem;
- Requisitos de projeto e execução relativos à qualidade do ar;
- Requisitos de manutenção relativos à qualidade do ar;
- Anexos.

Esclarece não só os parâmetros necessários para garantir a renovação de ar, de acordo com a classificação do ambiente, mas também os equipamentos ideais e a concepção das instalações para que a qualidade do ar seja verificada.

## 2.2.2 Tratamento de Ar em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS)

A NBR 7256 (2005), regida pela ABNT, denomina-se por “Requisitos para projeto e execução das instalações” e demonstra a importância de classificar ambientes de acordo com os riscos e as exigências de tratamento de ar.

É constituída por:

- Requisitos gerais;
- Critérios de projeto relativos à saúde, ao conforto e à segurança;
- Requisitos técnicos dos sistemas e componentes;
- Colocação em serviço das instalações;
- Anexos.

Após verificação da classificação de um ambiente, a norma estabelece a especificação do que é fundamental, em fase de projeto e instalação, para que o sistema possua todos os requisitos e equipamentos necessários para respeitar as regulamentações impostas. Tal norma assemelha-se, em partes, ao conteúdo abordado na NBR 16401-3:2008 (qualidade do ar), porém prioriza ambientes onde exista a preocupação em reduzir os riscos biológicos e químicos que podem ser transmitidos pelo ar, visando saúde e segurança.

## 2.2.3 Instalações de Ar Condicionado para Salas de Computadores

A NBR 10080 (1987), norma regulamentada pela ABNT, caracteriza-se por ser um caso consideravelmente específico. A mesma possui, em sua regulamentação, os requisitos de projeto que devem ser considerados durante o dimensionamento, as características que devem ser impostas em alguns equipamentos e sugere tipos de sistemas compatíveis com a aplicação.

É verificada em:

- Critérios de projeto;
- Temperatura e umidade relativa;
- Ar exterior;
- Carga térmica;
- Insuflamento e retorno de ar;
- Filtragem do ar;
- Nível de ruído;
- Sistemas;
- Manutenção;
- Leitura das condições da sala condicionada.

#### 2.2.4 Atividades e Operações Insalubres

A norma regulamentadora NR 15 (1991) regida pelo MTPS e titulada por “Atividades e Operações Insalubres” possui em seu anexo nº 12 o assunto referente aos “Limites de Tolerância para Poeiras Minerais”. Tal anexo, em resumo, garante segurança à saúde de trabalhadores que ficam expostos, constantemente, em local de trabalho com qualidade de ar precária, indicando todas as incumbências que o empregador é legalmente obrigado e responsável por realizar.

#### 2.2.5 Ergonomia

A NR 17 (1978) titulada por “Ergonomia” e instituída pelo MTPS, possui em seu corpo o item 17.5, “Condições ambientais de trabalho”, o qual visa por objetivo definir parâmetros para que os trabalhadores possuam condições de trabalho favoráveis ao aumento da eficiência de serviços executados que exijam aplicação intelectual em ambientes como: salas de controle, laboratórios, escritórios, etc.

No tópico que se refere ao projeto de ar condicionado, a norma impõe os principais requisitos que contemplam o conforto dos ambientes listados e devem ser

respeitados, tais como: níveis de ruído, temperatura, velocidade e umidade relativa do ar interior.

#### 2.2.6 Desempenho Térmico de Edificações

A NBR 15220 (2003), regida pela ABNT, apresenta todos os parâmetros que o cálculo de desempenho térmico de edificações necessita para ser dimensionado corretamente. Inicialmente, define as variáveis de projeto, a simbologia utilizada e as respectivas unidades. Por fim, demonstra os métodos de cálculo e a caracterização da edificação na visão de zoneamento bioclimático brasileiro, assim como estratégias para condicionamento de ar de diferentes localidades e informações técnico-construtivas para otimização do desempenho térmico de edificações através de melhor adequação climática.

#### 2.2.7 Acústica – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, visando o Conforto da Comunidade – Procedimento

Esta NBR 10151 (2000), pertencente à ABNT, padroniza as condições exigíveis, em qualquer tipo de comunidade existente, do ruído externo mínimo e aceitável. Apesar de pouco usual em projetos de sistemas de ar condicionado, a mesma pode-se demonstrar útil e necessária em casos específicos de sistemas robustos advindos de projetos de grande porte, como por exemplo: condicionamento de ar de indústrias, estabelecimento com grande área de ocupação (dividido em diversos ambientes) e localizados em centros urbanos, etc.

#### 2.2.8 Níveis de Ruído para Conforto Acústico

De forma análoga ao item anterior, a NBR 10152 (1987) define e padroniza condições exigíveis mínimas e aceitáveis para o conforto acústico em ambientes, porém para ruídos internos produzidos pelos sistemas de ar condicionado. Além disso, outro objetivo importante é assegurar às pessoas que habitam esses ambientes os menores riscos possíveis à saúde, em decorrência dos níveis sonoros suportáveis pelo sistema auditivo humano.

#### 2.2.9 Portaria N° 3.523

A lei da portaria n° 3.523, de 28 de agosto de 1998, é vulgarmente conhecida por 'Lei Sérgio Motta'. É uma lei amparada na preocupação com a qualidade do ar interior em ambientes que exigem um requisito de projeto (vazão de ar 'novo' para dentro do ambiente) e, principalmente, várias atividades correlacionadas ao plano de manutenção, operação e controle do sistema, para minimizar o risco potencial à saúde dos ocupantes.

#### 2.2.10 Metodologia para Avaliação dos Honorários para Projetos de Sistemas de Ar Condicionado

A Metodologia Abrava para Avaliação dos Honorários de Projeto (2014) estabelece critérios de remuneração, aos serviços prestados pelos projetistas, baseados em características peculiares como experiência, especialização e atualização técnica do profissional registrado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). Essa regulamentação fornece parâmetros para que os profissionais tenham uma competição de mercado justa, no qual não exista contratação de projetos por preços baixos que desrespeitem o código de ética profissional e isenção de remuneração advinda de interesses comerciais e vínculos de fabricantes correlacionados aos produtos especificados.

### 2.2.11 Anotação de Responsabilidade Técnica

Segundo o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal (CREA-DF, 2015), a anotação de responsabilidade técnica (ART) estabelece que projetos, serviços e obras de engenharia, agronomia, geologia, geografia ou meteorologia possuem profissionais habilitados, responsáveis e que dominam plenamente os conhecimentos técnicos necessários para a atividade requerida. Com isso, não só assegura-se grau de qualidade e segurança (técnica e jurídica) para o indivíduo que contratar um profissional, mas também ao próprio contratado, por tratar-se de um documento cujo teor significa uma prova legítima perante eventuais litígios judiciais.

Ainda conforme o CREA-DF (2015), a emissão da ART confere a valorização do profissional responsável perante o mercado de trabalho, pois assegura autoria, responsabilidade e participação técnica, através da formação de acervo técnico das atividades e serviços desenvolvidos. O valor cobrado para registro de tal documento é delimitado pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea).

## 2.3 PARÂMETROS GERAIS INTERNOS E EXTERNOS PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETO

A seguir, baseando-se nas normas aplicáveis e referências bibliográficas, serão estabelecidos, de maneira geral, os principais parâmetros internos e externos para desenvolvimento de projeto de sistema condicionador de ar. Adicionalmente, serão resumidamente expostos alguns métodos de cálculo para a determinação da carga térmica e dimensionamento de dutos de ar, principais variáveis que se enquadram em projetos de climatização de pequeno e médio porte.

O processo de cálculo referente à definição e determinação dos honorários de um projeto de climatização será deduzido minuciosamente, pois até o presente

momento não se constatou trabalhos acadêmicos acerca desse documento redigido pela Abrava. As demais variáveis de cálculo não serão completamente esmiuçadas, pois o intuito principal da ferramenta é proporcionar o conhecimento superficial e amplo de todos os casos possíveis de projeto que um engenheiro responsável possa vir a executar.

Ressalta-se, por fim, que os conteúdos referentes a projetos de sistemas de ar condicionado de grande porte não serão contemplados (como o dimensionamento de tubulações de água gelada, por exemplo), pois o intuito da ferramenta é justamente o apoio à micro e pequenas empresas com projetos de pequeno e médio porte.

### 2.3.1 Método Simplificado – Tabelas Práticas para Projeto de Climatização

As Tabelas Práticas de Climatização oferecem uma estimativa dos dois principais parâmetros utilizados em projeto de sistema condicionador de ar: carga térmica e ventilação (renovação de ar) necessária no recinto. Tais critérios proporcionam não só uma base sólida para que o engenheiro responsável possa realizar uma suposição aproximada da estrutura e das necessidades do projeto que poderá ser desenvolvido posteriormente, mas também possibilita a especificação de possíveis sistemas de ar condicionado capazes de suprir com a demanda exigida do ambiente e até mesmo do cliente em questão.

Além dos parâmetros citados anteriormente, este método simplificado também já oferece dados padronizados e gerais de parâmetros que poderão ser aplicados no projeto, em casos onde estas informações não consigam ou até mesmo não possam ser coletadas. São eles: condição interna de temperatura e condição externa de temperatura (para verão e inverno).

Devido à característica mais informacional e geral do conteúdo retirado, o método simplificado pode ser aplicável durante o momento inicial de projeto, onde o contato com o cliente é maior e fundamental para desenvolvê-lo corretamente.

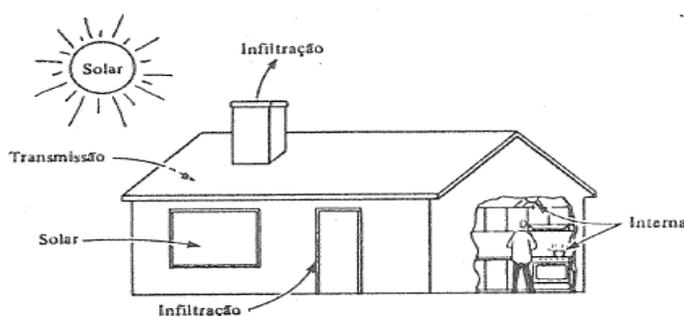
As tabelas estão demonstradas e devidamente identificadas no corpo da ferramenta de apoio desenvolvida no trabalho, módulos “Proposta Inicial” e “Proposta Aprofundada”, conforme o Apêndice B.

### 2.3.2 Dimensionamento de Carga Térmica

O método proposto por Carrier para cálculo de carga térmica, o qual será inserido na ferramenta de apoio, possibilita a estimativa detalhada da quantidade de carga térmica presente em um recinto (CARRIER, 1992).

Carrier (1992) também destaca que a estimativa criteriosa de carga térmica real no ambiente possibilita determinar a capacidade, vulga potência de refrigeração, exigível pelo aparelho de ar condicionado que deve ser instalado e propicia a seleção de equipamentos e sistema econômico. E, de forma secundária, que o tipo de condicionamento é definido pelas condições internas de ar a serem mantidas.

Por definição, carga térmica é a soma da quantidade de calor sensível e calor latente que um ambiente a ser refrigerado possui, proveniente de meios internos e externos. Conforme a Figura 4, sua existência é decorrente de diversas maneiras, as quais podem ser: condução, insolação, pessoas, equipamentos, infiltração, ventilação, renovação de ar, etc. (CREDER, 2004).



**Figura 4 – Principais fatores que afetam a carga térmica de um recinto.  
Fonte: STOECKER E JONES (1987).**

Inicialmente, conforme a NBR 16401-1 (ABNT, 2008), deve-se identificar a zona térmica correta para o ambiente. Em seguida, é necessário atentar-se à escolha correta de considerações de projeto para a realização posterior do cálculo de carga térmica, pois cada ambiente e/ou cliente pode exigir condições específicas que podem modificar o resultado final e o sistema de climatização necessário. E, nesse contexto, Carrier (1992) lista os principais aspectos físicos a considerar na carga térmica de um ambiente, os quais determinam a concepção básica do projeto, e ressalta que tais aspectos (e outros auxiliares) podem e devem ser contemplados por projeto arquitetônico do recinto, desenhos mecânicos, esboços de campo e até mesmo fotografias em visita realizável. São eles:

- Orientação solar;
- Aplicação (tipo de ambiente);
- Dimensões físicas;
- Aspectos construtivos relativos a toda mobília (dimensões, posicionamentos, iluminação, tipos de materiais, pinturas, equipamentos mecânicos e eletrônicos, em resumo);
  - Quantidade e caracterização da ocupação por pessoas;
  - Ventilação e/ou exaustão necessária;
  - Condições de operação exigíveis (horário de projeto, estação do ano, sazonalidade, possibilidade de expansões, clima regional comum, etc.);
  - Condições internas e externas de temperatura e caracterização geral (tanto do ambiente quanto da vizinhança).

A estimativa realista de carga térmica em ambiente a ser climatizado também solicita o conhecimento e levantamento preciso das componentes independentes de carga térmica (CARRIER, 1992). Então, a seguir, demonstram-se os tipos de cargas térmicas que devem ser dimensionados para o desenvolvimento de um projeto.

- Carga térmica sensível de condução e insolação: é o resultado do gradiente de temperatura entre o ambiente externo e o ambiente interno somado à radiação solar incidente. Depende, essencialmente, do coeficiente de condutividade

e transmissão térmica de todos os materiais utilizados na construção do ambiente (envoltória). Logo, ela pode ser transmitida pelos seguintes materiais: paredes, vidros, janelas, acabamentos, cobertura, teto, isolamentos, pisos, divisórias, etc. Adicionalmente, pode variar significativamente conforme a posição do ambiente comparada à orientação solar (dependente da época do ano e horário crítico considerado), cor das superfícies, quantidade de material por metro quadrado e até mesmo pela proteção solar interna por sombra de anteparos ou edifícios vizinhos (ABNT, 2008);

- Carga térmica de pessoas: é considerada como fonte interna de calor. Todo ser humano é capaz de fornecer calor sensível e calor latente ao ambiente. A quantidade dessa carga térmica depende da condição do indivíduo (repouso ou em atividade) e seu respectivo metabolismo (CREDER, 2004). O número de ocupantes e a taxa de ocupação, assim como os horários de ocorrência, devem ser previamente estabelecidos para definir corretamente tal carga térmica (ABNT, 2008);

- Carga térmica de equipamentos gerais: calor sensível que pode ser proveniente da iluminação, equipamentos de escritórios, motores elétricos, ventiladores, entre outros. As dissipações de calor por esses equipamentos devem ser estipuladas de acordo com os dados de tipo e potência, os quais podem ser demonstrados pelos fabricantes ou até mesmo pré-determinados por tabelas usuais (ABNT, 2008);

- Carga térmica de infiltração: pode apresentar-se em forma de calor sensível e calor latente e é proveniente de fluxo de ar externo que invade o ambiente através de frestas ou aberturas específico-intencionais (abertura instantânea de portas e janelas, por exemplo). Caracteriza-se por possuir estimativas pouco precisas, porém necessárias para o somatório final de carga térmica do ambiente (ABNT, 2008);

- Carga térmica de renovação de ar: é o calor sensível e latente acrescentado pelo ar exterior insuflado no ambiente, devido às imposições mínimas de renovação de ar para cada tipo de ambiente. Define-se, basicamente, pela quantidade de vazão admitida de ar novo e a diferença entre as temperaturas de ar externo e interno (CREDER, 2004).

Após avaliação da carga térmica total, torna-se possível a identificação do tipo de aparelho e sistema de ar condicionado que possui potencial para suprir com a demanda de carga constatada e, conseqüentemente, viabilizar o conforto térmico. Todavia, a seleção e especificação final do sistema exige a definição de critérios técnicos específicos, os quais são disponibilizados pela carta psicrométrica (CARRIER, 1992).

De acordo com Pizzeti (1970), a psicrometria é o estudo da mistura de ar com vapor de água, pois em sistemas de climatização o ar não pode ser considerado apenas como seco. Logo, o estudo psicrométrico faz-se necessário para definir as condições operacional-físicas iniciais e finais na serpentina, condição de ar exterior e interior, tipo de refrigeração a ser adotada e vazões requeridas ao sistema condicionador de ar para que ele possa suprir a demanda de carga térmica, a renovação de ar e o controle de umidade do ambiente (ABNT, 2008). Especificamente, tal estudo identifica as condições do ar de insuflamento, característica que possibilita correta especificação do aparelho de ar condicionado, conforme dados técnicos disponíveis pelo fabricante em questão (CREDER, 2004). Logo abaixo, a Figura 5 estabelece as principais variáveis e características de refrigeração embutidas em uma carta psicrométrica.

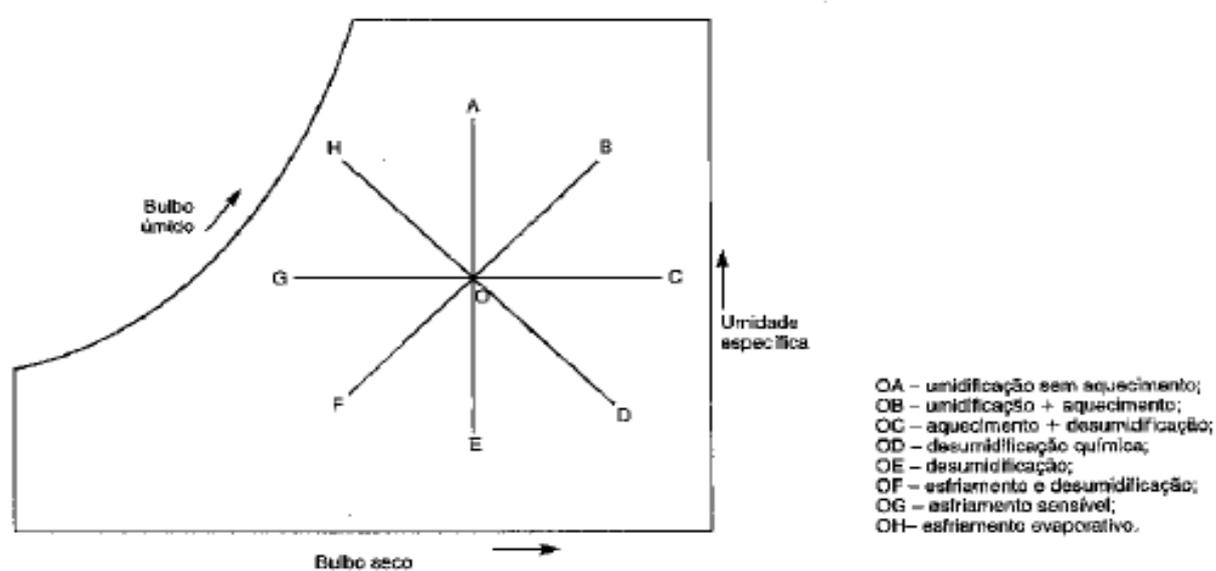


Figura 5 – Demonstração de carta psicrométrica e respectivas finalidades.  
Fonte: CREDER (2004).

### 2.3.3 Dimensionamento de Distribuição e Difusão de Ar

Tirando os casos onde a instalação de aparelhos *split* ou até mesmo portáteis são aceitáveis, os demais apresentam necessidade quanto ao dimensionamento de dutos metálicos para distribuição e sistema de difusão para o ar de insuflamento, responsável pela refrigeração do ambiente (CREDER, 2004).

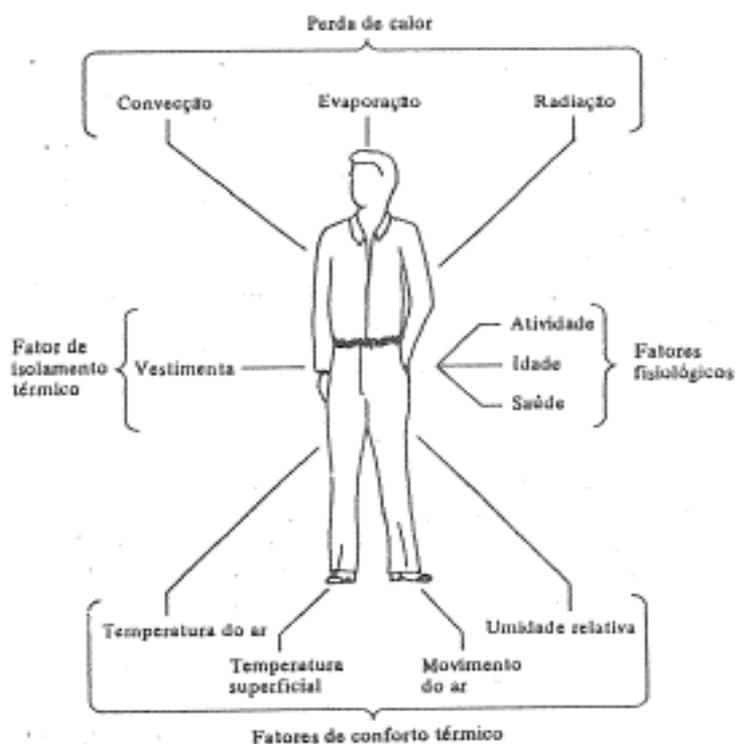
A NBR 16401-1 (ABNT, 2008) determina que o dimensionamento dos dutos é completamente interligado ao volume de ar que deve ser circulado, à velocidade de ar admissível e a perda de carga em toda a linha de distribuição produzida por rugosidade do material e singularidades, principalmente. Por isso, recomenda-se o projeto das linhas de duto com configuração o mais suave e curta possível.

Já o dimensionamento e especificação correta de difusor é importante para assegurar distribuição uniforme do ar, regulação de vazão (quando dotada dos dispositivos necessários) e satisfazer condições de velocidade média na zona ocupada, conforme a norma que regulariza essa exigência (CREDER, 2004).

Adicionalmente, deve-se dimensionar e especificar corretamente as tubulações de cobre e de dreno necessárias no sistema, com informações precisas de comprimento, bitola e espessura, com os respectivos materiais requeridos de isolamento.

### 2.3.4 Parâmetros de Conforto Térmico

O ser humano, conforme nos diz Stoecker e Jones (1985), gera calor “por um processo metabólico no sentido de manter a temperatura do corpo”. Tal processo varia de acordo com a idade, saúde, vestimenta e nível de atividade. Conseqüentemente, existem diferentes níveis e métodos de troca térmica que realizam a eliminação do calor corporal para o ambiente, compatíveis com a Figura 6, tais como: convecção, radiação, transpiração ou até mesmo por respiração.



**Figura 6 – Principais fatores de conforto térmico humano.**  
**Fonte: STOECKER E JONES (1987).**

Com isso, verificou-se que o conforto térmico de ambientes deveria ser estipulado, segundo a NBR 16401-2, por “parâmetros ambientais suscetíveis de produzir sensação aceitável de conforto térmico em 80% ou mais de pessoas” (ABNT, 2008).

Quando se projeta um sistema de ar condicionado, o objetivo principal é o controle automatizado dos parâmetros físicos do ambiente (STOECKER E JONES, 1985). Esses parâmetros são os responsáveis por afetar o conforto térmico e, conseqüentemente, possuem valores adequados que foram fixados e padronizados pela norma brasileira regulamentadora.

Em resumo, determina-se que o conforto térmico depende de fatores de projeto – temperatura de operação, velocidade do ar expelido e umidade relativa do ar – e fatores pessoais – tipos de roupas e grau de atividade física. A temperatura de operação e a umidade relativa do ar são determinadas durante o dimensionamento da carga térmica, em conjunto com as verificações na carta psicométrica. Já a

velocidade do ar é definida quando se dimensiona dutos de insuflamento (quando necessário) e/ou quando se especifica certos aparelhos de ar condicionado.

### 2.3.5 Ventilação e Filtragem do Ar

Para garantir a qualidade do ar do ambiente refrigerado, deve-se preocupar com a ventilação e filtragem de ar estabelecida pelo sistema.

A vazão mínima de ar exterior para renovação é estipulada pela NBR 16401-3, conforme cada tipo de ambiente e fatores de ocupação. A renovação de ar é importante para “manter a concentração dos poluentes no ar em nível aceitável”, desde que a captação do ar exterior seja realizada o mais longe possível de fontes poluentes (ABNT, 2008).

A filtragem de ar é completamente interligada ao processo de ventilação descrito anteriormente. Sua função é, basicamente, auxiliar na manutenção da qualidade do ar, filtrando “continuamente o material particulado trazido pelo ar exterior” e os resquícios gerados por agentes internos ao ambiente (ABNT, 2008). A classificação e os níveis de filtragem exigidos em projeto, conforme a norma estabelece, variam de acordo com o tipo de ambiente e aplicação.

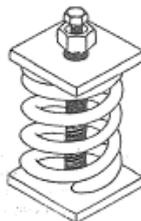
### 2.3.6 Níveis de Ruído Interno e Externo

Além do conforto térmico, existe outra classe de conforto que se demonstra importante em diversos tipos de ambientes: o conforto acústico.

O ruído pode ser resultado do funcionamento de vários equipamentos de um sistema de ar condicionado, tais como: compressor, ventilador, bombas, dutos/tubos (escoamento de ar/água). Logo, os engenheiros projetistas desse setor devem possuir conhecimento básico de acústica e respeitar os parâmetros impostos pelas normas regulamentadoras (STOECKER E JONES, 1985).

Tanto a NBR 10152 quanto a NBR 10151, nos demonstram que ambos os níveis de ruído (interno e externo) recomendáveis dependem, essencialmente, do tipo de ambiente. O nível de ruído externo também considera o período adotado (diurno ou noturno) para verificar sua aceitabilidade nas áreas habitadas (ABNT, 1987 e 2000).

Existem, no mercado, componentes que foram projetados exatamente para reduzir a intensidade dos ruídos provenientes dos sistemas de ar condicionado. Máquinas que possuem ou geram movimento (compressores, ventiladores ou bombas), principais responsáveis pela geração de ruído, podem ser equipadas com uma base elástica que amortece e diminui a vibração do sistema, conforme a Figura 7. Já dutos e/ou tubos, elementos transmissores de ruído, podem ser instalados em conjunto com conexões flexíveis como suportes de fixação simples e cantoneiras, para que se elimine o ruído (STOECKER E JONES, 1985).



**Figura 7 – Tipo de isolante mecânico para sistemas submetidos à vibração.  
Fonte: STOECKER E JONES (1987).**

## 2.4 HONORÁRIOS DE PROJETO

A explicação acerca dos honorários de projeto será mais esmiuçada, pois se trata de um tema atual pouco abordado. O prosseguimento deste tópico é completamente baseado nas informações do texto da Metodologia para Avaliações dos Honorários para Projetos, Assessoria Técnica e Consultoria em Sistemas de Ar Condicionado, Aquecimento, Ventilação e Exaustão Mecânica (ABRAVA, 2014), com prioridade para os dados referentes ao projeto de sistemas de ar condicionado de baixo e pequeno porte.

Inicialmente, deve-se estabelecer a taxa de honorários, conforme a Figura 8, que depende do custo da instalação projetada associada ao valor do salário mínimo vigente. A interpolação é necessária para custos não mencionados.

| CUSTO DA INSTALAÇÃO                          | TAXA DE HONORÁRIOS |
|--|--------------------|
| Até 100 vezes o salário mínimo               | 5,44%              |
| No montante de 250 vezes o salário mínimo    | 5,12%              |
| No montante de 475 vezes o salário mínimo    | 4,80%              |
| No montante de 750 vezes o salário mínimo    | 4,48%              |
| No montante de 1.250 vezes o salário mínimo  | 4,16%              |
| No montante de 1.900 vezes o salário mínimo  | 3,84%              |
| No montante de 3.400 vezes o salário mínimo  | 3,52%              |
| No montante de 5.000 vezes o salário mínimo  | 3,36%              |
| No montante de 7.000 vezes o salário mínimo  | 3,20%              |
| No montante de 14.000 vezes o salário mínimo | 2,56%              |
| No montante de 28.000 vezes o salário mínimo | 1,92%              |
| No montante de 56.000 vezes o salário mínimo | 1,60%              |

**Figura 8 – Taxa de honorários de projeto.**  
**Fonte: Metodologia ABRAVA (2014).**

Em seguida, define-se a Equação (1) a seguir:

$$C_{bu} = TR_b \times F_s / CT_m \quad (1)$$

Onde:

$C_{bu}$  – Custo básico unitário (R\$);

$TR_b$  – Custo da tonelada de refrigeração base (R\$/TR);

$CT_m$  – Densidade média de carga térmica (m<sup>2</sup>/TR);

$F_s$  – Fator de margem de seleção definido pela diferença entre a carga térmica e a capacidade nominal dos condicionadores.

Normalmente, utiliza-se o fator de margem de seleção com valor de 1,20, o que significa 20% de capacidade nominal do condicionador acima da carga térmica estipulada.

Prosseguindo, é necessário calcular a Equação (2), para que a avaliação dos honorários seja realizada na área devidamente corrigida.

$$A_c = \sum (A_{bai} \times F_{ai} \times F_{ri}) \quad (2)$$

Onde:

$A_c$  – Área corrigida (m<sup>2</sup>);

$A_{bai}$  – Área beneficiada para cada tipo de aplicação (m<sup>2</sup>);

$F_{ai}$  – Fator de aplicação;

$F_{ri}$  – Fator de repetição.

Determina-se o fator de aplicação seguindo as informações da Figura 9, sendo que somente é válido para áreas de 100 m<sup>2</sup> ou mais. Para ambientes de áreas menores, o valor do fator varia em função da dificuldade do projeto.

| APLICAÇÃO   | VALORES DE FA |
|---|---------------|
| Auditórios, centro de convenções  | 1,50          |
| Bares, boites, discotecas   | 2,00          |
| Cinemas e teatros   | 1,50          |
| Computadores (CPDs) (*)   | 2,00          |
| Edifícios de escritórios  | 1,00          |
| Edifícios residenciais  | 1,00          |
| Estúdios de gravação (imagem e som)   | 2,00          |
| Hotéis e motéis (dormitórios, recepção, circulação)                               | 1,00          |
| Repetidoras e retransmissores de rádio e TV                                       | 2,00          |
| Residências e apto. residencial isolado   | 2,00          |
| Restaurantes  | 1,50          |
| Salas limpas com classificação (Hospitais, Laboratórios Industriais)(*)           | 3,00          |
| Shopping center – lojas (infra-estrutura)   | 0,65          |
| Shopping center – lojas independentes: âncoras, cinemas, etc. (previsão de carga) | 0,20          |
| Shopping center – mall  | 1,00          |
| Shopping center – complemento de loja com infra-estrutura existente               | 1,00          |
| Supermercados, lojas e magazines  | 1,00          |
| Telecomunicações (equipamentos) (*)   | 2,00          |
| Unidades especiais de análise médica (tomografia, ressonância magnética, etc) (*) | 2,00          |

Figura 9 – Fator de aplicação para ar condicionado ou aquecimento.  
Fonte: Metodologia ABRAVA (2014).

Para o fator de repetição, adota-se valor de 1,00 quando se trata de um projeto novo e 0,25 em projeto repetido.

Após isso, calcula-se o custo base da instalação empregando a Equação (3).

$$C_b = A_c \times C_{bu} \quad (3)$$

Onde:

$C_b$  – Custo base da instalação (R\$).

Finalmente, estima-se o valor dos honorários de projeto utilizando a Equação (4). Emprega-se o fator de dificuldade segundo a Figura 10 que será imposta logo a seguir.

$$H = C_b \times P \times F_d \quad (4)$$

Onde:

H – Valor dos honorários de projeto (R\$);

P – Porcentual correspondente à taxa de honorários da Figura 8 (%);

$F_d$  – Fator de dificuldade.

| SITUAÇÃO  | VALORES DE $F_d$ |
|---|------------------|
| Instalação nova em edifício novo                                      | 1,00             |
| Instalação nova em edifício existente                                 | 1,15             |
| Retrofit com aproveitamento da instalação existente, total ou parcial | 1,30             |
| Elaboração de planilha quantitativa / orçamento                       | 1,10             |
| Dificuldade específica  | Variável         |

**Figura 10 – Fator de dificuldade.**  
**Fonte: Metodologia ABRAVA (2014).**

Todavia, por questão de simplificação, pode-se obter o valor dos honorários de projeto após decidir qual sistema será instalado e calcular a área corrigida de todos os ambientes beneficiados pelo sistema de ar condicionado projetado, conforme as tabelas apresentadas no Anexo A, referentes a 2014, último ano de atualização do banco de dados. É válida a ressalva de que tal procedimento simplificado não contempla e representa ambientes de pequeno porte (áreas menores).

Valores intermediários podem ser verificados com realização de interpolação adequada e, caso o fator de dificuldade do projeto em específico seja diferente do estipulado no Anexo A, deve-se recalcular com o fator de dificuldade correto.

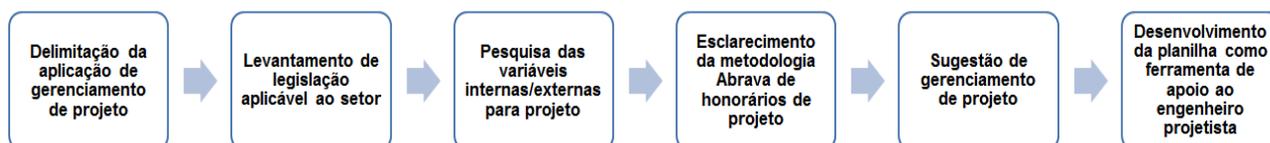
No entanto, caso seja desejável o cálculo de honorários por hora técnica, tal metodologia também abrange essa categoria. A remuneração por hora técnica é

bastante comum quando se tratam de empresas especializadas no ramo, e não simplesmente projetistas.

## 2.5 METODOLOGIA

O presente trabalho incorpora o campo da pesquisa exploratória, pois se baseia em elaborar alternativas para corrigir e substituir problemas encontrados em algumas práticas e diretrizes do setor de projetos para climatização de ambientes com ar condicionado.

Para a estruturação do mesmo, realiza-se pesquisa bibliográfica através de normas regulamentadoras nacionais, legislações e bibliografias referentes ao tema em estudo e aos tópicos mais relevantes, conforme apresenta a Figura 11 logo abaixo.



**Figura 11 – Fluxograma de estruturação do trabalho.**  
**Fonte: Autor.**

Em seguida, desenvolve-se a planilha eletrônica alicerçada em metodologia com procedimentos recomendáveis, gerenciamento e dimensionamentos essenciais para projeto de climatização com sistema de ar condicionado, para que o engenheiro responsável possua uma vertente sólida para elaborar projeto com organização, agilidade e qualidade. Sua sistematização define-se em:

- Gestão, cronograma e plano diretriz de trabalho e atividades para desenvolvimento do projeto, o qual implanta as atividades essenciais que precisam ser realizadas, alerta informativo de qual estágio encontra-se o projeto e orientações

referentes à execução das atividades sugeridas pela metodologia de projeto baseada na NBR 16401-1 (2008) e em engenheiros experientes do ramo;

- Método de observação e aquisição de informações e dados primordiais do ambiente e do contratante do projeto;

- Desenvolvimento de proposta inicial, em forma de relatório, que contempla o pré-projeto do dimensionamento preliminar, baseado no método simplificado das Tabelas Práticas de Climatização para cálculo de carga térmica, critério de ventilação e outros dados e informações que já podem e devem ser mensuradas. Além disso, a indicação de normas técnicas aplicáveis para o ambiente, especificação dos métodos e sistemas sugeridos com seus respectivos dados de quantidade e orçamentos previstos. O relatório possui clareza e objetividade para fácil e completa compreensão, visando o fornecimento de conteúdo técnico que viabilize melhor percepção e consequente escolha do cliente;

- Desenvolvimento da análise aprofundada, em forma de relatório de acompanhamento, onde se reproduz a coleta de todos os dados do ambiente, sem exceção, para o dimensionamento geral de todas as variáveis e parâmetros de projeto, empregando o método Carrier para determinação da carga térmica, utilizando bibliografias especializadas, a NBR 16401 (2008) e outras regulamentações nacionais necessárias para o processo de adequação exigível de todos os parâmetros restantes de projeto;

- Desenvolvimento da proposta final aprofundada, em forma de relatório, a qual referencia a análise aprofundada em conjunto com o detalhamento imparcial da especificação técnica e orçamento de todos os materiais e componentes viáveis, de acordo com pesquisa de mercado prévia, sem nenhum tipo de favorecimento a fabricantes e empresas terceiras;

- Cálculo do custo de projeto (honorários e ART), segundo metodologia adotada pela Abrava (2014), e custos referentes à contratação do engenheiro projetista, segundo experiência de engenheiros do ramo, tais como: custo de visita inicial, viagens, consultoria, despesas pessoais, etc.

Após o detalhamento de todos os módulos dispostos na ferramenta de apoio, comprova-se a aptidão ao uso da mesma através da execução de uma validação quantitativa e qualitativa que utiliza o estudo de caso previamente

estabelecido. Assim sendo, com o exemplo prático retirado do trabalho desenvolvido por Carvalho (2009), confrontam-se os principais resultados obtidos na ferramenta de apoio com os respectivos do estudo de Carvalho (2009) e, finalmente, realiza-se a análise investigativa que estabelece o resultado do processo de validação.

### 3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Seguindo todas as normatizações e teorias referenciadas anteriormente, a ferramenta de apoio baseia-se na realização sequencial de diversas etapas de projeto, as quais foram formuladas com intuito principal de gerenciar e desenvolver corretamente o projeto.

Para tanto, a ferramenta estrutura-se em onze módulos da seguinte maneira:

1. Início
2. Informações
3. Gerenciamento de Projeto
4. 1° Contato
5. Proposta Inicial
6. *Feedback* de Proposta Inicial
7. Proposta Aprofundada
8. Projeto Final
9. Relatório Final
10. Honorários de Projeto
11. Aprovação Final de Projeto

Todas elas possuem, de maneira organizada, todo o procedimento de preenchimento de dados e execução de atividades que o engenheiro deve realizar para desenvolver progressivamente o projeto. Quando necessário, as células possuem balões informativos alocados que descrevem recomendações, informacionais adicionais e observações para que o responsável possua completo entendimento do que é necessário. Portanto, exige-se que o usuário da ferramenta percorra com o cursor do mouse em todos os pontos da planilha para captar todas as informações e sanar possíveis dúvidas.

Cada módulo exige um desenvolvimento de projeto diferente e subdivide-se em duas categorias demonstradas em cada primeira célula da planilha em forma de balão informativo: 'Engenheiro Responsável' e 'Engenheiro Responsável e Cliente'. A primeira define que o preenchimento dos dados deverá ser executado,

exclusivamente, pelo 'Engenheiro Responsável' e a outra, obviamente, pelo 'Engenheiro Responsável' em conjunto com seu 'Cliente'.

A formatação da ferramenta é estruturada em padrão único. As tabelas, anexos, listas e gráficos estão listados em ordem alfabético-numérica e devidamente referenciados pela respectiva fonte de onde foram retirados, quando necessário e/ou obrigatório.

A ferramenta permite impressão em folha A4 de quase todos os módulos (exceto a 3ª planilha que permite impressão em folha A1) para que seja utilizada em forma de relatórios, os quais podem ser demonstrados, entregues e debatidos com o contratante. Tal função também possibilita o próprio preenchimento manual de alguns dados nos locais de encontro pessoal ou até mesmo no estabelecimento que contemplará o sistema projetado.

Adicionalmente, recomenda-se a leitura detalhada, em conjunto com as normas regulamentadoras e bibliografias especializadas, da planilha 'Gerenciamento de Projeto', pois a mesma direciona todo o plano de trabalho que deve ser respeitado para o completo gerenciamento e dimensionamento de projeto para o sistema de ar condicionado.

A ferramenta de apoio completa encontra-se ao final do trabalho em conjunto com o estudo de caso reproduzido, conforme o Apêndice B, devido ao grande número de páginas existentes. O detalhamento dos módulos e suas funcionalidades é apresentado a seguir.

### 3.1 INÍCIO

O primeiro módulo da ferramenta contém, somente, a capa com os espaços para introdução das informações necessárias à designação da micro ou pequena empresa que obter o acesso comercial e iniciar a desenvolver os projetos de climatização na ferramenta de apoio.

### 3.2 INFORMAÇÕES

O segundo módulo ainda não contempla o desenvolvimento propriamente dito do gerenciamento e dimensionamento de projeto. Nele, localizam-se as informações gerais acerca da ferramenta, legenda e manual de instruções iniciais quanto ao manuseio e preenchimento. Adicionalmente, demonstra a justificativa que levou à criação da ferramenta de apoio e as possíveis implementações e adaptações futuras.

### 3.3 GERENCIAMENTO DE PROJETO

O módulo 'Gerenciamento de Projeto', de acordo com a revisão bibliográfica acerca da área de conhecimento, acomoda a estrutura completa que consolida não só a realização da gerência do projeto em desenvolvimento pelo usuário (vulgo 'Engenheiro Responsável'), mas também demonstra a metodologia, o plano diretriz de trabalho responsável por informar a sequência e o detalhamento de todas as atividades necessárias de realizar, conforme as normas brasileiras regulamentadoras vigentes, e o cronograma de preenchimento e controle de atividades. Por isso, é fortemente recomendável como leitura anterior e contínua, conforme a evolução do projeto.

Adicionalmente, dispõe-se de espaço para anotações gerais quanto ao processo diário de projeto e acompanhamento/registro da carga horária executada em cada etapa.

### 3.4 1º CONTATO

Em seguida, tem-se o módulo que corresponde ao início de desenvolvimento do projeto.

Após as devidas apresentações iniciais e recepção formal, o 'Engenheiro Responsável' possui um vasto campo de preenchimento com vários dados e informações requeríveis ao cliente, para reconhecimento geral e cadastro do cliente, do estabelecimento, do ambiente que se deseja climatizar e o local aonde o mesmo se insere, conforme as recomendações de Carrier (1992). Prossegue-se com a coleta de informações, necessidades e exigências do cliente quanto ao ambiente e as condições desejáveis para a futura instalação do sistema condicionador de ar. E, finalmente, abre-se o espaço para que o responsável realize e demonstre o *brainstorming* preliminar e a estipule o prazo para entrega da atividade posterior, caso a presente atividade seja aprovada.

### 3.5 PROPOSTA INICIAL

Continuando, utilizando-se as 'Tabelas Práticas de Climatização', o levantamento da normatização nacional, a planta baixa atualizada do ambiente (exigível pelo projeto arquitetônico) experiência do responsável e baseando-se nos registros das atividades anteriores, o quinto módulo é responsável pelo desenvolvimento da análise inicial, a qual corresponde por definir as normas brasileiras regulamentadoras exigíveis ao projeto em questão e as estimativas iniciais dos parâmetros principais de projeto (carga térmica, critério de ventilação, condições internas e externas ao ambiente).

Depois, recomenda-se a especificação de três possíveis sistemas que supram com a demanda verificada, explicitando as vantagens e desvantagens de cada uma, e a elaboração de um simples croqui do *layout* do sistema em planta baixa, via programa CAD 2D (ou esboço manual, conforme preferência), para análise, negociação e definição posterior da escolha do cliente.

Na sequência, exige-se o cálculo e conseqüente pagamento do custo da visita de '1º Contato' e da mão-de-obra referente ao pré-projeto desenvolvido.

### 3.6 FEEDBACK DE PROPOSTA INICIAL

Tal módulo é complementar à 'Proposta Inicial'. Suas células de preenchimento englobam e requerem informações imparciais como especificações e dados técnicos referentes aos possíveis sistemas de ar condicionado, concepção inicial das tubulações necessárias e orçamento inicial em conjunto com a lista de equipamentos, materiais e componentes. Ressaltando-se, novamente, que se trata somente de estimativas e cálculos primitivos que fornecem a ideia inicial e possibilita a escolha consciente do cliente.

Aprovando a atividade, segue-se ao próximo módulo.

### 3.7 PROPOSTA APROFUNDADA

A 'Proposta Aprofundada' compreende a coleta de todos os dados e detalhes construtivos do ambiente a ser climatizado, a fim de que se realize a análise aprofundada, conforme o método proposto por Carrier (1992) e a NBR 16401 (2008), quanto ao dimensionamento de todos os parâmetros e variáveis físicos necessários e exigíveis ao ambiente, assim como a adequação para o cumprimento às regulamentações impostas. Estão dispostos em:

- Carga térmica;
- Distribuição (caso o projeto contenha dutos) e difusão de ar;
- Tubulações;
- Conforto térmico;
- Qualidade do ar;
- Conforto acústico;
- Parâmetros de normas brasileiras regulamentadoras para tipos de ambientes específicos.

### 3.8 PROJETO FINAL

Aproximando-se da conclusão, o módulo 'Projeto Final' fornece espaço necessário para que o responsável insira o projeto detalhado, via programa CAD 2D, o qual contempla todas as informações técnicas e comerciais (imparciais) dos materiais, peças, equipamentos, dispositivos de controle, detalhes construtivos e configurações gerais necessárias ao processo de instalação do sistema de ar condicionado. Em seguida, se oferece suporte para preenchimento de dados e informações referentes à especificação técnica detalhada de todos os componentes necessários ao sistema, assim como o orçamento final correspondente. Se possível, também existe espaço para demonstração de idealização e simulação 3D, via plataforma capacitada, do sistema de ar condicionado em pleno funcionamento no ambiente.

Desenvolve-se tal módulo simultaneamente à 'Proposta Aprofundada', pois existe uma relação de total dependência entre os dois módulos.

### 3.9 RELATÓRIO FINAL

Prosseguindo, o próximo módulo da ferramenta, 'Relatório Final', está totalmente atrelado aos dois anteriores. Tal módulo estabelece um espaço informativo, no qual se deve contribuir com relatórios estatístico-gráficos e estudos percentuais acerca das variáveis de projeto (tipos de carga térmica e de custos, por exemplo), apresentação resumida das principais características físicas e de engenharia do sistema projetado, recomendações gerais, sugestões, ideias inovadoras e/ou sustentáveis, entre outros diversos itens que possam surgir e serem adicionados ao projeto.

Aprovando a atividade, segue-se aos últimos módulos.

### 3.10 HONORÁRIOS DE PROJETO

Em 'Honorários de Projeto', basicamente realiza-se, de acordo com a Metodologia Abrava (2014) transcrita, a definição e o preenchimento dos parâmetros corretos que possibilitam o cálculo final quanto ao custo que o 'Engenheiro Responsável' deve reivindicar, referente não só a mão-de-obra e os serviços prestados (honorários), mas também à emissão de ART. Somam-se os custos citados anteriormente com os custos pessoais (opcionais) e, finalmente, retira-se o custo final exigível pelo engenheiro responsável ao cliente.

### 3.11 APROVAÇÃO FINAL DE PROJETO

Após todo o desenvolvimento, entrega-se o projeto detalhado, o dimensionamento e a documentação.

Por fim, a ferramenta recomenda e introduz espaço suficiente para a realização de uma avaliação completa, do responsável e seu cliente, quanto ao projeto em questão e as impressões finais. Com isso, torna-se possível o registro histórico de projetos que podem vir a servir em desenvolvimentos posteriores.

Aprovando a atividade, o ciclo é concluído.

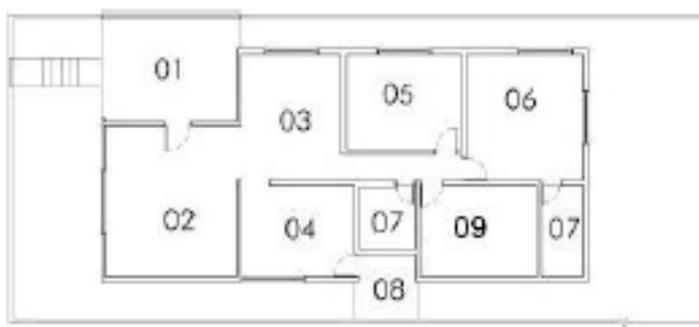
## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 ESTUDO DE CASO

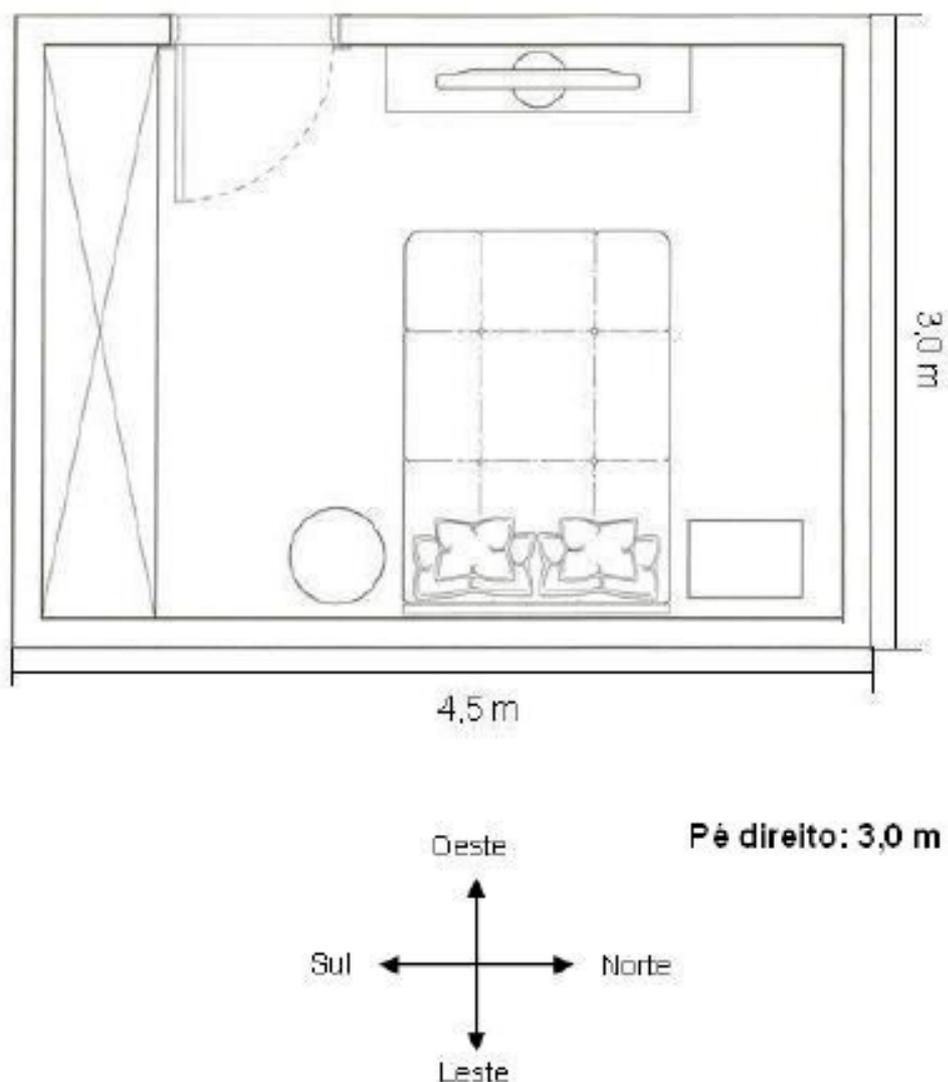
Para validar e comprovar a funcionalidade e aptidão ao uso da ferramenta de apoio utilizou-se um exemplo prático do estudo de caso aplicado e desenvolvido por Carvalho (2009).

Trata-se de um estudo comparativo entre cálculo de carga térmica detalhada (por método Carrier) e simplificada (pelo uso do Catálogo Carrier e de programas simuladores de fabricantes existentes no mercado) para climatizar o ambiente principal de uma residência comum, localizada na cidade de Salvador, Bahia. Os dados do ambiente serão especificados a seguir, conforme Carvalho (2009).

O quarto residencial, identificado na Figura 12 pelo número nove, é localizado no hemisfério sul ( $12^{\circ}58'16''$  de latitude, ao nível do mar), segundo andar de um prédio de fachada branca e com pé direito de 3 metros. O telhado e o piso são feitos de laje simples com taco, sendo que os andares de cima e de baixo não são condicionados. Os tijolos das paredes são maciços de 14 centímetros de espessura. O quarto abriga iluminação realizada por apenas duas lâmpadas incandescentes de 60 Watts, uma televisão de consumo em torno de 198 Watts, não existem janelas e admite-se ocupação de somente duas pessoas. Os ambientes vizinhos também não são condicionados. As dimensões estão indicadas na Figura 13.



**Figura 12 – Representação esquemática da residência.**  
Fonte: CARVALHO (2009).



**Figura 13 – Características do ambiente a ser climatizado.**  
**Fonte: CARVALHO (2009).**

Após breve recapitulação dos conhecimentos gerais e específicos sobre o ato de produzir um projeto de climatização nas primeiras planilhas, inicia-se o processo de desenvolvimento do projeto referente ao ambiente da residência descrita anteriormente. Antes de prosseguir, é válida a ressalva: por se tratar de um estudo de caso, alguns preenchimentos não condizem fielmente ao que a ferramenta deve proporcionar, pois não há a interação com cliente. Logo, em alguns pontos das planilhas serão visualizados dados e informações desenvolvidas (ou até

mesmo células em branco) apenas de forma didática, para demonstrar e promover a progressão do projeto. Devido o grande número de páginas resultantes, tornou-se inviável a completa explanação e exposição por figuras no decorrer do texto. Então, o estudo de caso reproduzido está integrado à própria demonstração da ferramenta de apoio, conforme o Apêndice B, para a observação de maiores detalhes.

Primeiramente, realiza-se o '1º Contato' com o cliente fictício, coletando informações gerais sobre o mesmo, o estabelecimento e o quarto residencial, conforme recomendações iniciais da NBR 16401 e pesquisa adicional em *sites* específicos. Constatou-se, por exemplo, a topografia do local, clima predominante e condição específica de 110 Volts de tensão disponível na rede elétrica da região. Em seguida, promove-se o *brainstroming* (conhecido por 'chuva de ideias') para listar possíveis sistemas de ar condicionado que podem suprir com as necessidades do cliente/ambiente e a consequente aprovação da etapa concluída. Outras informações não citadas estão demonstradas na Figura 14.

|   |             |
|---|-------------|
| Deseja futura expansão e/ou reforma?                    | Talvez      |
| Nº de Comodos   | 1           |
| Área [m <sup>2</sup> ]                                  | 13,50       |
| Pé Direito [m]  | 3,00        |
| Temperatura Desejável [°C]                              | 24,0        |
| Umidade Relativa [%]                                    | 50%         |
| Pressão Interna [Pa]                                    | -           |
| Renovação de Ar   | É desejável |
| Qualidade do Ar   | É desejável |
| Classe de Filtragem                                     | G3          |
| Estética Conjunto Estabelecimento/Sistema Condicionador | É desejável |

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Preferência 1 do Contratante (Sistema):                     | Menor Preço                      |
| Preferência 2 do Contratante (Tecnologia):                  | Tecnologia Comum                 |
| Preferência 3 do Contratante (Flexibilidade):               | Sistema não precisa ser flexível |
| Preferência 4 do Contratante (Flexibilidade de Manutenção): | Facilidade para manutenção       |
| Preferência 5 do Contratante (Dimensionamento):             | Fator de Segurança Razoável      |
| Preferência 6 do Contratante (Custos):                      | Relação CAIA/COMA                |
| Orçamento Disponível (Estimativa)                           | R\$ 1.700,00                     |

Figura 14 – Representação de outros dados referentes ao ambiente em estudo.  
Fonte: Autor.

Continuando, prossegue-se com a realização da análise inicial de pré-projeto ('Proposta Inicial' e 'Feedback de Proposta Inicial'). Verifica-se que as normas vigentes para o ambiente em estudo são as indicadas pelo grupo 'Residencial' e o fator essencial para o projeto do sistema é a temperatura de conforto. A seguir, conforme a Figura 15, define-se a estimativa das condições internas/externas do ambiente e carga térmica atuante de 8100 BTU/h, conforme a área total de 13,5 m<sup>2</sup> do quarto residencial e as tabelas práticas de climatização, especifica-se os três possíveis sistemas de ar condicionado disponíveis no mercado (*split* piso-teto, *split hi-wall* e de janela convencional) e realiza-se o esboço da concepção inicial do sistema integrado ao ambiente. Ao fim da etapa, registram-se os custos iniciais de mão-de-obra (genéricos, para o estudo de caso, apenas para representar a atividade recomendada).

|  |                      |  |                   |                   |
|--|----------------------|--|-------------------|-------------------|
| <b>Fatores ESSENCIAIS para o ambiente:</b>                             |                      | Temperatura de Conforto                        |                   |                   |
| <b>Normas e Legislações exigidas conforme o ambiente especificado:</b> |                      | NBR 16401-1/2/3, NBR 15220 e Honorários Abrava |                   |                   |
| <b>Lembrando que:</b>  |                      |  |                   |                   |
| Residencial  | Comercial/Industrial | Trabalho                                       | Público           | Saúde             |
| NBR 16401-1  | NBR 16401-1          | NBR 16401-1                                    | NBR 16401-1       | NBR 16401-1       |
| NBR 16401-2  | NBR 16401-2          | NBR 16401-2                                    | NBR 16401-2       | NBR 16401-2       |
| NBR 16401-3  | NBR 16401-3          | NBR 16401-3                                    | NBR 16401-3       | NBR 16401-3       |
| NBR 15220  | NR 15/NBR 10080      | NR 15/NR 17                                    | Portaria N° 3523  | NBR 7256          |
| Honorários ABRAVA  | Honorários ABRAVA    | Honorários ABRAVA                              | Honorários ABRAVA | Honorários ABRAVA |

|   |  |             |                                      |                             |
|---|--|-------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Estimativa de Carga Térmica [TR] e [BTU/h]</b> | <b>0,7</b>   | <b>8100</b> | <b>Estimativa [m<sup>2</sup>/TR]</b> | <b>Área [m<sup>2</sup>]</b> |
|   |  |             | 20                                   | 13,5                        |
| <b>Critério de Ventilação</b>                     | A Tabela Prática não contempla a informação para Residências (fica a critério do cliente). |             |                                      |                             |
| <b>Condições Internas [°C e %]</b>                | Tambiente = 24 °C e UR = 50% (Verão)   |             |                                      |                             |
| <b>Condições Externas (Verão) [°C]</b>            | TBS = 32 °C, TBU = 26 °C e Tmáx = 33,6 °C  |             |                                      |                             |
| <b>Condições Externas (Inverno) [°C]</b>          | TBS = 20 °C e UR = 80%   |             |                                      |                             |

**Figura 15 – Dados essenciais para a planilha 'Proposta Inicial'.**

**Fonte: Autor.**

Na sequência, desenvolve-se o *feedback* técnico e informacional referente aos sistemas indicados como opções na planilha anterior, através do conhecimento

da quantidade máxima de dados técnicos de fabricantes dos aparelhos para realização posterior da comparação entre os mesmos. Os resultados iniciais Adicionalmente indica-se também uma prévia lista de materiais necessários à instalação do sistema de climatização em conjunto com a estimativa de orçamento inicial.

Os resultados iniciais do estudo informacional indicaram que, apesar da especificação do aparelho de janela convencional ser economicamente a mais viável, tal sistema não demonstra a qualidade e tecnologia requerida. Por outro lado, a especificação do aparelho *split* piso-teto apresentou custo relativamente viável, boa qualidade e tecnologia que concede maior eficiência energética, automação, menor custo de manutenção e propagação de ruído. Logo, em concordância com a Figura 16, pode-se estabelecer que o aparelho mais adequado ao quarto residencial é o ar condicionado *split* piso-teto. Concluindo, executa-se a aprovação da etapa de pré-projeto.

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Conclusão:</b>             | Apesar da especificação 3 apresentar-se mais viável, o sistema em si é de baixa qualidade e tecnologia. Logo, a especificação 1 demonstra-se mais adequada.  |
| <b>INFORMAÇÕES ADICIONAIS</b> | Para qualquer que seja a escolha do cliente, a renovação de ar do ambiente em questão deve ser estabelecida através da abertura de porta e janelas secundárias da residência por, pelo menos, 1x ao dia (antes do período noturno). O sistema janela convencional é financeiramente melhor, porém oferece pouca tecnologia de automação, alto consumo de energia, maior geração e propagação de ruído maior, baixa qualidade do ar, entre outros (quando comparado aos sistemas atuais). |

**Figura 16 – Resultado inicial informado no relatório do *feedback* informacional.**  
Fonte: Autor.

Prosseguindo, inicia-se o processo detalhado de dimensionamento e caracterização de todos os parâmetros e variáveis físicas do ambiente a ser climatizado, contemplados no desenvolvimento da planilha ‘Proposta Aprofundada’. Em resumo:

- Carga térmica: Primeiramente, pesquisa-se e preenchem-se os dados gerais para conhecer as propriedades geográficas (hemisfério sul, latitude oeste e altitude de 8,3 metros, somente), termodinâmicas (pressão atmosférica em nível do

mar, aproximadamente) e subsequente carta psicrométrica da localidade em que o ambiente se insere. Imediatamente, define-se qual é a zona bioclimática (Z8) e delatam-se as estratégias e diretrizes construtivas recomendadas pela norma correspondente.

Feito isso, o próximo avanço é a definição da margem de segurança que o cliente deseja. Simula-se, como cliente fictício, a escolha por margem de segurança mínima, ou seja, necessidade de maior precisão nos cálculos posteriores. Em seguida, configuram-se os valores correspondentes à área (13,5 m<sup>2</sup>), pé direito (3 metros) e calcula-se o volume total do ambiente (40,5 m<sup>3</sup>).

Depois, inicia-se propriamente dito o cálculo da carga, como pode ser visto na Figura 17, pois o passo seguinte é estudar e adicionar todas as condições externas e internas de projeto.

| CONDIÇÕES DE CÁLCULO   |          |   |       |
|--|----------|---|-------|
| As Condições Externas serão analisadas por qual estação anual?   |          | Verão   |       |
| Condição Externa Recomendada:  |          | Temperatura de Bulbo Seco (TBS) [°C]            | 32,0  |
|  |          | Temperatura de Bulbo Úmido (TBU) [°C]           | 26,0  |
|  |          | Umidade Relativa do Ar (UR) [%]                 | 80%   |
|  |          | Temperatura de Bulbo Seco Inverno (TBS) [°C]    | 20,0  |
| Qual é o tempo, em média, de funcionamento do sistema que será imposto? [h]                                    |          | 8   |       |
| Qual consideração de projeto será utilizada para realização do cálculo de carga térmica?                       |          | Ambas   |       |
| Hora de Consideração para Projeto [h]  | 18:00:00 | Mês de Consideração para Projeto                | Abril |
| Intervalo de Variação Diária de Temperatura [°C]   | 7,5      | Intervalo de Variação Anual de Temperatura [°C] | 12,0  |
| Quais são os valores correspondentes à correlação entre temperaturas de projeto em função da hora considerada? |          | Seca  | -1,1  |
|  |          | Úmida   | -0,5  |
| Quais são os valores correspondentes à correção nas condições de projeto em função do mês considerado?         |          | Seca  | -1,1  |
|  |          | Úmida   | -1,0  |
| Condição Externa Recomendada (Corrigida):  |          | Temperatura de Bulbo Seco (TBS) [°C]            | 29,8  |
|  |          | Temperatura de Bulbo Úmido (TBU) [°C]           | 24,5  |
|  |          | Umidade Relativa do Ar (UR) [%]                 | 80%   |
| Agora, as Condições Internas serão analisadas por qual estação anual?  |          | Verão   |       |
| Condição Interna Recomendada:  |          | Temperatura de Bulbo Seco (TBS) [°C]            | 23,0  |
|  |          | Umidade Relativa do Ar (UR) [%]                 | 50%   |

Figura 17 – Condições de cálculo determinantes para a carga térmica existente.  
Fonte: Autor.

A seguir, determina-se, baseando-se no número de ocupantes do ambiente (dois) e a área útil de ocupação, a vazão eficaz e necessária para renovação de ar que o sistema deve fornecer (75,6 m<sup>3</sup>/h) Tal vazão também introduz carga térmica ao ambiente, pois nada mais é do que um insuflamento de ar exterior com temperatura elevada (se comparada ao ambiente interno).

Continuando, realiza-se a designação da concepção física do ambiente, ou seja, descrevem-se detalhadamente todas as características existentes de janelas, paredes, teto, piso, equipamentos, etc. O ambiente em estudo não possui janelas, têm paredes de tijolo maciço, teto e piso de laje simples (com taco), iluminação com uma lâmpada e uma televisão.

Utilizando todas as informações coletadas e calculadas até então, em conjunto com a normatização específica e os fatores de segurança definidos pelo responsável e compatíveis ao desejo do cliente, determina-se o valor de cada tipo de carga térmica e o respectivo somatório final. Por não possuir janelas, o quarto residencial não absorve carga térmica por insolação de janelas. A Figura 18 apresenta os valores de cada tipo e o somatório da carga térmica total a se retirar do ambiente para proporcionar conforto térmico.

| Fontes de Carga Térmica            | Quantidade [kcal/h] |
|------------------------------------|---------------------|
| [1] Insolação                      | 0,0                 |
| [2] Condução/Transmissão           | 678,44              |
| [3] Renovação de Ar                | 746,99              |
| [4] Humana                         | 241,60              |
| [5] Fontes Internas                | 305,50              |
| [6] Infiltração                    | 0,0                 |
| <b>Carga Térmica Total [BTU/h]</b> | <b>7822,4</b>       |

**Figura 18 – Tipos de carga térmica e somatório final.**

**Fonte: Autor.**

- Cálculo psicrométrico: Considerando as condições externas e internas, definidas anteriormente, realiza-se a localização dos pontos na carta psicrométrica e identificação de todas as propriedades termodinâmicas do ar disponíveis, tais como: entalpia, volume e massa específica, temperatura de orvalho e umidade absoluta.

Prontamente, com o fator de calor sensível calculado, manipula-se novamente a carta e verificam-se as propriedades termodinâmicas do ar de

insuflamento, a vazão de ar total exigível no ambiente (391,7 m<sup>3</sup>/h), a entalpia do ponto de mistura, o ponto de orvalho do evaporador e o fator de *by-pass*. Com todas essas informações em mãos, confirma-se que a especificação escolhida previamente na proposta inicial é a mais adequada para a climatização do ambiente, vide Figura 19.

| RESUMO: DADOS E INFORMAÇÕES PARA SELEÇÃO E ESPECIFICAÇÃO POSTERIOR DO SISTEMA/APARELHO DE AR CONDICIONADO |        |
|---|--------|
| Potência de Refrigeração Mínima [BTU/h]   | 7822,4 |
| Vazão-Insuflamento de Ar [m <sup>3</sup> /h]  | 391,7  |
| Fator de By-Pass  | 0,22   |
| T <sub>ADP</sub> [°C]   | 10,0   |
| Renovação-Insuflamento de Ar [m <sup>3</sup> /h]  | 75,6   |

Figura 19 – Resumo dos cálculos da carga térmica e da carta psicrométrica.  
Fonte: Autor.

- Parâmetros de conforto térmico: Levando-se em conta que o projeto utiliza o verão como época do ano, como consta na Figura 20, averíguam-se todos os requisitos pertinentes da norma brasileira regulamentadora para tal caracterização.

| VERÃO  |  |               |          |
|--|--|---------------|----------|
| Segundo a NBR 16401-2, a temperatura operativa e umidade relativa dentro do ambiente condicionado deve obedecer a um dos seguintes intervalos:                           | 22,5 °C - 25,5 °C e UR de 65%  |               |          |
|  | 23,0 °C - 26,0 °C e UR de 35%  |               |          |
| O projeto contempla alguma das duas opções?  | Sim  | Se sim, qual? | 1ª Opção |
| Segundo a NBR 16401-2, a velocidade média do ar de saída (não direcional) dentro do ambiente condicionado não deve ultrapassar e obedecer a um dos seguintes intervalos: | 0,20 m/s para distribuição de ar convencional (grau de turbulência de 30% a 50%)                           |               |          |
|  | 0,25 m/s para distribuição de ar por sistema de fluxo de deslocamento (grau de turbulência inferior a 10%) |               |          |
| O projeto contempla alguma das duas opções?  | Sim  |               |          |

Figura 20 – Parâmetros de conforto térmico requisitados pela ferramenta.  
Fonte: Autor.

- Qualidade do ar interior: O presente projeto contempla um sistema condicionador de ar do tipo *split*, aparelho que se caracteriza por não executar renovação de ar em seu princípio de funcionamento. Logo, o aparelho não contempla captação de ar exterior e já possui sistema interno de filtragem instalado.

Lembrando que para ventilação e renovação de ar, conforme descrição na proposta inicial, recomenda-se a abertura de janelas e portas secundárias da residência para permitir que correntes de ar possam infiltrar pelo ambiente.

- Parâmetros de conforto acústico (interno/externo): De acordo com as tabelas existentes nas normatizações específicas, para manter o conforto acústico interno aos ocupantes do ambiente o nível de ruído interno não pode exceder a faixa de intervalo entre 35 e 45 dB. Já o nível de ruído externo deve permanecer abaixo de 50 dB para promover conforto acústico à vizinhança local.

Por necessidade, recomenda-se a instalação da unidade externa em cantoneiras, as quais serão induzidas a exercer função de suporte de fixação e conexão flexível (diminui vibração e ruído produzido).

Após a conclusão da proposta aprofundada, interligam-se todos os resultados concebidos em projeto até então com o término do projeto executivo em conjunto com a listagem de material requerido pelo sistema condicionador de ar e realização das especificações técnicas e orçamento final.

Opta-se pelo aparelho *split* piso-teto, da fabricante Elgin, por possuir capacidade de refrigeração de 9000 BTU/h e ser capaz de suprir com toda a demanda imposta pelo ambiente. Para efetuar a isolação térmica das tubulações de cobre flexível, define-se a compra e instalação de tubos isolantes de polietileno. Na Figura 21, logo abaixo, encontra-se a designação, quantidade e custo unitário de todos os materiais e equipamentos necessários, assim como o orçamento final de projeto.

| <b>ORÇAMENTO FINAL</b>                 |                   |                       |                     |
|--|-------------------|-----------------------|---------------------|
| <b>Designação</b>                      | <b>Quantidade</b> | <b>Custo Unitário</b> | <b>Custo Total</b>  |
| Aparelho Condicionador de Ar           | 1                 | R\$ 1.299,00          | <b>R\$ 1.299,00</b> |
| Filtro de Ar                           | 0                 |                       | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Produto Isolação Térmica               | 8                 | R\$ 7,25              | <b>R\$ 58,00</b>    |
| Produto Isolação Acústica              | 1                 | R\$ 0,00              | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Tubulação de Cobre                     | 2                 | R\$ 102,50            | <b>R\$ 205,00</b>   |
| Tubulação de Dreno                     | 1                 | R\$ 0,00              | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Calhas/Eletrodutos de Sistema Elétrico | 0                 |                       | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Cortina de Ar                          | 0                 |                       | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Suporte Mecânico de Fixação            | 1                 | R\$ 95,00             | <b>R\$ 95,00</b>    |
| Duto                                   | 0                 |                       | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Dispositivo de Regulagem em Dutos      | 0                 |                       | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Registro Corta-Fogo/Fumaça em Dutos    | 0                 |                       | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Difusor de Ar                          | 0                 |                       | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Motor Elétrico                         | 0                 |                       | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Ventilador                             | 0                 |                       | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Exaustor                               | 0                 |                       | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Unidade Evaporadora Independente       | 0                 |                       | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Unidade Condensadora Independente      | 0                 |                       | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Dispositivo/Controlador Eletrônico     | 0                 |                       | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Outros                                 | 0                 | R\$ 95,00             | <b>R\$ 0,00</b>     |
| <b>ORÇAMENTO FINAL</b>                 | <b>14</b>         | <b>-</b>              | <b>R\$ 1.657,00</b> |

**Figura 21 – Orçamento final do sistema condicionador de ar a ser instalado.**  
**Fonte: Autor.**

Prosseguindo, simula-se o relatório final com os relatórios estatístico/técnico e informacional. Observam-se, no relatório estatístico/técnico, estudos relacionados à demanda de carga térmica e sua influência nos custos de aquisição e orçamento final do sistema de ar condicionado, através dos quais se percebe que a maior carga térmica é advinda pela renovação de ar. Como não há possibilidade de alterar a estrutura (prédio) e o número de ocupantes e fontes internas já é reduzido, definitivamente não há nada que se possa fazer para empenhar-se na diminuição da carga térmica e especificação um aparelho de menor porte, o que significaria em redução nos custos de aquisição e operação (economia de energia elétrica), principalmente.

Logo após a aprovação da etapa anterior, avançam-se ao fim do gerenciamento, dimensionamento e projeto do sistema com o cálculo e decreto dos honorários de projeto e a somatória do custo final a ser ressarcido pelo cliente ao

responsável. Realiza-se o cálculo pelo primeiro procedimento que a ferramenta apresenta, apesar de menor praticidade, por se tratar de um ambiente de pequeno porte (as tabelas de honorários de projeto do segundo procedimento não contemplam preços compatíveis para esse tipo de ambiente). Assim, depois da determinação da área corrigida (27 m<sup>2</sup>), custo básico unitário (R\$ 283,50 reais), fatores específicos e percentual correspondente à taxa de honorários (5,44%), chega-se ao valor final de R\$ 487,87 reais.

A exemplo da Figura 22, ao somar o valor dos honorários de projeto aos custos pessoais das visitas realizadas (1º contato, pré-projeto, desenvolvimento de projeto, etc.) e à emissão da ART, tem-se o custo final exigível pelo contratado. Adota-se um valor fictício de R\$ 150,00 reais para a ART somente para fins didáticos.

|  |   |   |                  |
|--|---|---|------------------|
| Honorários de Projeto - 1º Procedimento [R\$]                            | Honorários de Projeto - 2º Procedimento [R\$]     | Custo da Visita de 1º Contato e Pré-Projeto [R\$] | <b>R\$ 65,00</b> |
| <b>R\$ 478,87</b>  | <b>R\$ 0,00</b>                                   |   |                  |
| <b>CUSTOS PESSOAIS</b>   |   |   |                  |
| Custo Pessoal  | Estadia   |   | R\$ 0,00         |
|  | Alimentação                                       |   | R\$ 0,00         |
|  | Outros  |   | R\$ 0,00         |
| Locomoção  | Combustível                                       |   | R\$ 0,00         |
|  | Estacionamento                                    |   | R\$ 0,00         |
|  | Viagem/Deslocamento (Quilometragem/Pedágio/Outro) |   | R\$ 0,00         |
|  | Outros  |   | R\$ 0,00         |
| <b>TOTAL</b>   |   |   | <b>R\$ 0,00</b>  |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)</b>                        |   |   |                  |
| Valor da ART emitida e registrada pelo Engenheiro Responsável do Projeto | R\$ 150,00  |   |                  |
| <b>CUSTO FINAL EXIGÍVEL PELO CONTRATADO:</b>                             | <b>R\$ 693,87</b>                                 |   |                  |

Figura 22 – Representação do custo final exigível pelo contratado.  
Fonte: Autor.

Finalmente, avalia-se e aprova-se o final e a entrega do projeto executivo. E, se possível, realiza-se a coleta da avaliação do cliente acerca de todo o procedimento desenvolvido com observações, críticas, sugestões e informações adicionais.

#### 4.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DO ESTUDO DE VALIDAÇÃO

Ilustram-se, nas Tabelas 2, 3, 4 e 5, todos os parâmetros físicos e técnicos que colaboram no exercício de análise subsequente. Os dados da terceira coluna em diante foram fornecidos pelo resultado do estudo comparativo de Carvalho (2009).

**Tabela 1 – Base de Dados da Confrontação dos Resultados Obtidos – Parte 1.**

| <b>PROJETO</b>                            | <b>Ferramenta de Apoio</b>  | <b>Cálculo Detalhado com Método Carrier</b>  |
|---|---|--|
| Carga Térmica [BTU/h]                     | 7822,4  | 8542,0   |
| Vazão de Ar [m <sup>3</sup> /h]           | 391,7   | 520,9  |
| Vazão Renovação de Ar [m <sup>3</sup> /h] | 75,6  | 70,0   |
| Fator de <i>By-Pass</i>                   | 0,22  | 0,18   |
| T <sub>ADP</sub> [C°]                     | 10,0  | 12,2   |
| Especificação Técnica                     | Ar Condicionado Split Janela (Piso-Teto) 9000 BTU/h Elgin Compact | Aparelho de Janela Convencional (Miniflex) Carrier 10000 BTU/h ou Aparelho Split 9000 BTU/h (Springer Miniflex, Carrier ou Maxiflex) |

**Fonte: Autor.**

O método Carrier foi previamente selecionado para determinação da carga térmica na ferramenta de apoio. Coincidentemente, o cálculo detalhado para o estudo comparativo de Carvalho (2009) também faz uso do método de Carrier. Então, nada mais justo do que confrontar principalmente os dados referentes aos dois estudos de caso específicos.

Apesar do cálculo de carga térmica na ferramenta de apoio ter obtido um valor total menor ( $7822,4 \text{ BTU/h} < 8542,0 \text{ BTU/h}$ ), a diferença é relativamente pequena. Enquanto a renovação de ar é praticamente a mesma, percebe-se que a vazão de ar total contempla certa variação de valores ( $391,7 \text{ m}^3/\text{h} < 520,9 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Justifica-se a carga térmica mais baixa e o pequeno desvio no valor das vazões de ar com duas possibilidades: devido ao fato de o estudo de caso ser direcionado para o conforto térmico no período noturno (coleta e uso de parâmetros diferentes conforme as tabelas do método Carrier) e a provável existência de erros embutidos nos dados e cálculos da carta psicrométrica (realizados manualmente, em detrimento ao estudo de Carvalho que utilizou *software* específico e pode ter alcançado valores mais refinados). Apesar da discrepância, pode-se considerar que o parâmetro físico 'vazão de ar' não influencia significativamente no resultado final, vide as especificações técnicas realizadas.

Entretanto, considerando que o autor do estudo comparativo especificou tecnicamente quatro opções de aparelhos, sendo uma delas com potência de refrigeração maior que o especificado no estudo de caso produzido na ferramenta de apoio ( $10000 \text{ BTU/h} > 9000 \text{ BTU/h}$ ), pode-se afirmar que a ferramenta viabilizou certa economia nos custos de aquisição e consumo de energia, em comparação à Carvalho (2009). Adicionalmente, é válida a observação de que até mesmo a proposta inicial do pré-projeto demonstrou-se eficiente, pois a estimativa de carga térmica foi correta e próxima aos resultados obtidos tanto nos cálculos detalhados quanto nos cálculos simplificados ( $7822,4 \text{ BTU/h} < 8100 \text{ BTU/h} < 8542,0 \text{ BTU/h}$ ) e a especificação técnica sucedida previamente foi semelhante à especificação técnica final, fato que ratifica a importância das etapas iniciais.

Tabela 2 – Base de Dados da Confrontação dos Resultados Obtidos – Parte 2.

| PROJETO               | Ferramenta de Apoio   | Cálculo com Método Proposto pelo Catálogo Carrier             |
|-----------------------|---|---|
| Carga Térmica [BTU/h] | 7822,4  | 11200,0   |
| Especificação Técnica | Ar Condicionado Split Janela (Piso-Teto) 9000 BTU/h Elgin Compact | Aparelho de Janela Convencional Springer Miniflex 12000 BTU/h |

Fonte: Autor.

Tabela 3 – Base de Dados da Confrontação dos Resultados Obtidos – Parte 3.

| PROJETO               | Ferramenta de Apoio   | Cálculo com Método Proposto pelo Dimensionamento Virtual da Springer |
|-----------------------|---|--|
| Carga Térmica [BTU/h] | 7822,4  | 8577,0   |
| Especificação Técnica | Ar Condicionado Split Janela (Piso-Teto) 9000 BTU/h Elgin Compact | Os mesmos mencionados no Cálculo Detalhado com Método Carrier        |

Fonte: Autor.

Tabela 4 – Base de Dados da Confrontação dos Resultados Obtidos – Parte 4.

| PROJETO               | Ferramenta de Apoio | Método Proposto pela Inova Ar Condicionado |
|-----------------------|---------------------|--|
| Carga Térmica [BTU/h] | 7822,4              | 11400,0                                    |

Fonte: Autor.

Nota-se, nitidamente, que a ferramenta de apoio auxilia e direciona o responsável para um dimensionamento correto e coerente com as exigências do ambiente e do 'cliente fictício'. Como já foi descrito no decorrer anteriormente,

superdimensionamentos podem resultar em custos maiores de aquisição, operação e manutenção para os consumidores, pois sistemas de maior robustez são conseqüentemente especificados e instalados. E, nesse contexto, é perceptível certa 'anomalia' no dimensionamento e especificação da ferramenta simuladora disponível no sítio da empresa Inovar Ar Condicionado e do método pelo catálogo da fabricante Carrier.

Além disso, a ferramenta de apoio possibilita ao responsável a execução das especificações técnicas completas, listagem de materiais, orçamentos, cálculo de custo final exigível, entre outros itens que não são abordados. Portanto, prova-se o valor da mesma, pois possui inúmeras funções diferentes habilitadas que, agrupadas, constroem um projeto completo e global.

Por fim, pode-se admitir que, em geral, os parâmetros físicos e técnicos resultantes dos dois estudos foram semelhantes. Sendo assim, a ferramenta de apoio comprova que possui potencial para auxiliar na gerência e desenvolvimento de projeto de climatização em ambientes de baixo e médio porte e, finalmente, está apta para o fornecimento devidamente autorizado e aplicação em micro e pequenas empresas do setor atual de ar condicionado.

## 5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na confrontação dos resultados obtidos entre o estudo de caso desenvolvido e o estudo comparativo realizado pela referência bibliográfica indicada, o resultado final do trabalho corresponde às expectativas, pois a ferramenta cumpre com os objetivos e metas que foram estabelecidas no início e devidamente justificadas.

Portanto, os engenheiros responsáveis de micro e pequenas empresas que conquistarem autorização posterior para acesso à ferramenta, não só estarão equipados com um auxílio de fácil manuseio e compreensão, mas também capacitados a gerenciar e desenvolver projetos de sistemas de ar condicionado (de baixo e médio porte) com dimensionamentos coesos, simplicidade, organização, qualidade e especificações técnicas imparciais. O plano diretriz de trabalho que foi idealizado, examinado e detalhado, aliado ao conteúdo informativo presente em toda ferramenta de apoio, produz uma vertente sólida que direciona corretamente a progressão eficiente e contínua no ato de projetar.

Para o futuro, abre-se a possibilidade de conceber novos trabalhos que prossigam uma atualização contínua de novas versões da ferramenta de apoio com cada vez mais melhorias, correções e abrangência em projetos de maior complexidade. Como por exemplo, podem-se citar:

- Implementação de todos os parâmetros e variáveis de projeto não calculáveis e faltantes na atual ferramenta, vide todas as normas regulamentadoras e referências bibliográficas especializadas, visando dimensionamentos e projetos completos para ambientes de grande porte (sistemas de água gelada, por exemplo), cálculo de todos os tipos de honorários, etc.;
- Configuração direta e sofisticada da ferramenta (via programação em plataforma específica ou até mesmo em *web*) que resulte em alto nível de automação das operações matemáticas e de engenharia englobadas em todo o desenvolvimento de projeto;
- Elaboração de módulos referentes à instalação do sistema de ar condicionado e ao Plano de Manutenção Mecânica, Operação e Controle (PMOC).

- 'Comissionamento' da ferramenta de apoio com estudos de caso aplicados no cotidiano de micro e pequenas empresas que demonstrarem interesse pela acessibilidade comercial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **Normalização: Conceito e Principais Características**. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/o-que-e>>. Acesso em: Outubro, 2015.

A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), Third Edition, 2004. Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO. **Importância do Ar Condicionado no Desenvolvimento da Sociedade**. Disponível em: <<http://www.abrava.com.br/ar-condicionado-e-vital-para-o-desenvolvimento-da-sociedade>>. Acesso em: Setembro, 2015.

\_\_\_\_\_. **Departamentos Nacionais: Projetistas e Consultores - Porque Contratar um Projeto de Climatização**. Disponível em: <<http://www.abrava.com.br/porque-contratar-um-projeto>>. Acesso em: Setembro, 2015.

\_\_\_\_\_. **Metodologia para Avaliação dos Honorários para Projetos, Assessoria Técnica e Consultoria em Sistemas de Ar Condicionado, Aquecimento, Ventilação e Exaustão Mecânica**. Departamento Nacional de Empresas Projetistas e Consultores, 2014.

ARTECH. **Dicas e Novidades: Importância do Projeto de Ar Condicionado**. Disponível em: <<http://www.artechsp.com.br/post-with-classic-grid-collection-newsletter-form/>>. Acesso em: Setembro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401-1: Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 1: Projetos das Instalações**. Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_. **NBR 16401-2: Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 2: Parâmetros de Conforto Térmico**. Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_. **NBR 16401-3: Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 3: Qualidade do Ar Interior**. Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_. **NBR 15220: Desempenho térmico de edificações.** Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR 10080: Instalações de Ar Condicionado para Salas de Computadores.** Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_\_. **NBR 7256: Tratamento de Ar em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) – Requisitos para Projeto e Execução das Instalações.** Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 10151: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. **NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico.** Rio de Janeiro, 1987.

BAZZO, Walter A.; PEREIRA, Luiz T. do V. **Introdução à Engenharia: Conceitos, Ferramentas e Comportamentos.** 2ª Edição. Florianópolis: Editora UFSC, 2008.

BRASIL. Portaria N° 3.523, de 28 de Agosto de 1998. **Ministério da Saúde.** Poder Executivo, Brasília, DF.

CÂNDIDO, Roberto et al. **Gerenciamento de Projetos.** 1ª Edição. Curitiba: Aymar, 2012.

CARRIER. **Cronologia da História de Carrier: 1876-1902.** Disponível em: <<http://www.williscarrier.com/1876-1902.php>>. Acesso em: Setembro, 2015.

CARRIER, Willis H. **Handbook of Air Conditioning System Design.** 1ª Edição. McGraw-Hill Book Company: Nova Iorque, 1992.

CARVALHO, Leonardo Sousa. **Estudo comparativo entre carga térmica detalhada e simplificada para climatização ambiental.** 2009. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

CONSULTERMO. **Porque Contratar: Porque Contratar um Projeto.** Disponível em: <<http://projetodearcondicionado.wordpress.com/porque-contratar-um-projeto>>. Acesso em: Setembro, 2015.

CREA-DF. **Sociedade: Explicação sobre a Anotação de Responsabilidade Técnica.** Disponível em: <<http://www.creadf.org.br/index.php/template/lorem-ipsum/o-que-e-art>>. Acesso em: Outubro, 2015.

CREDER, Hélio. **Instalações de Ar Condicionado.** 6ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

ESTALO. **A Empresa.** Disponível em: <<http://estalo.com.br/site2/empresa.php>>. Acesso em: Março, 2016.

GARCIA, Alexandre. Com onda de calor, dispara a venda de ventiladores e aparelhos de ar-condicionado no país. R7 Notícias, Rio de Janeiro, 14 de janeiro de 2015. Disponível em: <<http://noticias.r7.com/economia/com-onda-de-calor-dispara-a-venda-de-ventiladores-e-aparelhos-de-ar-condicionado-no-pais-15012015>>. Acesso em: Setembro, 2015.

MARTINELLI. **Carga Térmica: Planilha de Cálculo Simplificado.** Disponível em: <<http://www.martinelli.eng.br/ebooks.htm>>. Acesso em: Agosto, 2015.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA SOCIAL. **NR 15 – ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES – ANEXO Nº 12 – LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA POEIRAS MINERAIS.** Brasil, 1991.

\_\_\_\_\_. **NR 17 – ERGONOMIA.** Brasil, 1978.

MULTIPLUS. **PRO-Ar Condicionado: Software de Projeto de Instalações de Ar Condicionado.** Disponível em: <<http://www.multiplus.com/Software/PRO-ArCondicionado/>>. Acesso em: Setembro, 2015.

NORTON, Robert L. **Projeto de Máquinas: Uma Abordagem Integrada.** Porto Alegre: Bookman, 2013. 4ª Edição.

PIZZETTI, Carlo. **Acondicionamiento del Aire y Refrigeración.** Editorial Interciencia, Costanilla de Los Angeles, 15, Madrid-13, 1970.

PMI. *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK).* 3ª edição. Atlanta: Project Management Institute, 2004.

SILVA, Jesué Graciliano da S. **Introdução à Tecnologia da Refrigeração e da Climatização**. São Paulo: Artliber Editora, 2003.

STOECKER, Wilbert F.; JONES, Jerold W. **Refrigeração e Ar Condicionado**. São Paulo, McGraw-Hill, 1985.

## APÊNDICES

| <b>Nome</b>                                      | <b>Fabricante</b>  | <b>Baseado em:</b>   | <b>Tipos de Dimensionamentos e Demais Atividades:</b>                                  |
|--|--|--|--|
| PRO-Ar   | Multiplus<br><a href="http://www.multiplus.com/">http://www.multiplus.com/</a>   | Programa próprio, CADMultiplus, Multi-BIM e Excel                                | Carga térmica, rede de dutos/hidráulica, quantitativos e lista de materiais            |
| Estalo ®   | Estalo Desenvolvimento e Tecnologia<br><a href="http://www.estalo.com.br/">http://www.estalo.com.br/</a>                 | Ferramentas de apoio próprias em plataformas Web, Windows, MacOS, Linux e Mobile | Carga térmica, orçamento, PMOC e conforto térmico (específico para ambientes de saúde) |
| Termo-Simulador Carrier                          | Carrier<br><a href="http://carrierdobrasil.com.br/dimensionador/">http://carrierdobrasil.com.br/dimensionador/</a>       | Programa próprio no sítio do fabricante  | Carga térmica e seleção de sistema de ar condicionado do próprio fabricante            |
| Software para Dimensionamento de Rede Hidráulica | Consultermo<br><a href="http://projetodearcondicionado.wordpress.com/">http://projetodearcondicionado.wordpress.com/</a> | Programa próprio   | Rede hidráulica e relação de materiais e equipamentos                                  |
| Software para Dimensionamento de Rede de Dutos   | Consultermo<br><a href="http://projetodearcondicionado.wordpress.com/">http://projetodearcondicionado.wordpress.com/</a> | Programa próprio   | Rede de dutos  |
| Cálculo de BTU                                   | Web Arcondicionado<br><a href="http://www.webarcondicionado.com.br/">http://www.webarcondicionado.com.br/</a>            | Programa próprio no sítio do fabricante  | Carga térmica  |
| Coolselector®2                                   | Danfoss<br><a href="http://www.danfoss.com/">http://www.danfoss.com/</a>   | Programa próprio do fabricante   | Seleção de equipamentos do próprio fabricante  |
| RapidHVAC  | Arkisoft<br><a href="http://www.arkisoft.com.br/">http://www.arkisoft.com.br/</a>  | Programa próprio do fabricante   | Carga térmica, potência de refrigeração/calorífica, vazão de ar e ventilação           |
| RapidDUCT  | Arkisoft<br><a href="http://www.arkisoft.com.br/">http://www.arkisoft.com.br/</a>  | Programa próprio do fabricante   | Rede de dutos, seleção e simulação dos equipamentos da rede                            |
| CADprofi Hidráulica e Ar Condicionado            | Arkisoft<br><a href="http://www.arkisoft.com.br/">http://www.arkisoft.com.br/</a>  | Programa (modulo adicional) próprio do fabricante                                | Desenho paramétrico do sistema   |
| Capacidade do Ar Condicionado                    | Clickreforma<br><a href="http://clickreforma.com.br/">http://clickreforma.com.br/</a>                                    | Programa próprio no sítio do fabricante  | Carga térmica  |
| STR Ar Condicionado                              | STR Ar Condicionado<br><a href="http://www.strar.com.br/">http://www.strar.com.br/</a>                                   | Programa próprio no sítio do fabricante  | Carga térmica  |
| Cálculo Simplificado                             | Martinelli<br><a href="http://www.martinelli.eng.br/">http://www.martinelli.eng.br/</a>                                  | Planilha do Autor  | Carga térmica  |

**Fonte: Autor.**

APÊNDICE B – Estudo de caso reproduzido e integrado à Ferramenta de Apoio desenvolvida.

**NOME JURÍDICO DA EMPRESA**

**NOME 'FANTASIA' DA EMPRESA**



# **Ferramenta de Apoio para Gerenciamento de Projeto e Dimensionamento de Sistema de Ar Condicionado**

Versão 1.0 Final (Beta)

**Desenvolvedores:**

**Felipe Augusto Carvalho de Faria  
Luiz Carlos Martinelli Júnior**

**INFORMAÇÕES GERAIS**

[1] "Ferramenta de Apoio ao Gerenciamento de Projeto e Dimensionamento de Sistema de Ar Condicionado" é consequência de um projeto desenvolvido em monografia para conclusão de Curso Superior de Engenharia Mecânica e exclusiva para usufruto de micro e pequenas empresas.

[2] As tabelas, anexos, listas e gráficos estão listados em ordem alfabético-numérica e devidamente referenciados pela respectiva fonte de onde foram retirados, quando necessário e/ou obrigatório.

[3] A formatação é estruturada em padrão único para toda a Ferramenta.

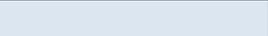
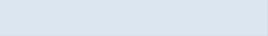
[4] A visualização de página recomendável é de 80% (exceto a 3ª planilha para qual recomenda-se 60%).

[5] Cada planilha representa uma etapa sequencial e não pode ser ignorada. Alguns dados de preenchimento, apesar da classificação da Ferramenta, não são necessariamente obrigatórios.

[6] A Ferramenta de Apoio é estruturada nas normas regulamentadoras e em bibliografias especializadas do setor de ar condicionado. Segue, abaixo, a lista completa dos documentos-base:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401-1: Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 1: Projetos das Instalações. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401-2: Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 2: Parâmetros de Conforto Térmico. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401-3: Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 3: Qualidade do Ar Interior. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10080: Instalações de Ar Condicionado para Salas de Computadores. Rio de Janeiro, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7256: Tratamento de Ar em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) – Requisitos para Projeto e Execução das Instalações. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.
- BRASIL. Portaria N° 3.523, de 28 de Agosto de 1998. Ministério da Saúde. Poder Executivo, Brasília, DF.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 15 – ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES – ANEXO N° 12 – LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA POEIRAS MINERAIS. Brasil, 1991.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 17 – ERGONOMIA. Brasil, 1978.
- STOECKER, Wilbert F.; JONES, Jerold W. Refrigeração e Ar Condicionado. São Paulo, McGraw-Hill, 1985.
- CREDER, Hélio. Instalações de Ar Condicionado. 6ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

**LEGENDA INFORMATIVA**

|  |  |   |
|--|--|---|
| Esquema de Cores Padrão da Ferramenta          |  |  |
| Desenvolvimento do Projeto, Figuras e Gráficos |  |  |
| Tabelas e Anexos                               |  |  |
| Valores Calculados pela Ferramenta             |  |  |
| Valores Preenchidos Manualmente                |  |  |

## IMPORTÂNCIA DA FERRAMENTA

O custo de investimento e a variedade de sistemas de ar condicionado existentes no mercado são fatores que, atualmente, tornam primordial a contratação de um projeto. A instalação de um sistema com ar condicionado requer uma avaliação prévia e criteriosa, com a estruturação de um projeto que implicará em custos operacionais adequados, pois ao fazer um orçamento de uma instalação de ar condicionado sem nenhum estudo de caso e diretamente com empresas instaladoras, o consumidor recebe várias soluções com custos desproporcionais, sem passar por uma análise detalhada que possa indicar a alternativa que atenda somente às necessidades do mesmo, como por exemplo: melhor relação entre custo e benefício, economia de energia elétrica e qual proporcionará a potência de refrigeração adequada para o ambiente (ABRAVA, 2015).

É neste contexto que um engenheiro responsável insere-se, com a função de pensar, viabilizar e desenvolver tal projeto, através de seus conhecimentos de engenharia, planejamento e gestão de projeto, habilidade em quesitos financeiros e econômicos, inovação e aptidão para negociação.

A Ferramenta foi desenvolvida perante a necessidade de ser informativa e acessiva (tecnicamente e comercialmente), para que engenheiros experientes ou até mesmo iniciantes tenham facilidade em seu manuseio (plataforma "universal" - Microsoft Excel) e micro/pequenas empresas possam ingressar no mercado de trabalho com competitividade alta perante empresas de nível superior que utilizam ferramentas mais sofisticadas. Como diferencial, a Ferramenta proporciona o gerenciamento e o cálculo de custo final DO PROJETO AO ENGENHEIRO, tópicos que ainda não existem nas ferramentas disponíveis no mercado mundial.

Como o próprio nome diz, esta Ferramenta visa maior auxílio ao engenheiro perante o gerenciamento e dimensionamento de projeto de sistema condicionador de ar. Utilizando-a corretamente, em conjunto com o contratante/cliente, o engenheiro viabilizará um projeto (de baixo/médio porte de complexidade) completo com qualidade, dimensionamento correto, custos operacionais compatíveis e maior rapidez, através de cronograma/metodologia/plano de trabalho para implementação, conforme necessidades do contratante e atendimento às normas brasileiras regulamentadoras da área específica de trabalho.

A Ferramenta desenvolvida possuirá, por enquanto, somente a fase de projeto de um sistema condicionador de ar. Adiante, demonstra-se as futuras implementações, que serão verificadas, na página "FUTURAS IMPLEMENTAÇÕES DA FERRAMENTA".

## MANUAL DE INSTRUÇÕES

[1] É importante salientar, inicialmente, que os resultados são ESTIMATIVAS baseadas nos dados implementados pelo engenheiro e o seu contratante. Logo, a ferramenta não se responsabiliza integralmente por todo e qualquer resultado, por conta da utilização de informações incorretas e/ou incompatíveis com o projeto. Desta forma, não se deve deixar de consultar corretamente não só todas as normas regulamentadoras e bibliografias especializadas citadas e inseridas na ferramenta, mas também o próprio contratante, averiguando de forma correta todos os dados e características da localidade e, conseqüentemente, reduzindo a possibilidade de erros indesejáveis. Aqui, a experiência do engenheiro deve ser colocada em prática.

[2] Durante a utilização da ferramenta é recomendável o prosseguimento rigoroso de todos os procedimentos descritos, preenchendo todos os dados de acordo com o Gerenciamento de Projeto e o que se pede nas células e balões informativos. Os balões informativos são mensagens de entrada divididas entre 3 grupos distintos, cada um uma função diferente de informar: Recomendação, Informação Adicional, Observação. Portanto, exige-se que o manipulador da ferramenta percorra com o cursor do mouse em todos os pontos da planilha para captar todas as informações e sanar possíveis dúvidas.

[3] Recomenda-se a leitura da planilha "Gerenciamento de Projeto", pois a mesma demonstra a completa estruturação das fases e direciona todo o desenvolvimento do plano de trabalho que deve ser seguido para o completo gerenciamento e dimensionamento do sistema de ar condicionado.

[4] Cada planilha exige um desenvolvimento de projeto diferente e subdivide-se em duas categorias demonstradas em cada primeira célula da planilha em forma de balão informativo: "Engenheiro Responsável" e "Engenheiro Responsável e Cliente". A primeira define que o preenchimento dos dados deverá ser executado, exclusivamente, pelo Engenheiro Responsável e a outra, obviamente, pelo Engenheiro Responsável em conjunto com seu Cliente.

[5] A Ferramenta permite impressão em folha A4 de quase todas as planilhas (exceto a 3ª aba que permite impressão em folha A1) para que seja utilizada em forma de relatórios, os quais podem ser demonstrados, entregues e debatidos com o contratante. Recomenda-se a impressão de relatórios a partir da 4ª Planilha (1º Contato) em diante, por motivos óbvios (as três primeiras planilhas não contêm informações direcionadas ao cliente, e sim ao micro e pequeno empreendedor autorizado a utilizar a presente Ferramenta de Apoio). Tal função também possibilita o próprio preenchimento manual de alguns dados nos locais de encontro pessoal ou até mesmo no estabelecimento que contemplará o sistema projetado.

[6] O engenheiro projetista desse ramo deve atuar exclusivamente em projetos e não ter nenhum vínculo com fabricante, para que não exista nenhum tipo de favorecimento por equipamentos, materiais e instaladores. Com isso, espera-se que a especificação dos equipamentos seja imparcial, coerente com a aplicação, às necessidades impostas e que possa ser suprida por fabricantes distintos, resultando em melhor desenvolvimento e execução do projeto aliado a satisfação do contratante.

[7] Por fim, deve-se manter sempre atento às recomendações gerais nos balões informativos disponíveis e recomenda-se fortemente a criação de banco de dados (histórico de projetos desenvolvidos anteriormente), com todas informações adicionais e relatos de dificuldades possíveis, pois estes dados podem auxiliar em projetos futuros que demonstrem-se semelhantes aos anteriores (maior agilidade e qualidade no desenvolvimento do projeto pode ser verificada, nesses casos).

## FUTURAS IMPLEMENTAÇÕES DA FERRAMENTA

[1] Implementação de todos os parâmetros e variáveis de projeto não calculáveis/faltantes na atual Ferramenta, vide todas as normas regulamentadoras e referências bibliográficas especializadas, para desenvolvimento de, por exemplo, dimensionamentos e projetos completos de cálculo para ambientes de grande porte, cálculo de todos os tipos de honorários, entre outros.

[2] Correção e melhoria dos parâmetros e variáveis de projeto já existentes.

[3] Configuração direta e sofisticada da ferramenta, com alto nível de automação das operações matemáticas e de engenharia englobadas em todo o desenvolvimento do projeto.

[4] Implementação dos módulos e dados referentes à: Instalação do Sistema de Ar Condicionado, Plano de Manutenção Mecânica/Operação/Controle (PMOC), Gestão/Análise e Viabilidade Financeiro-Econômica de Projeto (custos e despesas fixas/variáveis produzidas pelo sistema projetado), Pesquisa de Satisfação do Cliente (Engenheiro Responsável e Contratante-Cliente, para possíveis comentários, críticas e sugestões de melhoria), Auditoria/Consultoria Energética, desenvolvimento de projetos em ambientes não explorados até então (de grande porte, por exemplo, como já foi citado logo acima). Até áreas como assessoria técnica, consultoria, visão de mercado, maior acompanhamento das fases de projeto (pré/desenvolvimento/pós) e aprimoramento da autocrítica própria do Engenheiro Responsável (relatório mais completos com dificuldades encontradas, dimensionamentos e parâmetros não presentes, adversidades, discussões com o Cliente, etc.) podem ser úteis. A meta geral é desenvolver por completo (com melhorias constantes) a Gestão e o Desenvolvimento Global do Projeto.

[5] Adaptação para outros tipos de projetos na área de Refrigeração Industrial (Câmara Fria, por exemplo), Aquecimento, Ventilação e Exaustão Mecânica.

**PLANO DIRETRIZ RESUMIDO DE TRABALHO**

**1º CONTATO**

Objetivos:  
 [1] Apresentar-se ao cliente e o "receptionar" (formalmente);  
 [2] Conhecer e cadastrar o estabelecimento e o cliente na Ferramenta;  
 [3] Reconhecer o ambiente que deseja-se climatizar e o local aonde este insere-se;  
 [4] Coletar informações, necessidades, requisitos e exigências (desejos) do cliente, referente ao ambiente e as condições locais das futuras instalações;  
 [5] "Brainstorming" (análises comparativas e ideias de sistemas para projeto inicial que poderá ser feito, seguido de pré-orçamento e indicação preliminar de necessidades impostas ao ambiente, se possível);  
 [6] Estipular prazo para demonstração e apresentação da análise e proposta inicial ao cliente.

**SOLICITAÇÃO INICIAL**

É necessário:  
 • Reconhecer o ambiente e registrar fotos (próprias e/ou imagens e arquivos recebíveis pelo cliente);  
 • Definir a classificação do tipo de ambiente e as respectivas exigências para a climatização (tensão disponível no recinto, etiquetagem de eficiência energética requerida, qual será a aplicação, utilização, etc.);  
 • Visitar e reconhecer todos os locais no entorno do ambiente e as condições impostas, as quais influenciarão diretamente a instalação do futuro sistema condicionador de ar;  
 • Estabelecer as necessidades e desejos do cliente, definindo todos os parâmetros específicos e dados preliminares possíveis;  
 • Entrar em consenso, através de discussão com cliente, da faixa de valores do orçamento no qual este esteja disposto a oferecer;  
 • Fazer proposições de sistemas como suposições iniciais e indicações iniciais de suas respectivas necessidades;  
 • Analisar e prevenir, em conjunto com o escritório de arquitetura responsável e o contratante, os impactos energéticos e ambientais que o futuro sistema de ar condicionado pode acarretar ao recinto aonde encontra-se o ambiente, baseando-se nas soluções propostas anteriormente;  
 • Exigir planta baixa (conforme projeto arquitetônico) de situação real do terreno/ambiente;  
 • Indicar preliminarmente as necessidades de áreas e espaços técnicos;  
 • Por fim, estabelecer previsão de entrega e definir data provisória de proposta inicial, baseando-se em todos os dados observados acima.

**DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTA INICIAL**

Objetivos:  
 [1] Desenvolver a análise inicial com base nas informações, dados e parâmetros coletados no 1º Contato com o cliente e averiguando o que deve ser respeitado e seguido, como por exemplo:  
 - Definição das normas específicas e aplicáveis ao projeto em questão;  
 - Parâmetros de projeto do sistema (baseados em "Tabelas de Práticas de Climatização"): carga térmica, critério de ventilação (renovação de ar/vazão) e condições internas/externas (verão/inverno);  
 - Croquis (arquivos e discussão);  
 - Localização preliminar da casa de máquinas (se for o caso);  
 [2] Construção do Feedback: seleção, especificação e orçamento dos tipos de sistemas condicionadores de ar e equipamentos viáveis (honestidade e imparcialidade deve existir nesse item, para não privilegiar nenhum tipo de fabricante). Informações advindas dos fabricantes são de extrema valia (catálogos, manuais de instalação/utilização, etc.);  
 [3] Utilizar software 2D para demonstrar a concepção inicial do sistema integrado ao ambiente (base de projeto), em forma de planta baixa simples (opcional), com dimensionamento prévio do layout de linhas e redes necessárias e representação gráfica das instalações referente ao sistema que julgue ser o IDEAL (mas deixar a cargo do Cliente a escolha final, conforme o "Feedback de Proposta Inicial" e possíveis interferências com outros sistemas).

**PROPOSTA INICIAL**

Objetivos:  
 [1] Apresentar e detalhar, de forma objetiva, todo o pré-projeto e o orçamento. Deve-se estruturar a argumentação através das estimativas e possíveis especificações realizadas. Demonstrar confiança e a veracidade de tudo que fora estabelecido nas considerações realizadas.  
 [2] Demonstrar as Normas Aplicáveis (parágrafos, incisos, etc.) e defender a constatação de todos os parâmetros posteriormente necessários para o estudo, tais como: vazão, temperatura, umidade relativa, ruído, qualidade do ar, distribuição de ar, etc.;  
 [3] Após isso, definir consensualmente um tipo de sistema a ser adotado e desenvolvido nas próximas etapas, discutir e negociar o projeto com o cliente. Mostrar que o pré-projeto é uma projeção inicial e, com certeza, o projeto por si só e seu custo deverá ser mais refinado. Se este aceitar os termos, prosseguir com o desenvolvimento do projeto. Caso contrário, deixar em aberto a realização de mais uma proposta inicial, com outro prazo de entrega, ou então arquivar TUDO e fechar o desenvolvimento.  
 [4] Definir o Custo de Serviço Prestado até o momento, considerando:  
 - Custo Pessoal (estadia, alimentação, etc.);  
 - Honorários de Engenheiro Responsável;  
 - Veículo (combustível, pedágio, estacionamento, quilometragem, etc.);  
 - Estudo de Proposta Inicial.  
 A cobrança de quitamento deve ocorrer somente se o cliente desistir do negócio (caso contrário, define-se o custo total posteriormente). Alguns dos custos especificados anteriormente variam de acordo com algumas condições, tais como: recintos distantes (necessidade de viagem longa, por exemplo), tempo gasto de visita, cidade, entre outros.

**DESENVOLVIMENTO DE ANÁLISE APROFUNDADA**

Objetivos:  
 [1] Coletar TODOS os dados do ambiente a ser climatizado, a fim de que se faça um cálculo de carga térmica completo, assim como possibilitar a caracterização total do ambiente em software 2D e dimensionar todas as variáveis desejáveis e exigentes de projeto.  
 - Plantas, Projetos, Documentos e Detalhamentos de todo o estabelecimento e seus respectivos sistemas;  
 - Medições;  
 - Layout;  
 - Materiais;  
 - Paredes;  
 - Teto/Forro;  
 - Piso;  
 - Janelas;  
 - Entre outros diversos detalhes construtivos.  
 [2] Dimensionar detalhadamente e completamente a carga térmica do ambiente, distribuição (se necessário, calcular dutos e perda de carga) e difusão de ar, tubulações (cobre, dreno, etc.) quanto aos desnveis/comprimentos/diâmetros recomendados, assegurar parâmetros de conforto térmico, qualidade do ar, nível de ruído, adequação dos parâmetros para cumprimento de normas regulamentadoras vigentes, enfim, todos os parâmetros internos e externos necessários e expostos na Ferramenta.

**DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTA APROFUNDADA**

Objetivos:  
 [1] Detalhar, em desenho e projeto de software 2D, sem esquecer as informações técnicas e comerciais, os seguintes tópicos:  
 - Tubulações (linhas, layout de adequação, detalhamento em corte longitudinal - ângulos de instalação, etc.);  
 - Válvulas e Acessórios (filtros, válvulas de retenção/alívio-segurança/regulação de fluxo, válvulas manuais, pressostatos, termostatos, entre outros diversos);  
 - Pontos de insuflamento;  
 - Tomada de ar externo;  
 - Isolamento térmico;  
 - Dutos de ar;  
 - Caixas de inspeção e manutenção mecânica;  
 - Equipamentos (ventiladores, difusores, cortina de ar, evaporadores individuais, etc.);  
 - Suportes Mecânicos, componentes e materiais de isolamento acústica (base-mola, cantoneiras, tubos flexíveis ou até mesmo linhas de tubulação em "loops", etc.)  
 - Detalhes construtivos de instalação do sistema;  
 - Projeto Elétrico;  
 - Ergonomia de Sistema.  
 [2] Definir, também no projeto executivo/detalhado, o que é desejável controlar através de dispositivos eletrônicos das variáveis físicas pertinentes (automação de funcionamento) no ambiente e especificar TODOS os tópicos anteriormente, demonstrando: fabricante, modelo, código, especificações técnicas, valores e condições de pagamento, prazo/forma/custo de entrega, etc.;  
 [3] Definir a casa de máquinas, se for o caso, com detalhamento das características de sua localização, construção do local e fornecimento de energia disponível e necessário (Definição/Adequação de parâmetros espaciais do sistema de climatização no layout do ambiente em que será instalado);  
 [4] Se possível, simulação em software 3D, com idealização do sistema o qual simule de forma consistente o ciclo de trabalho de todos os equipamentos, demonstrando em forma de resultados confiáveis os pontos fortes, características e até mesmo pontos fracos, os quais podem ser estudados profundamente e melhorados antes da entrega final do projeto.  
 Se for necessário, para dar continuidade no desenvolvimento do projeto, fazer visitas pontuais ao ambiente, registrando fotos e imagens necessárias.

**PROJETO E RELATÓRIO FINAL**

Objetivos:  
 [1] Apresentar a proposta de projeto final, de forma objetiva, contemplando todas as informações necessárias para que o cliente consiga fazer sua decisão final (aceitação ou não, apesar da inconveniência em se recusar no atual momento do desenvolvimento do projeto), tais como:  
 - Planta Baixa do ambiente, detalhando todos os sistemas necessários, redes de dutos, especificando cada ponto importante (o que significa, função, detalhe construtivo de instalação e material (comercial)), mantendo a organização em forma de legendas, anotações, listas e baseando-se SEMPRE nos manuais de instalação dos elementos;  
 - Demonstração da Carga Térmica Total e Perda de Carga, apontando os principais gargalos que justifiquem o cálculo;  
 - Relatórios estatísticos das principais variáveis e sugestões pertinentes;  
 - Apresentação das Simulações, tais como: escoamento interno em dutos de ar/tubulações de água, fluxo de ar no ambiente, ciclo completo, etc.;  
 - Especificação julgada ideal, conforme exigências de normas/necessidades do cliente/requisitos do ambiente (todos contemplados na aprovação da Proposta Inicial), dos principais Equipamentos e Componentes que o sistema geral deverá contemplar para o perfeito funcionamento, juntamente com os custos de orçamento e despesas (fixos e variáveis, se possível). Novamente, deve-se prezar completamente pela honestidade e imparcialidade, para se assegurar que nenhum vínculo empregatício favoreça qualquer fabricante do setor;  
 - Lista de Materiais e Catálogos;  
 - Manual de Instalação, Operação e Manutenção são extremamente importantes para construção e especificação de projeto acerca das futuras instalações;  
 - E outras informações, as quais podem ser encontradas de forma minuciosamente detalhada na NBR 16401-1:2008.  
 [2] Quando exigível, representar e defender o Projeto Legal, conforme NBR 13531, para análise e aprovação de autoridades competentes.  
 Finalmente, após averiguação da proposta final pelo cliente, fechar todos os contratos necessários, realizar o pedido de ART e iniciar o cálculo dos honorários de projeto. Caso o cliente opte por rejeitá-la, arquivar TUDO e, se possível, detalhar as possíveis falhas visíveis e descritas pelo cliente, de modo que isto ajude na experiência adquirida e aprendizado para projetos posteriores.  
 Detalhe Importante: nada impede a escolha de outro sistema (diferente do escolhido na proposta inicial), dependendo de aprovação do cliente, obviamente.

**CUSTO E APROVAÇÃO FINAL DE PROJETO**

Objetivos:  
 [1] Definir os parâmetros corretos de cálculo dos honorários de projeto;  
 [2] Realizar cobrança do custo final de projeto (1º Contato/Pré-Projeto, Honorários de Projeto, Custo Pessoal Final e ART);  
 [3] Entregar o projeto completo em conjunto com todos os documentos e certificações de legalidade;  
 [4] Conclusão e arquivamento do projeto e de todas as informações coletadas na aprovação.

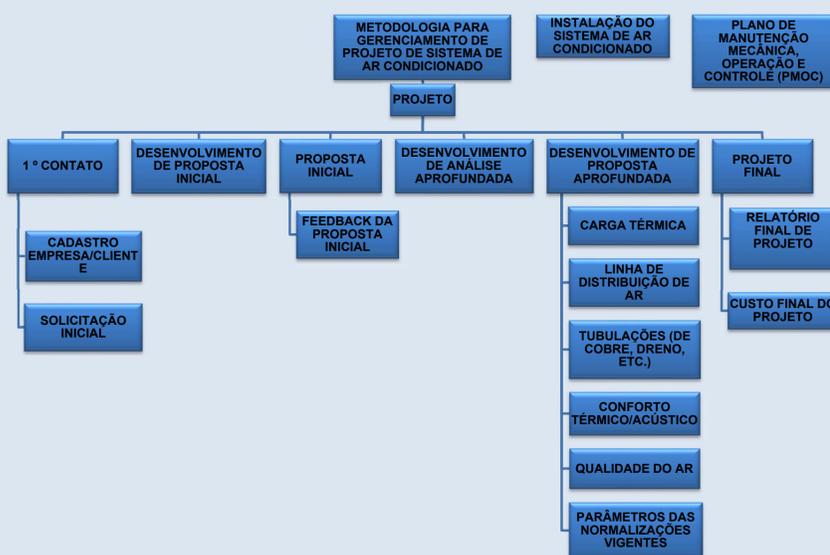
**INSTALAÇÃO DO SISTEMA CONDICIONADOR DE AR**

**PLANO DE MANUTENÇÃO MECÂNICA, OPERAÇÃO E CONTROLE (PMOC)**

**GESTÃO E CRONOGRAMA DE PROJETO**

| Etapa de Projeto             | Responsável pela Execução   | Check List | Aprovação | Carga Horária de Trabalho [h] | Data de Entrega | Estágio do Projeto |
|------------------------------|---|------------|-----------|-------------------------------|-----------------|--------------------|
| 1º Contato                   | Engenheiro Responsável e Cliente  | Realizado  | Aprovado  | 2                             | -               | 14%                |
| Proposta Inicial             | Engenheiro Responsável (apresentação e definição posterior com o Cliente) | Realizado  | Aprovado  | 5                             | -               | 28%                |
| Feedback da Proposta Inicial | Engenheiro Responsável (apresentação e definição posterior com o Cliente) | Realizado  | Aprovado  | 10                            | -               | 42%                |
| Proposta Aprofundada         | Engenheiro Responsável (apresentação e definição posterior com o Cliente) | Realizado  | Aprovado  | 20                            | -               | 56%                |
| Projeto Final                | Engenheiro Responsável (apresentação e definição posterior com o Cliente) | Realizado  | Aprovado  | 50                            | -               | 70%                |
| Relatório Final              | Engenheiro Responsável (apresentação e definição posterior com o Cliente) | Realizado  | Aprovado  | 1                             | -               | 90%                |
| Honorários de Projeto        | Engenheiro Responsável  | Realizado  | Aprovado  | 1                             | -               | 100%               |

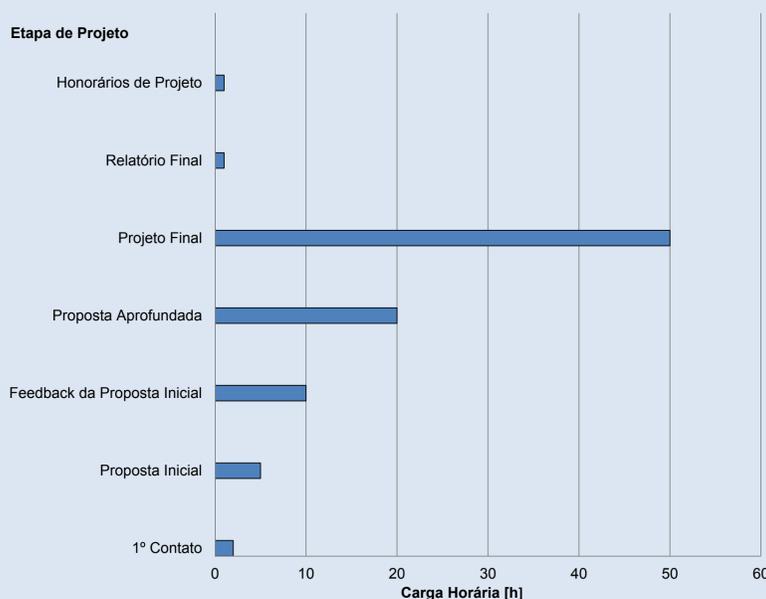
**METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO**



**ANOTAÇÕES GERAIS**

|     |  |   |
|-----|--|---|
| 1.  |  | - |
| 2.  |  | - |
| 3.  |  | - |
| 4.  |  | - |
| 5.  |  | - |
| 6.  |  | - |
| 7.  |  | - |
| 8.  |  | - |
| 9.  |  | - |
| 10. |  | - |

**CARGA HORÁRIA DE TRABALHO DESENVOLVIMENTO COMPLETO DO PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO**



**GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO**

**1° CONTATO**

|             |                                      |
|-------------|--------------------------------------|
| <b>Data</b> | <b>Primeira consulta do cliente?</b> |
| -           | Sim                                  |

**ESPECIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO**

|                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| <b>Estabelecimento</b> | <b>Designação/Nome*</b> |
| Residencial            | Quarta Residencial      |

|                      |          |               |    |
|----------------------|----------|---------------|----|
| <b>Logradouro</b>    | -        | <b>Bairro</b> | -  |
| <b>Cidade</b>        | Salvador | <b>CEP</b>    | -  |
| <b>Telefone</b>      | -        | <b>Estado</b> | BA |
| <b>Site Oficial*</b> | -        |               |    |

**CLIENTE**

|                      |                          |                   |   |
|----------------------|--------------------------|-------------------|---|
| <b>Nome Completo</b> | Banca Examinadora do TCC |                   |   |
| <b>E-mail</b>        | -                        | <b>CPF/CNPJ</b>   | - |
| <b>Cargo*</b>        | Engenheiros              | <b>IE</b>         | - |
| <b>Skype*</b>        | -                        | <b>Telefone</b>   | - |
| <b>Celular*</b>      | -                        | <b>Operadora*</b> | - |

**AMBIENTE**

|   |   |
|---|---|
| <b>Objetivos da Climatização:</b>   |   |
| 1) Conforto térmico de 2 pessoas no quarto principal de uma residência localizada na cidade de Salvador (BA). |   |
| 2) Conforto acústico aos ocupantes no período noturno (descanso).   |   |
| 3) Fornecimento de ar refrigerado com qualidade relativa à saúde dos ocupantes.                               |   |
| <b>Deseja refrigeração [R] ou aquecimento [A]?</b>  | [R]   |
| <b>Etiquetagem de Eficiência Energética</b>   | Qualquer  |
| <b>Tensão Disponível (Rede Elétrica)</b>  | 110V  |
| <b>Como se classifica o atendimento dos serviços públicos de água, esgoto, gás, energia elétrica?</b>         | Regular   |
| <b>Definição da topografia do local:</b>  | Relevo acidentado e cortado por vales, mas com predominância de planície na faixa litorânea (Altitude de 8,3 metros - ao nível do mar).         |
| <b>Caracterização da incidência solar perante o ambiente:</b>   | Clima Tropical Atlântico.   |
| <b>Condições do meio externo:</b>   | Temperatura média anual de 25 °C, precipitações abundantes no ano todo, sem estações secas discerníveis e predominantemente clima quente/úmido. |
| <b>Caracterização geral das edificações das vizinhanças:</b>  | Não é informado pelo cliente.   |
| <b>Tipo de ocupação do ambiente:</b>  | Dois (2) pessoas fazem uso, de maneira regular, do quarto residencial.  |
| <b>Existe exigência(s) específica(s) de autoridades legais? Se sim, quais?</b>                                | Não   |
| <b>Situação do Ambiente:</b>  | Ambiente Existente (Alteração do Sistema)   |

Empresa: "Nome Fictício"  
 Engenheiro Responsável: "Nome"  
 Contato: "E-mail"

## GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|  |             |
|--|-------------|
| <b>Deseja futura expansão e/ou reforma?</b>                    | Talvez      |
| <b>N° de Comodos</b>   | 1           |
| <b>Área [m<sup>2</sup>]</b>                                    | 13,50       |
| <b>Pé Direito [m]</b>  | 3,00        |
| <b>Temperatura Desejável [°C]</b>                              | 24,0        |
| <b>Umidade Relativa [%]</b>                                    | 50%         |
| <b>Pressão Interna [Pa]</b>                                    | -           |
| <b>Renovação de Ar</b>   | É desejável |
| <b>Qualidade do Ar</b>   | É desejável |
| <b>Classe de Filtragem</b>                                     | G3          |
| <b>Estética Conjunto Estabelecimento/Sistema Condicionador</b> | É desejável |

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| <b>Preferência 1 do Contratante (Sistema):</b>                     | Menor Preço                      |
| <b>Preferência 2 do Contratante (Tecnologia):</b>                  | Tecnologia Comum                 |
| <b>Preferência 3 do Contratante (Flexibilidade):</b>               | Sistema não precisa ser flexível |
| <b>Preferência 4 do Contratante (Flexibilidade de Manutenção):</b> | Facilidade para manutenção       |
| <b>Preferência 5 do Contratante (Dimensionamento):</b>             | Fator de Segurança Razoável      |
| <b>Preferência 6 do Contratante (Custos):</b>                      | Relação CAIA/COMA                |
| <b>Orçamento Disponível (Estimativa)</b>                           | R\$ 1.700,00                     |

|   |
|---|
| <b>"Brainstorming" de Sistemas (viáveis à aplicação):</b> |
| 1) Sistema Split Janela                                   |
| 2) Sistema Split Hi-Wall                                  |
| 3) Sistema de Janela Convencional                         |
| 4) Ar Condicionado Portátil                               |
| 5)  |
| 6)  |
| 7)  |
| 8)  |
| 9)  |
| 10)   |

### APROVAÇÃO DE PROJETO

|  |  |
|--|--|
| <b>Avaliação do Cliente:</b>   | -  |
| <b>Avaliação do Engenheiro Responsável:</b>  | O 1° Contato ocorreu de forma adequada e conforme o recomendável pela ferramenta de apoio. |
| <b>Informações Adicionais:</b>   | -  |
| <b>Aprovação e Conclusão da Etapa:</b>   | 100%   |
| <b>Exigência de tempo para desenvolvimento e retorno referente à próxima etapa de projeto:</b> | O antes possível   |
| <b>Data Preliminar de Entrega da Proposta e Feedback Inicial:</b>                              | -  |

Empresa: "Nome Fictício"  
Engenheiro Responsável: "Nome"  
Contato: "E-mail"

**GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO**

**ANÁLISE INICIAL**

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Nome do Projeto:</b>        | Projeto de Climatização - Quarto Principal de Residência Comum |
| <b>Engenheiro Responsável:</b> | Felipe Augusto Carvalho de Faria                               |
| <b>CREA/CNPJ Empresa:</b>      | -  |

|  |                         |
|--|-------------------------|
| <b>Fatores ESSENCIAIS para o ambiente:</b> | Temperatura de Conforto |
|--|-------------------------|

|  |                      |  |                   |                   |
|--|----------------------|--|-------------------|-------------------|
| <b>Normas e Legislações exigidas conforme o ambiente especificado:</b> |                      | NBR 16401-1/2/3, NBR 15220 e Honorários Abrava |                   |                   |
| <b>Lembrando que:</b>  |                      |  |                   |                   |
| Residencial  | Comercial/Industrial | Trabalho                                       | Público           | Saúde             |
| NBR 16401-1  | NBR 16401-1          | NBR 16401-1                                    | NBR 16401-1       | NBR 16401-1       |
| NBR 16401-2  | NBR 16401-2          | NBR 16401-2                                    | NBR 16401-2       | NBR 16401-2       |
| NBR 16401-3  | NBR 16401-3          | NBR 16401-3                                    | NBR 16401-3       | NBR 16401-3       |
| NBR 15220  | NR 15/NBR 10080      | NR 15/NR 17                                    | Portaria Nº 3523  | NBR 7256          |
| Honorários ABRAVA  | Honorários ABRAVA    | Honorários ABRAVA                              | Honorários ABRAVA | Honorários ABRAVA |

|   |  |             |                           |                  |
|---|--|-------------|---------------------------|------------------|
| <b>Estimativa de Carga Térmica [TR] e [BTU/h]</b> | <b>0,7</b>   | <b>8100</b> | <b>Estimativa [m²/TR]</b> | <b>Área [m²]</b> |
|   |  |             | 20                        | 13,5             |
| <b>Critério de Ventilação</b>                     | A Tabela Prática não contempla a informação para Residências (fica a critério do cliente). |             |                           |                  |
| <b>Condições Internas [°C e %]</b>                | Tambiente = 24 °C e UR = 50% (Verão)   |             |                           |                  |
| <b>Condições Externas (Verão) [°C]</b>            | TBS = 32 °C, TBU = 26 °C e Tmáx = 33,6 °C  |             |                           |                  |
| <b>Condições Externas (Inverno) [°C]</b>          | TBS = 20 °C e UR = 80%   |             |                           |                  |

**ESPECIFICAÇÃO DOS POSSÍVEIS SISTEMAS CONDICIONADORES DE AR**

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Especificação 1:</b>          | Ar Condicionado Split Janela (Piso-Teto) 9000 Btus Frio 110V Elgin Compact HCFI09A1NA |
| <b>Vantagens e Desvantagens:</b> | Média eficiência energética   |
|                                  | Custo de investimento mediano   |
|                                  | Circulação de ar normal   |
|                                  | Não realiza renovação de ar do ambiente   |
|                                  | Retira umidade do ambiente  |

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>Especificação 2:</b>          | Ar Condicionado Split Hi Wall Fontaine 9000 BTUs Frio - 110v |
| <b>Vantagens e Desvantagens:</b> | Alta eficiência energética                                   |
|                                  | Custo de investimento maior                                  |
|                                  | Circulação de ar normal                                      |
|                                  | Não realiza renovação de ar do ambiente                      |
|                                  | Retira umidade do ambiente                                   |

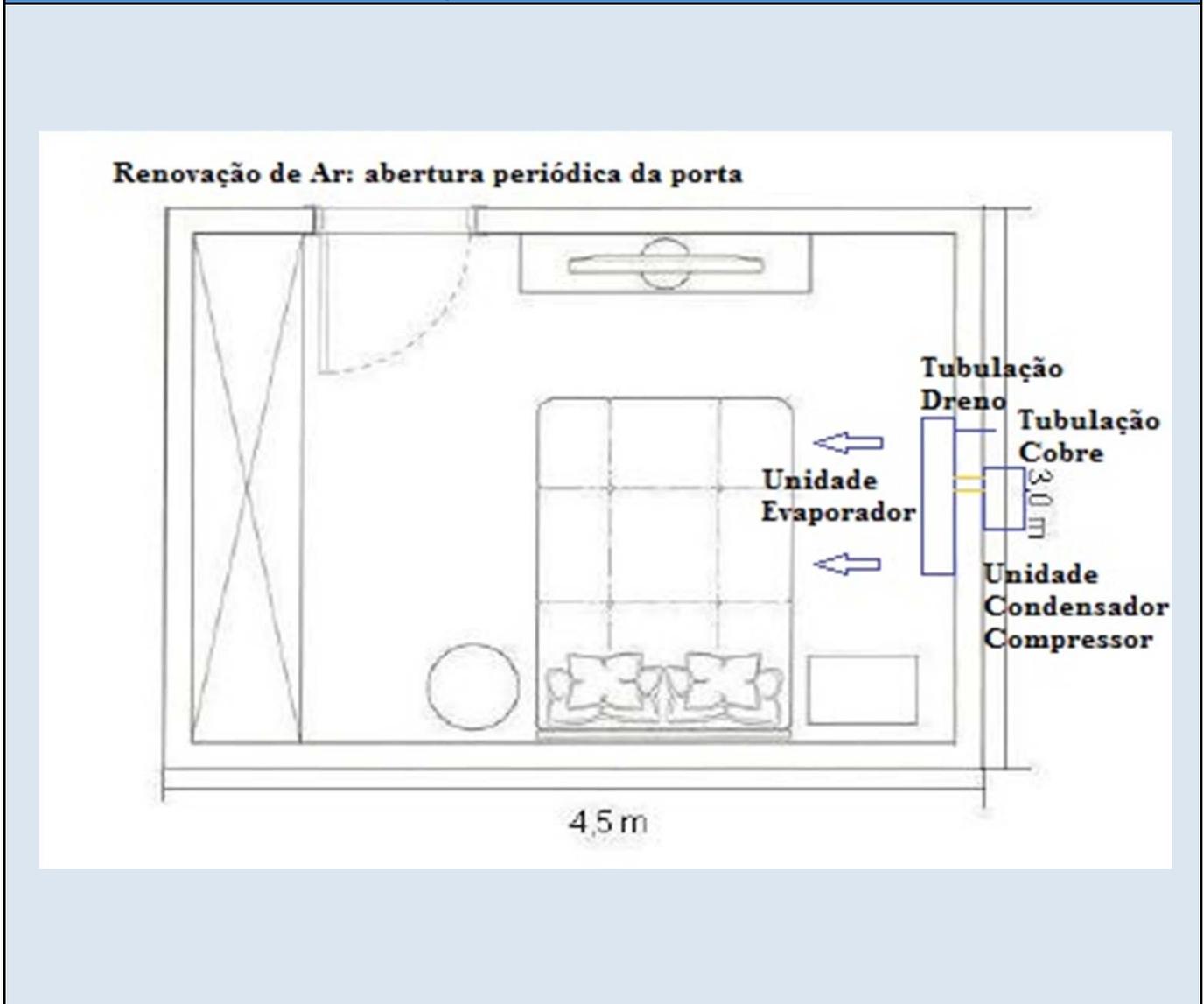
# GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Especificação 3:</b>  | Ar-Condicionado Duo QCA108BBB da Springer Carrier |  |
| <b>Vantagens e Desvantagens:</b>   | Baixa eficiência energética                       |  |
|  | Custo de investimento menor                       |  |
|  | Circulação de ar normal                           |  |
|  | Não realiza renovação de ar do ambiente           |  |
|  | Não retira umidade do ambiente                    |  |
| <b>O contratante aceita e está de acordo com alguma especificação?</b>       | Sim   |  |
| <b>Se sim, com qual a especificação que o contratante deseja prosseguir?</b> | Especificação 1                                   |  |

| <b>Especificação 1</b>  |  |
|---|--|
| <p>IMPORTANTE: É importante lembrar que tal especificação não é, necessariamente, a escolha correta e final. Baseia-se em dados e estimativas iniciais para possibilitar uma ideia inicial de projeto do engenheiro responsável e seu respectivo contratante.</p> |  |

**MUITO OBRIGADO PELA PREFERÊNCIA!**

## ESBOÇO INICIAL DO PRÉ-PROJETO



**CUSTO DA VISITA DE 1º CONTATO E PRÉ-PROJETO**

|                      |   |   |                  |
|----------------------|---|---|------------------|
| <b>Custo Pessoal</b> | Estadia   |   | R\$ 0,00         |
|                      | Alimentação                                       |   | R\$ 0,00         |
|                      | Outros  |   | R\$ 0,00         |
| <b>Locomoção</b>     | Combustível                                       |   | R\$ 0,00         |
|                      | Estacionamento                                    |   | R\$ 0,00         |
|                      | Viagem/Deslocamento (Quilometragem/Pedágio/Outro) |   | R\$ 0,00         |
|                      | Outros  |   | R\$ 0,00         |
| <b>Engenharia</b>    | Consultoria                                       |   | R\$ 0,00         |
|                      | Estudo Inicial                                    |   | R\$ 25,00        |
|                      | Horas Trabalhadas [h]                             | 2 | Outros           |
| <b>TOTAL</b>         |   |   | <b>R\$ 65,00</b> |

**APROVAÇÃO DE PROJETO**

|  |   |
|--|---|
| <b>Avaliação do Cliente:</b>   | -   |
| <b>Avaliação do Engenheiro Responsável:</b>  | O processo de desenvolvimento da proposta inicial ocorreu adequadamente e conforme o recomendável pela ferramenta de apoio. |
| <b>Informações Adicionais:</b>   | Encontrou-se dificuldade na procura de aparelhos ar condicionado com funcionamento em tensão 110 V.                         |
| <b>Aprovação e Conclusão da Etapa:</b>   | 100%  |
| <b>Exigência de tempo para desenvolvimento e retorno referente à próxima etapa de projeto:</b> | O antes possível  |
| <b>Data Preliminar de Entrega da Proposta Aprofundada, Projeto e Relatório Final:</b>          | -   |

**ANEXO 1 - TABELAS PRÁTICAS DE CLIMATIZAÇÃO****TABELA A.1 - Estimativa de Carga Térmica**

| Tipo de Ambiente                  | Faixa de Verificação [m²/TR] | Valor para Estimativa [m²/TR] |
|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Escritórios em Geral              | 18 a 20                      | 18                            |
| Restaurantes (com fumantes)       | 10 a 12                      | 10                            |
| Restaurantes (sem fumantes)       | 10 a 14                      | 12                            |
| Salas de Reuniões (com fumantes)  | 10 a 12                      | 10                            |
| Salas de Reuniões (sem fumantes)  | 12 a 15                      | 12                            |
| CPD (Computadores Antigos)        | 12 a 10                      | 10                            |
| CPD (Computadores Modernos)       | 14 a 12                      | 12                            |
| Residências (Dormitórios/Quartos) | 20 a 24                      | 20                            |
| Residências (Salas)               | 18 a 22                      | 20                            |
| Auditórios (com fumante)          | 10 a 12                      | 10                            |
| Auditórios (sem fumante)          | 10 a 12                      | 12                            |
| Cinemas e Teatros                 | 10 a 12                      | 11                            |
| Lojas e Shoppings                 | 16 a 18                      | 17                            |

## GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|  |         |    |
|--|---------|----|
| Loja Ancora - Magazines  | 17 a 19 | 18 |
| Supermercados  | 17 a 19 | 18 |
| Bancos   | 15 a 20 | 17 |
| Bibliotecas  | 20 a 24 | 20 |
| Salões de Beleza - Cabeleireiros   | 10 a 14 | 12 |
| Salas de Cirurgia com Recirculação   | 13 a 18 | 16 |
| Salas de Cirurgia c/ 100% de Ar Renovado   | 8 a 12  | 10 |
| Observação: Os valores acima poderão ser usados somente para estimativas de carga térmica. |         |    |

| <b>TABELA A.2 - Critérios de Ventilação</b>                                    |                                 |
|--|---------------------------------|
| Ambiente   | Número de Renovações de Ar/Hora |
| Bancos   | 6 a 10                          |
| Bares e Cafés*   | 10 a 12                         |
| Cinemas*   | 10 a 15                         |
| Cozinhas Comerciais  | 15 a 20                         |
| Cozinhas Domésticas  | 10 a 15                         |
| Fábricas em Geral  | 6 a 12                          |
| Fundições  | 20 a 30                         |
| Galpões para Assembléias   | 6 a 8                           |
| Garagens   | 6 a 8                           |
| Igrejas  | 2 a 3                           |
| Lavabos  | 10 a 15                         |
| Lavanderias  | 20 a 30                         |
| Oficinas de Pintura  | 30 a 60                         |
| Restaurantes*  | 6 a 10                          |
| Salões de Baile*   | 6 a 8                           |
| Sala de Caldeiras  | 20 a 30                         |
| Sala de Jogos (Bilhares)*  | 6 a 8                           |
| Sala de Aula*  | 2 a 4                           |
| Teatros  | 10 a 15                         |
| Observação: *Em locais com fumantes, dobrar o número de renovações de ar/hora. |                                 |

| <b>TABELA A.3 - Condições Internas</b>                      |   |          |         |          |         |
|---|---|----------|---------|----------|---------|
| Ar Condicionado para:                                       | Local   | Verão    |         | Inverno  |         |
|   |   | TBS [°C] | UR [%]  | TBS [°C] | UR [%]  |
| Conforto  | Residências - Hotéis - Escritórios<br>- Escolas                                     | 23 > 25  | 40 > 60 | 20 > 22  | 35 > 65 |
| Lojas com curto tempo de ocupação                           | Bancos - Barbearias -<br>Cabeleireiros - Lojas -<br>Magazines - Supermercados       | 24 > 26  | 40 > 60 | 20 > 22  | 35 > 65 |
| Ambientes com grandes cargas de calor latente e/ou sensível | Teatros - Auditórios - Templos -<br>Cinemas - Bares - Lanchonetes -<br>Restaurantes | 24 > 26  | 40 > 65 | 20 > 22  | 40 > 60 |
| Ambientes de Arte 1   | Bibliotecas - Departamento de<br>Livros Manuscritos - Documentos                    | 21 > 23  | 40 > 50 | 21 > 23  | 40 > 50 |
| Ambientes de Arte 2   | Museus - Galerias de Arte -<br>Salas de Exposição - Hall de<br>Elevadores           | 21 > 23  | 50 > 55 | 21 > 23  | 50 > 55 |

# GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|                                 |            |                             |         |         |         |
|---------------------------------|------------|-----------------------------|---------|---------|---------|
| Acessos                         | Corredores | 24 > 28                     | 45 > 70 | 20 > 22 | 35 > 70 |
| TBS = Temperatura de Bulbo Seco |            | UR = Umidade Relativa do Ar |         |         |         |

## FEEDBACK DE PROPOSTA INICIAL

|                         |   |                          |
|-------------------------|---|--------------------------|
| <b>Especificação 1:</b> | Ar Condicionado Split Janela (Piso-Teto) 9000 Btus Frio 110V Elgin Compact HCFI09A1NA | <b>Opção do Cliente:</b> |
|                         |   | Sistema Escolhido        |



## Dados Técnicos do Aparelho Condicionador de Ar

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| Tipo de Sistema                                   | Split (Piso-Teto)           |
| Fabricante  | Elgin                       |
| Designação do Modelo                              | HCFI09A1NA-8595             |
| Capacidade de Refrigeração [BTU/h]                | 9000                        |
| Ciclo   | Frio                        |
| Consumo [kWh]                                     | 880 W/h                     |
| Classificação Energética                          | C                           |
| Unidade Interna (LxAxP) [mm]                      | 720 X 240 X 190 mm          |
| Unidade Externa (LxAxP) [mm]                      | 505 X 352 X 415 mm          |
| Massa Líquido Interno/Externo [kg]                | 7 / 21,5 kg                 |
| Fluido Refrigerante                               | R-22                        |
| Rede Elétrica (Tensão [V] / Fase / Amperagem [A]) | 110 V / Monofásico / 8,87 A |
| Tecnologia  | Alta                        |
| Vazão [m³/h]                                      | 440 m³/min                  |
| EER (Eficiência Energética de Refrigeração) [W/W] | Não                         |
| Tipo de Filtragem (caso exista)                   | Anti-pó                     |
| Preço de Custo [R\$]                              | R\$ 1.299,00                |

## Dados Técnicos das Tubulações/Dutos do Sistema

|  |                           |
|--|---------------------------|
| Bitola Comercial da Tubulação de Cobre [polegada]      | (1/4") / (3/8")           |
| Comprimento de Tubulação de Cobre [m]                  | 7,5 m (padrão Fabricante) |
| Desnível entre Compressor/Condensador e Evaporador [m] | 2,5 m                     |
| Dimensão do Duto Metálico [mm x mm]                    | -                         |
| Comprimento Total do Duto Metálico [m]                 | -                         |

| Lista de Peças, Equipamentos, Materiais e Componentes | Quantidade | Custo Unitário [R\$] | Custo Total [R\$]   |
|---|------------|----------------------|---------------------|
| Aparelho da Especificação                             | 1          | R\$ 1.299,00         | <b>R\$ 1.299,00</b> |
| Unidade Evaporadora                                   | 0          | R\$ 0,00             | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Difusor Unitário                                      | 0          | R\$ 0,00             | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Cortina de Ar   | 0          | R\$ 0,00             | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Ventilador Unitário                                   | 0          | R\$ 0,00             | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Filtro Específico                                     | 0          | R\$ 0,00             | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Produto de Isolação Térmica                           | 8          | R\$ 7,25             | <b>R\$ 58,00</b>    |
| Tubulações/Dutos                                      |            | <b>R\$ 205,00</b>    |                     |
| Outros  |            | <b>R\$ 0,00</b>      |                     |
| <b>Orçamento Inicial Estimado [R\$]</b>               |            |                      | <b>R\$ 1.562,00</b> |

GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|                         |   |                          |
|-------------------------|---|--------------------------|
| <b>Especificação 2:</b> | <b>Ar Condicionado Split Hi Wall Fontaine 9000 BTUs</b> | <b>Opção do Cliente:</b> |
|                         | <b>Frio - 110v</b>                                      | Sistema Recusado         |



**Dados Técnicos do Aparelho Condicionador de Ar**

|  |                          |
|--|--------------------------|
| <b>Tipo de Sistema</b>                                   | Hi-Wall                  |
| <b>Fabricante</b>  | Fontaine                 |
| <b>Designação do Modelo</b>                              | Split Fontaine 127v      |
| <b>Capacidade de Refrigeração [BTU/h]</b>                | 9000                     |
| <b>Ciclo</b>   | Frio                     |
| <b>Consumo [kWh]</b>                                     | 804 W (Potência Nominal) |
| <b>Classificação Energética</b>                          | A                        |
| <b>Unidade Interna (LxAxP) [mm]</b>                      | 718 X 240 X 180 mm       |
| <b>Unidade Externa (LxAxP) [mm]</b>                      | 600 X 500 X 232 mm       |
| <b>Massa Líquido Interno/Externo [kg]</b>                | 7 / 24 kg                |
| <b>Fluido Refrigerante</b>                               | R-22                     |
| <b>Rede Elétrica (Tensão [V] / Fase / Amperagem [A])</b> | 110 V // 3,7 A           |
| <b>Tecnologia</b>  | Comum                    |
| <b>Vazão [m³/h]</b>                                      | -                        |
| <b>EER (Eficiência Energética de Refrigeração) [W/W]</b> | -                        |
| <b>Tipo de Filtragem (caso exista)</b>                   | -                        |
| <b>Preço de Custo [R\$]</b>                              | R\$ 1.545,00             |

**Dados Técnicos das Tubulações/Dutos do Sistema**

|   |   |
|---|---|
| <b>Bitola Comercial da Tubulação de Cobre [polegada]</b>      | - |
| <b>Comprimento de Tubulação de Cobre [m]</b>                  | - |
| <b>Desnível entre Compressor/Condensador e Evaporador [m]</b> | - |
| <b>Dimensão do Duto Metálico [mm x mm]</b>                    | - |
| <b>Comprimento Total do Duto Metálico [m]</b>                 | - |

| <b>Lista de Peças, Equipamentos, Materiais e Componentes</b> | <b>Quantidade</b> | <b>Custo Unitário [R\$]</b> | <b>Custo Total [R\$]</b> |
|--|-------------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>Aparelho da Especificação</b>                             | 1                 | R\$ 1.545,00                | <b>R\$ 1.545,00</b>      |
| <b>Unidade Evaporadora</b>                                   | 0                 |                             | <b>R\$ 0,00</b>          |
| <b>Difusor Unitário</b>                                      | 0                 |                             | <b>R\$ 0,00</b>          |
| <b>Cortina de Ar</b>   | 0                 |                             | <b>R\$ 0,00</b>          |
| <b>Ventilador Unitário</b>                                   | 0                 |                             | <b>R\$ 0,00</b>          |
| <b>Filtro Específico</b>                                     | 0                 |                             | <b>R\$ 0,00</b>          |
| <b>Produto de Isolação Térmica</b>                           | 4                 | R\$ 7,25                    | <b>R\$ 29,00</b>         |
| <b>Tubulações/Dutos</b>                                      |                   | <b>R\$ 205,00</b>           |                          |
| <b>Outros</b>  |                   | <b>R\$ 0,00</b>             |                          |
| <b>Orçamento Inicial Estimado [R\$]</b>                      |                   |                             | <b>R\$ 1.779,00</b>      |

Empresa: "Nome Fictício"  
 Engenheiro Responsável: "Nome"  
 Contato: "E-mail"

GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|                         |   |                          |
|-------------------------|---|--------------------------|
| <b>Especificação 3:</b> | Ar-Condicionado Duo QCA108BBB da Springer Carrier | <b>Opção do Cliente:</b> |
|                         |   | Sistema Recusado         |



**Dados Técnicos do Aparelho Condicionador de Ar**

|   |                    |
|---|--------------------|
| Tipo de Sistema                                   | Tipo Janela        |
| Fabricante  | Springer           |
| Designação do Modelo                              | QCA108BBB          |
| Capacidade de Refrigeração [BTU/h]                | 10000              |
| Ciclo   | Frio               |
| Consumo [kWh]                                     | -                  |
| Classificação Energética                          | B                  |
| Unidade Interna (LxAxP) [mm]                      | 450 X 320 X 435 mm |
| Unidade Externa (LxAxP) [mm]                      | -                  |
| Massa Líquido Interno/Externo [kg]                | 26,6 kg (ao todo)  |
| Fluido Refrigerante                               | -                  |
| Rede Elétrica (Tensão [V] / Fase / Amperagem [A]) | 110-220 V          |
| Tecnologia  | Baixa              |
| Vazão [m³/h]                                      | -                  |
| EER (Eficiência Energética de Refrigeração) [W/W] | -                  |
| Tipo de Filtragem (caso exista)                   | -                  |
| Preço de Custo [R\$]                              | R\$ 1.000,00       |

**Dados Técnicos das Tubulações/Dutos do Sistema**

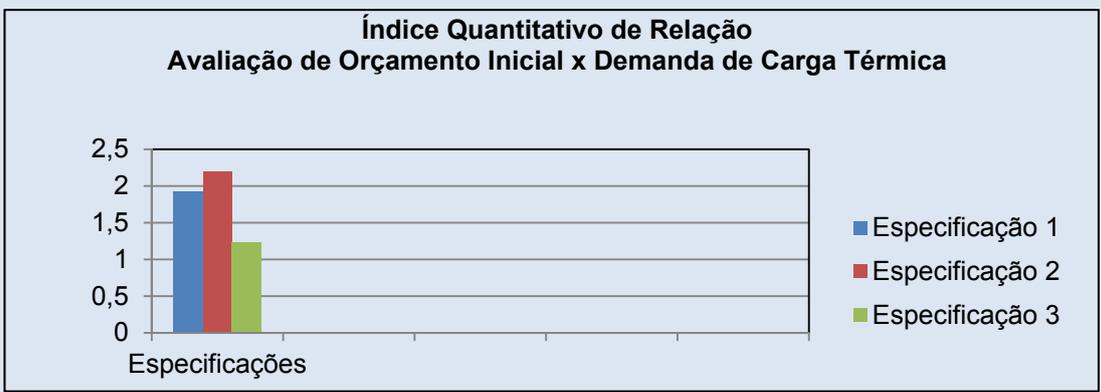
|  |   |
|--|---|
| Bitola Comercial da Tubulação de Cobre [polegada]      | - |
| Comprimento de Tubulação de Cobre [m]                  | - |
| Desnível entre Compressor/Condensador e Evaporador [m] | - |
| Dimensão do Duto Metálico [mm x mm]                    | - |
| Comprimento Total do Duto Metálico [m]                 | - |

| Lista de Peças, Equipamentos, Materiais e Componentes | Quantidade | Custo Unitário [R\$] | Custo Total [R\$]   |
|---|------------|----------------------|---------------------|
| Aparelho da Especificação                             | 1          | R\$ 1.000,00         | <b>R\$ 1.000,00</b> |
| Unidade Evaporadora                                   | 0          | R\$ 0,00             | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Difusor Unitário                                      | 0          | R\$ 0,00             | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Cortina de Ar   | 0          | R\$ 0,00             | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Ventilador Unitário                                   | 0          | R\$ 0,00             | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Filtro Específico                                     | 0          | R\$ 0,00             | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Produto de Isolação Térmica                           | 0          | R\$ 0,00             | <b>R\$ 0,00</b>     |
| Tubulações/Dutos                                      |            | <b>R\$ 0,00</b>      |                     |
| Outros  |            | <b>R\$ 0,00</b>      |                     |
| <b>Orçamento Inicial Estimado [R\$]</b>               |            | <b>R\$ 1.000,00</b>  |                     |

**Feedback Informacional**

**Avaliação de Orçamento Inicial x Demanda de Carga Térmica [R\$/(BTU/h)]**

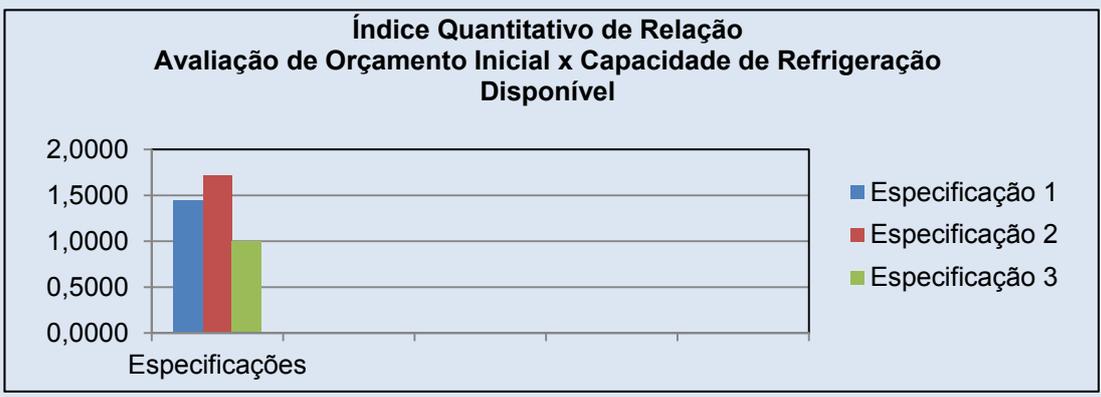
|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| <b>Especificação 1</b> | <b>1,928395062</b> |
| <b>Especificação 2</b> | <b>2,196296296</b> |
| <b>Especificação 3</b> | <b>1,234567901</b> |



**Conclusão:** Apesar da especificação 3 apresentar-se mais viável, o sistema em si é de baixa qualidade e tecnologia. Logo, a especificação 1 demonstra-se mais adequada.

**Avaliação de Orçamento Inicial x Capacidade de Refrigeração Disponível [R\$/(BTU/h)]**

|                        |               |
|------------------------|---------------|
| <b>Especificação 1</b> | <b>1,4433</b> |
| <b>Especificação 2</b> | <b>1,7167</b> |
| <b>Especificação 3</b> | <b>1,0000</b> |



**Conclusão:** Apesar da especificação 3 apresentar-se mais viável, o sistema em si é de baixa qualidade e tecnologia. Logo, a especificação 1 demonstra-se mais adequada.

**INFORMAÇÕES ADICIONAIS** Para qualquer que seja a escolha do cliente, a renovação de ar do ambiente em questão deve ser estabelecida através da abertura de porta e janelas secundárias da residência por, pelo menos, 1x ao dia (antes do período noturno). O sistema janela convencional é financeiramente melhor, porém oferece pouca tecnologia de automação, alto consumo de energia, maior geração e propagação de ruído maior, baixa qualidade do ar, entre outros (quando comparado aos sistemas atuais).

## DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTA APROFUNDADA

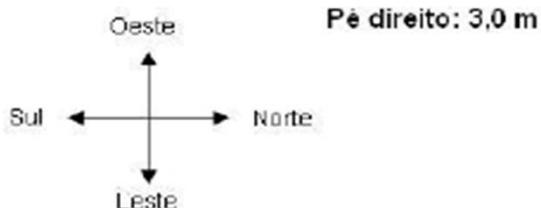
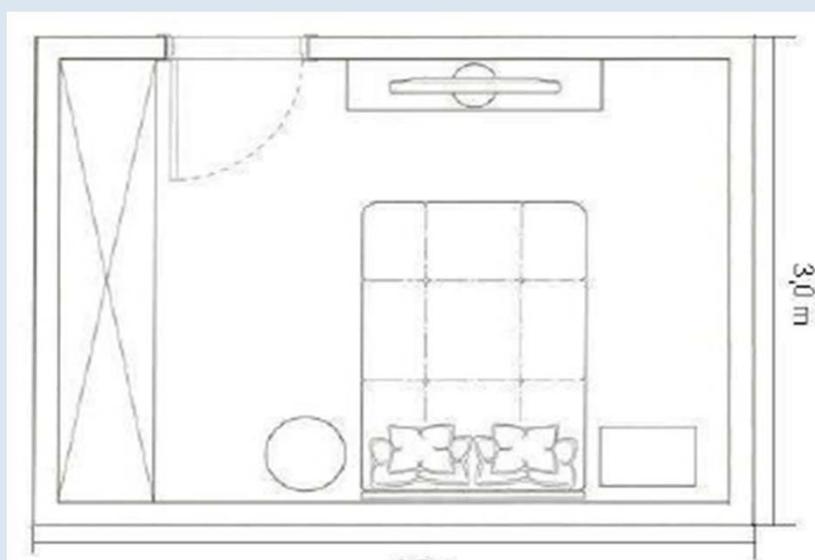
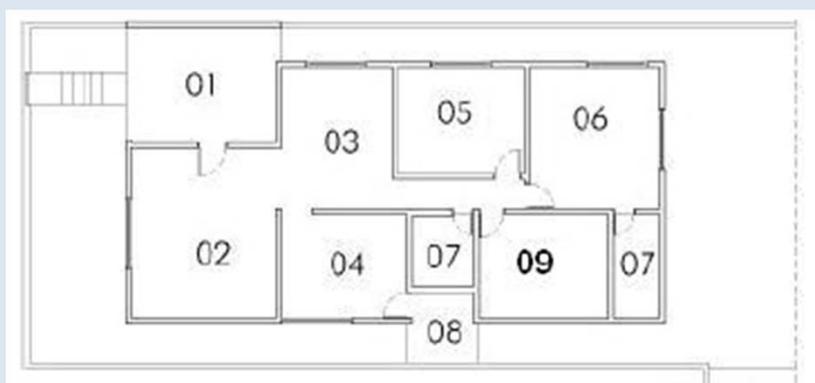
## NBR 16401-1:2008 - DIMENSIONAMENTO CARGA TÉRMICA/DUTOS

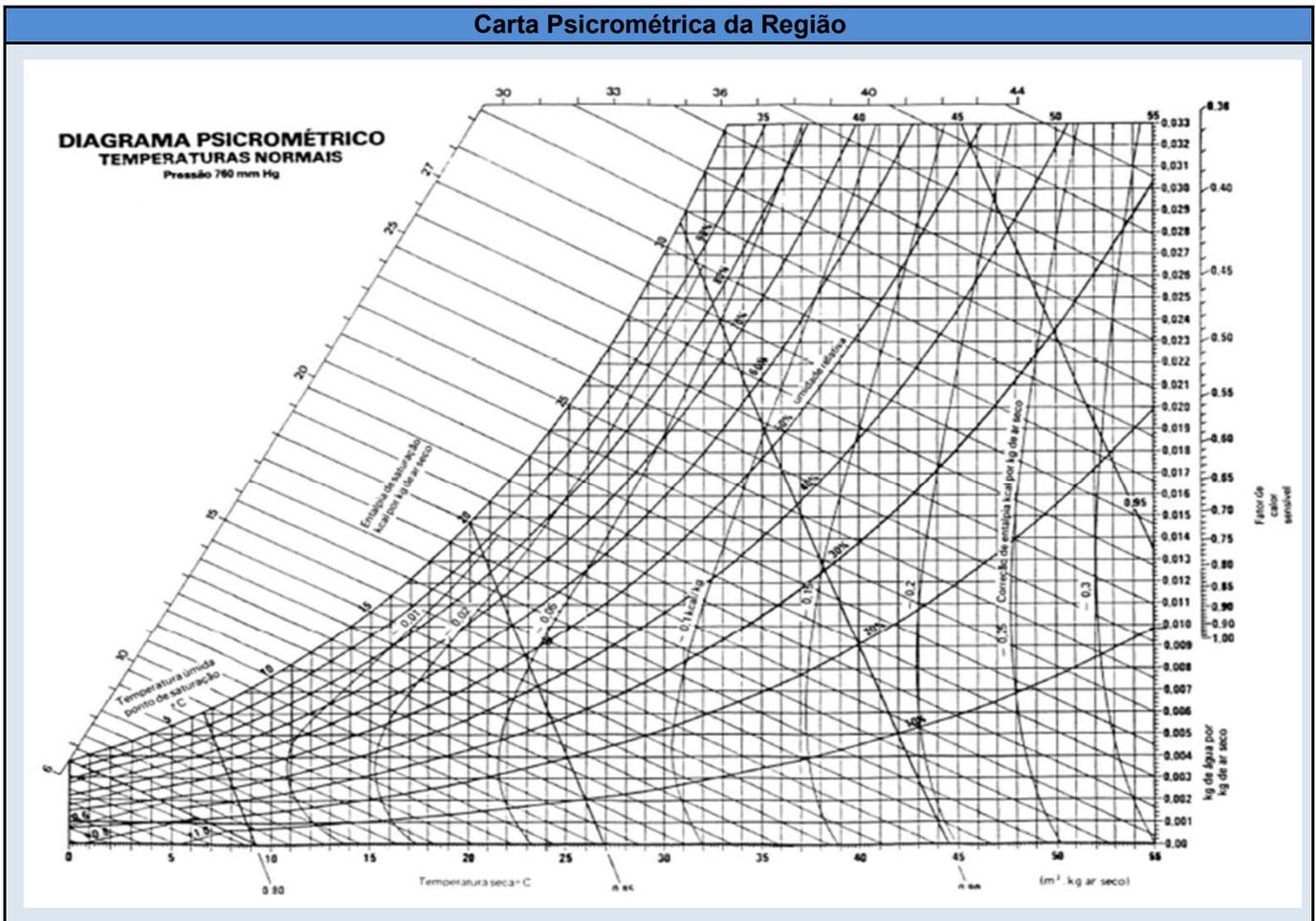
## INFORMAÇÕES DE ENTRADA E PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS

## DADOS GERAIS

|                      |                                |                       |  |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------|--|
| <b>Cidade:</b>       | Salvador                       | <b>Ambiente:</b>      | Quarta Residencial                             |
| <b>Região:</b>       | Nordeste                       | <b>N° de Cômodos:</b> | 1  |
| <b>Latitude [°]</b>  | 12° 58' 16" S (Hemisfério Sul) |                       | <b>Pressão Atmosférica [kPa]</b><br><br>101325 |
| <b>Longitude [°]</b> | 38° 30' 39" W (Oeste)          |                       |  |
| <b>Altitude [m]</b>  | 8,3                            |                       |  |
| <b>Finalidade:</b>   |                                | Conforto Térmico      |  |

## PROJETO ARQUITETÔNICO DO ESTABELECIMENTO/AMBIENTE (PLANTA BAIXA)



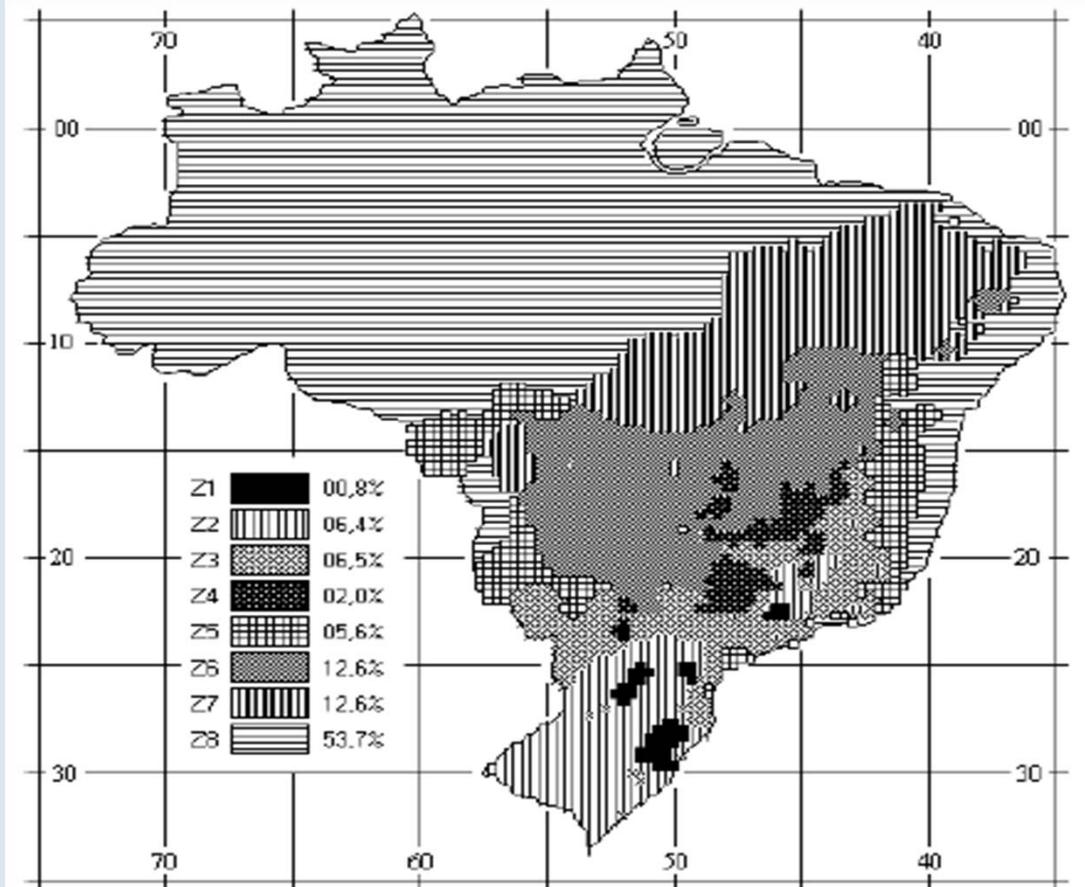


| <b>Lista 1 - Designação dos Cômodos</b> |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1)                                      | 1 Quarto Residencial principal. |
| 2)                                      |                                 |
| 3)                                      |                                 |
| 4)                                      |                                 |
| 5)                                      |                                 |
| 6)                                      |                                 |
| 7)                                      |                                 |
| 8)                                      |                                 |
| 9)                                      |                                 |
| 10)                                     |                                 |

| <b>Informações Adicionais</b> |  |
|-------------------------------|--|
| 1)                            | O quarto residencial encontra-se no 2º andar de um prédio com fachada externa branca.                  |
| 2)                            | Os andares de cima e de baixo não são condicionados, assim como a própria residência.                  |
| 3)                            | Telhado e piso feitos de laje simples com taco.  |
| 4)                            | Tijolos das paredes são maciços de 14 centímetros de espessura (não há informação sobre revestimento). |
| 5)                            |  |
| 6)                            |  |
| 7)                            |  |
| 8)                            |  |
| 9)                            |  |
| 10)                           |  |
| 11)                           |  |

EM QUAL ZONA BIOCLIMÁTICA O AMBIENTE SE LOCALIZA?

Z8



|   |   |
|---|---|
| <p><b>Quais as diretrizes construtivas recomendadas pela NBR 15220?</b></p>   | <p>Aberturas para ventilação: sombreamento das aberturas. Grandes: sombrear aberturas.<br/>                 Vedações externas: parede e cobertura (leve refletora).<br/>                 Estratégias de condicionamento térmico passivo: para o verão, pode-se adotar a estratégia de ventilação cruzada [J]. Porém, O condicionamento passivo poderá ser insuficiente durante as horas mais quentes.</p> |
| <p><b>Qual é o detalhamento da estratégia recomendada para o condicionamento térmico de um ambiente localizado na zona bioclimática indicada?</b></p> | <p>[J] Ventilação Cruzada: é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deveria ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos.</p>        |
| <p><b>Informações Adicionais:</b></p>   | <p>-</p>  |
| <p><b>Recomendações ao Cliente:</b></p>   | <p>Realizar, se possível, a recomendação de abertura de portas e/ou janelas de modo cruzado para a obtenção da ventilação e circulação de ar cruzado (em dias menos calorosos, até mesmo para possibilitar economia de energia e redução de custos mensais).</p>  |

# GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|  |   |
|--|---|
| <b>Antes de prosseguir: o que o cliente requisitou em 1º Contato quanto ao dimensionamento de projeto?</b> | Margem de Segurança Mínima (precisão)   |
| <b>Comentário:</b>   | Como requisitou-se conforto térmico em período noturno, tal condição será imposta fielmente em todos os dados requisitados (o que reduzirá o resultado final da carga térmica, pois não implicará em condições críticas). |

| DIMENSÕES DO LOCAL |      |                            |     |             |             |
|--------------------|------|----------------------------|-----|-------------|-------------|
| Área [m²]          | 13,5 | Pé Direito do Ambiente [m] | 3,0 | Volume [m³] | <b>40,5</b> |

| CONDIÇÕES DE CÁLCULO   |   |   |  |             |   |
|--|---|---|--|-------------|---|
| As Condições Externas serão analisadas por qual estação anual?   |   | Verão   |  |             |   |
| Condição Externa Recomendada:  |   | Temperatura de Bulbo Seco (TBS) [°C]            |  | 32,0        |   |
|  |   | Temperatura de Bulbo Úmido (TBU) [°C]           |  | 26,0        |   |
|  |   | Umidade Relativa do Ar (UR) [%]                 |  | 80%         |   |
|  |   | Temperatura de Bulbo Seco Inverno (TBS) [°C]    |  | 20,0        |   |
| Qual é o tempo, em média, de funcionamento do sistema que será imposto? [h]                                    |   |   |  |             | 8 |
| Qual consideração de projeto será utilizada para realização do cálculo de carga térmica?                       |   | Ambas   |  |             |   |
| Hora de Consideração para Projeto [h]  | 18:00:00  | Mês de Consideração para Projeto                | Abril                                  |             |   |
| Intervalo de Variação Diária de Temperatura [°C]   | 7,5   | Intervalo de Variação Anual de Temperatura [°C] | <b>12,0</b>                            |             |   |
| Quais são os valores correspondentes à correlação entre temperaturas de projeto em função da hora considerada? |   |   | Seca                                   | -1,1        |   |
|  |   |   | Úmida                                  | -0,5        |   |
| Quais são os valores correspondentes à correção nas condições de projeto em função do mês considerado?         |   |   | Seca                                   | -1,1        |   |
|  |   |   | Úmida                                  | -1,0        |   |
| Condição Externa Recomendada (Corrigida):  |   | Temperatura de Bulbo Seco (TBS) [°C]            |  | <b>29,8</b> |   |
|  |   | Temperatura de Bulbo Úmido (TBU) [°C]           |  | <b>24,5</b> |   |
|  |   | Umidade Relativa do Ar (UR) [%]                 |  | <b>80%</b>  |   |
| Agora, as Condições Internas serão analisadas por qual estação anual?  |   | Verão   |  |             |   |
| Condição Interna Recomendada:  |   | Temperatura de Bulbo Seco (TBS) [°C]            |  | 23,0        |   |
|  |   | Umidade Relativa do Ar (UR) [%]                 |  | 50%         |   |
| Vazão Eficaz e Necessária para Renovação de Ar   | Nº de Ocupantes do Ambiente   |   | Área Útil de Ocupação [m²]             |             |   |
|  | 2   |   | 13,5                                   |             |   |
|  | Vazão por Pessoa (Fp) [l/s.pessoa]                                    |   | Vazão por Área Ocupada (Fa) [l/s.m²]   |             |   |
|  | 5,5   |   | 0                                      |             |   |
|  | Vazão Eficaz de Ar Exterior para Ventilação (V <sub>ef</sub> ) [m³/h] |   |  |             |   |
|  | <b>39,6</b>   |   |  |             |   |
|  | Eficiência de Distribuição de Ar na Zona de Ventilação (Ez)           |   |  |             |   |
|  | 1,0   |   |  |             |   |
|  | Vazão Corrigida que Supre a Zona de Ventilação (Vz) [m³/h]            |   |  |             |   |
|  | <b>39,6</b>   |   |  |             |   |
|  | Vazão de Infiltração por Ocupante [m³/h]                              |   |  |             |   |
|  | 0   |   |  |             |   |
|  | Vazão de Infiltração por Porta [m³/h]                                 |   | Vazão de Infiltração por Janela [m³/h] |             |   |
|  | 36  |   | 0                                      |             |   |
| Vazão Real Requerida na Zona de Ventilação [m³/h]  |   |   |  |             |   |
| <b>75,6</b>  |   |   |  |             |   |



**GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO**

| <b>CARGA TÉRMICA</b>                             |   |                                    |                                       |                                   |                                   |
|--|---|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Insolação de Janelas</b>                      | <b>Nome</b>   | <b>Área [m²]</b>                   | <b>Contribuição Solar [kcal/m².h]</b> | <b>Fator Total de Ganho Solar</b> | <b>Calor de Ambiente [kcal/h]</b> |
|  | -   | 0,0                                | 0,00                                  | 0,00                              | 0,0                               |
|  | -   | 0,0                                | 0,00                                  | 0,00                              | 0,0                               |
|  | -   | 0,0                                | 0,00                                  | 0,00                              | 0,0                               |
|  | -   | 0,0                                | 0,00                                  | 0,00                              | 0,0                               |
|  | -   | 0,0                                | 0,00                                  | 0,00                              | 0,0                               |
|  | <b>Subtotal 1</b>   |                                    |                                       |                                   |                                   |
| <b>Paredes e Tetos/Pisos</b>                     | <b>Nome</b>   | <b>Área [m²]</b>                   | <b>CTG [kcal/h.m².°C]</b>             | <b>DET [°C]</b>                   | <b>Calor de Ambiente [kcal/h]</b> |
|  | P1  | 9,0                                | 2,00                                  | 3,0                               | 54,0                              |
|  | P2  | 9,0                                | 2,00                                  | 6,7                               | 120,6                             |
|  | P3  | 13,5                               | 2,00                                  | 7,8                               | 210,6                             |
|  | P4  | 11,5                               | 2,00                                  | 3,0                               | 69,0                              |
|  | -   | 0,0                                | 0,00                                  | 0,0                               | 0,0                               |
|  | T1  | 13,5                               | 1,51                                  | 5,5                               | 112,1                             |
|  | -   | 0,0                                | 0,00                                  | 0,0                               | 0,0                               |
|  | -   | 0,0                                | 0,00                                  | 0,0                               | 0,0                               |
|  | -   | 0,0                                | 0,00                                  | 0,0                               | 0,0                               |
|  | -   | 0,0                                | 0,00                                  | 0,0                               | 0,0                               |
|  | PI1   | 13,5                               | 1,51                                  | 5,5                               | 112,1                             |
|  | -   | 0,0                                | 0,00                                  | 0,0                               | 0,0                               |
|  | <b>Subtotal 2</b>   |                                    |                                       |                                   |                                   |
| <b>Fontes Internas (Sensível) - Equipamentos</b> | <b>Nome</b>   | <b>Potência Dissipada [W]</b>      |                                       |                                   | <b>Calor de Ambiente [kcal/h]</b> |
|  | Iluminação  | 96                                 |                                       |                                   | 82,56                             |
|  | 1 Televisão LCD   | 198                                |                                       |                                   | 170,28                            |
|  | -   | 0                                  |                                       |                                   | 0                                 |
|  | -   | 0                                  |                                       |                                   | 0                                 |
|  | -   | 0                                  |                                       |                                   | 0                                 |
|  | -   | 0                                  |                                       |                                   | 0                                 |
|  | -   | 0                                  |                                       |                                   | 0                                 |
|  | -   | 0                                  |                                       |                                   | 0                                 |
|  | -   | 0                                  |                                       |                                   | 0                                 |
| <b>Subtotal 3</b>                                |   |                                    |                                       |                                   | <b>931,3</b>                      |
| <b>Fonte Interna Sensível de Pessoas</b>         | <b>Calor Sensível</b>   | <b>N° de Ocupantes do Ambiente</b> |                                       | <b>Calor de Ambiente [kcal/h]</b> |                                   |
|  | 61  | 2                                  |                                       | 122                               |                                   |
|  | <b>Subtotal 4</b>   |                                    |                                       |                                   | <b>1053,3</b>                     |
| <b>Fonte Interna Latente de Pessoas</b>          | <b>Calor Latente</b>  | <b>N° de Ocupantes do Ambiente</b> |                                       | <b>Calor de Ambiente [kcal/h]</b> |                                   |
|  | 52  | 2                                  |                                       | 104                               |                                   |
|  | <b>Subtotal 5</b>   |                                    |                                       |                                   | <b>1157,3</b>                     |
| <b>Infiltrações (Latente)</b>                    | <b>Infiltrações (caso existam, realizar o cálculo manualmente (conforme método Carrier) e indicar ao lado):</b> |                                    |                                       |                                   | <b>Calor de Ambiente [kcal/h]</b> |
|  |   |                                    |                                       |                                   | 0,0                               |
|  | <b>Subtotal 6</b>   |                                    |                                       |                                   | <b>1157,3</b>                     |
| <b>Outros</b>                                    | <b>Calor de Ambiente [kcal/h]</b>   | <b>Subtotal 7</b>                  |                                       | <b>1157,3</b>                     |                                   |

**GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO**

**RESUMO**

| <b>INTERNO (SENSÍVEL)</b>  |                            |                                |               |                            |
|--|----------------------------|--------------------------------|---------------|----------------------------|
| Insolação de Janelas   | Calor de Ambiente [kcal/h] | <b>0,0</b>                     | Subtotal 1    | <b>0,0</b>                 |
| Paredes e Tetos/Pisos  | Calor de Ambiente [kcal/h] | <b>678,4</b>                   | Subtotal 2    | <b>678,4</b>               |
| Fontes Internas (Sensível) - Equipamentos                                      | Calor de Ambiente [kcal/h] | <b>252,8</b>                   | Subtotal 3    | <b>931,3</b>               |
| Fonte Interna Sensível de Pessoas  | Calor de Ambiente [kcal/h] | <b>122,0</b>                   | Subtotal 4    | <b>1053,3</b>              |
| Fator de Segurança (Perdas do Duto de Insuflamento do Sistema/Aparelho)        |                            |                                |               | Calor de Ambiente [kcal/h] |
| 0%   |                            |                                |               | <b>0</b>                   |
| Fator de Segurança (Perdas do Motor Ventilador/Compressor do Sistema/Aparelho) |                            |                                |               | Calor de Ambiente [kcal/h] |
| 5%   |                            |                                |               | <b>52,66375</b>            |
| Análise do Engenheiro Responsável pelo Projeto                                 | Coeficiente de Segurança   |                                |               | Calor Adicional [kcal/h]   |
|  | 0%                         |                                |               | <b>0,0</b>                 |
| <b>SOMATÓRIO FINAL [kcal/h]</b>  |                            |                                |               | <b>1105,9</b>              |
| <b>INFILTRAÇÕES (LATENTE)</b>  |                            |                                |               |                            |
| <b>SOMATÓRIO FINAL [kcal/h]</b>  |                            |                                |               | <b>0,0</b>                 |
| <b>INTERNO (LATENTE)</b>   |                            |                                |               |                            |
| Fonte Interna Latente de Pessoas   | Calor de Ambiente [kcal/h] | <b>104,0</b>                   | Subtotal 5    | <b>104,0</b>               |
| Análise do Engenheiro Responsável pelo Projeto                                 | Coeficiente de Segurança   |                                |               | Calor Adicional [kcal/h]   |
|  | 15%                        |                                |               | <b>15,6</b>                |
| <b>SOMATÓRIO FINAL [kcal/h]</b>  |                            |                                |               | <b>119,6</b>               |
| <b>INTERNO (TOTAL)</b>   |                            |                                |               |                            |
| <b>SOMATÓRIO FINAL [kcal/h]</b>  |                            |                                |               | <b>1225,5</b>              |
| <b>AR EXTERIOR (RENOVAÇÃO)</b>   |                            |                                |               |                            |
| Entalpia Ar Exterior [kcal/kg]   | <b>24,3</b>                | Entalpia Ar Interior [kcal/kg] | <b>15,1</b>   |                            |
| <b>SOMATÓRIO FINAL [kcal/h]</b>  |                            |                                |               | <b>747,0</b>               |
| <b>CARGA TÉRMICA DO AMBIENTE [BTU/h] e [TR]</b>                                |                            |                                | <b>7822,4</b> | <b>0,65</b>                |

# GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

| CÁLCULO PSICROMÉTRICO   |   |             |   |                                     |             |    |
|---|---|-------------|---|-------------------------------------|-------------|----|
| Considerando:   | Condições Externas                                |             |   | Condições Internas                  |             |    |
|   | TBS   | TBU         | UR  | TBS                                 | TBU         | UR |
|   |   | <b>29,8</b> | <b>24,5</b>                               | <b>80%</b>                          | <b>23,0</b> | -  |
| <b>Resulta-se:</b>  |   |             |   |                                     |             |    |
| <b>Retira-se:</b>   | <b>Condições Externas</b>                         |             |   | <b>Condições Internas</b>           |             |    |
|   | <b>Entalpia de Ar [kcal/kg]</b>                   |             |   | <b>Entalpia de Ar [kcal/kg]</b>     |             |    |
|   | 24,3  |             |   | 15,1                                |             |    |
|   | <b>Volume Específico Ar [m³/kg]</b>               |             |   | <b>Volume Específico Ar [m³/kg]</b> |             |    |
|   | 0,88  |             |   | 0,85                                |             |    |
|   | <b>Massa Específica Ar [kg/m³]</b>                |             |   | <b>Massa Específica Ar [kg/m³]</b>  |             |    |
|   | <b>1,14</b>                                       |             |   | <b>1,18</b>                         |             |    |
|   | <b>Temperatura de Orvalho [°C]</b>                |             |   | <b>Temperatura de Orvalho [°C]</b>  |             |    |
|   | 25,7  |             |   | 11,8                                |             |    |
| <b>Umidade Absoluta [kg água/kg ar]</b>                           |   |             | <b>Umidade Absoluta [kg água/kg ar]</b>   |                                     |             |    |
| 0,0210  |   |             | 0,0088                                    |                                     |             |    |
| <b>Fator de Calor Sensível (m)</b>                                |   |             |   | <b>0,90</b>                         |             |    |
| <b>A partir da manipulação na carta psicrométrica, retira-se:</b> | <b>Umidade Relativa do Ar de Insuflamento [%]</b> |             | <b>TBS Ar de Insuflamento [°C]</b>        | 13,0                                |             |    |
|   | 90%   |             | <b>TBU Ar de Insuflamento [°C]</b>        | 12,0                                |             |    |
|   |   |             | <b>Entalpia de Insuflamento [kcal/kg]</b> | 12,4                                |             |    |
| <b>VAZÃO DE AR TOTAL PARA INSUFLAMENTO NO AMBIENTE [m³/h]</b>     |   |             |   | <b>391,7</b>                        |             |    |

## GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|   |                        |
|---|------------------------|
| Entalpia do Ponto de Mistura (Ar de Recirculação e Ar de Renovação) [kcal/kg] | <b>16,5</b>            |
| Ponto de Orvalho do Evaporador  | T <sub>ADP</sub> [°C]  |
|   | 10,0                   |
|   | Entalpia ADP [kcal/kg] |
|   | 11,3                   |
| Fator de By-Pass  | <b>0,22</b>            |

| RESUMO: DADOS E INFORMAÇÕES PARA SELEÇÃO E ESPECIFICAÇÃO POSTERIOR DO SISTEMA/APARELHO DE AR CONDICIONADO |               |
|---|---------------|
| Potência de Refrigeração Mínima [BTU/h]   | <b>7822,4</b> |
| Vazão-Insuflamento de Ar [m³/h]   | <b>391,7</b>  |
| Fator de By-Pass  | <b>0,22</b>   |
| T <sub>ADP</sub> [°C]   | <b>10,0</b>   |
| Renovação-Insuflamento de Ar [m³/h]   | <b>75,6</b>   |

| DIMENSIONAMENTO DE DUTOS               |     |
|--|-----|
| O projeto deve contemplar esse módulo? | Não |

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Levando em consideração a vazão de ar de insuflamento necessária (vide resumo acima), qual é a velocidade do ar de saída do ventilador (aproximadamente) já pesquisado para sistema (porém ainda não especificado definitivamente), em [m/s]? |                                     |
| Área da Boca que incorpora o Difusor de Ar [m²]:  | <b>#DIV/0!</b>                      |
| Perda de Carga Admissível [Pa/m]  |                                     |
| Baseando-se na área necessária para o duto de insuflamento, quais dimensões serão adotadas para o mesmo (conforme tabelas que correlacionam as dimensões com as perdas de cargas possíveis):  | Lado 1 [mm]:                        |
|   | Lado 2 [mm]:                        |
|   |                                     |
| OBSERVAÇÃO 1: Caso o sistema exija mais de uma boca de insuflamento (ou seja, 2 ambientes ou mais) realizar o mesmo procedimento descrito acima para todos os pontos, conforme células implementadas logo abaixo.                             |                                     |
| OBSERVAÇÃO 2: Caso julgue ser mais refinado e simplificado, pode-se utilizar programas específicos para dimensionamento dos dutos de ar.  |                                     |
| <b>LINHA 1</b>  |                                     |
| Vazão de Ar (Necessária) [m³/h]   | Velocidade do Ar (Necessária) [m/s] |
|   |                                     |
| Área de Local - Duto [m²]   | Lado 1 [mm]:                        |
| <b>#DIV/0!</b>  | Lado 2 [mm]:                        |
|   |                                     |

GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

| LINHA 2   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Vazão de Ar (Necessária) [m³/h]   | Velocidade do Ar (Necessária) [m/s] |
|   |                                     |
| Área de Local - Duto [m²]   | Lado 1 [mm]:                        |
| #DIV/0!   | Lado 2 [mm]:                        |
|   |                                     |
| LINHA 3   |                                     |
| Vazão de Ar (Necessária) [m³/h]   | Velocidade do Ar (Necessária) [m/s] |
|   |                                     |
| Área de Local - Duto [m²]   | Lado 1 [mm]:                        |
| #DIV/0!   | Lado 2 [mm]:                        |
|   |                                     |
| LINHA 4   |                                     |
| Vazão de Ar (Necessária) [m³/h]   | Velocidade do Ar (Necessária) [m/s] |
|   |                                     |
| Área de Local - Duto [m²]   | Lado 1 [mm]:                        |
| #DIV/0!   | Lado 2 [mm]:                        |
|   |                                     |
| LINHA 5   |                                     |
| Vazão de Ar (Necessária) [m³/h]   | Velocidade do Ar (Necessária) [m/s] |
|   |                                     |
| Área de Local - Duto [m²]   | Lado 1 [mm]:                        |
| #DIV/0!   | Lado 2 [mm]:                        |
|   |                                     |
| LINHA 6   |                                     |
| Vazão de Ar (Necessária) [m³/h]   | Velocidade do Ar (Necessária) [m/s] |
|   |                                     |
| Área de Local - Duto [m²]   | Lado 1 [mm]:                        |
| #DIV/0!   | Lado 2 [mm]:                        |
|   |                                     |
| LINHA 7   |                                     |
| Vazão de Ar (Necessária) [m³/h]   | Velocidade do Ar (Necessária) [m/s] |
|   |                                     |
| Área de Local - Duto [m²]   | Lado 1 [mm]:                        |
| #DIV/0!   | Lado 2 [mm]:                        |
|   |                                     |
| OBSERVAÇÃO: Caso seja necessário, implementar manualmente maior quantidade de linhas da rede de dutos em dimensionamento e projeto. |                                     |

## GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|  |           |
|--|-----------|
| O projeto engloba e respeita todos os quesitos explanados no item de Prevenção de Incêndio?  | Selecione |
| O projeto contempla a seleção de ventilador para operar em plena carga no ponto de eficiência máxima de sua curva característica (fortemente recomendável)?  | Selecione |
| O projeto prevê o "efeito do sistema", ou seja, a perfeita interação do ventilador com o sistema (evitar comprometimento do desempenho do mesmo através de conexão de descarga correta)?   | Selecione |
| O sistema prevê redução de vazão do ar através da redução de velocidade e rotação do ventilador (by-pass de fluxo em excesso não é recomendável)?  | Selecione |
| O projeto engloba dimensionamento e especificação correta de motor elétrico?<br>Necessita de variador de frequência?   | Selecione |
| O sistema evita esquema de distribuição de ar por "curto-circuito" (prejudica a eficiência de ventilação)?   | Selecione |
| O sistema prevê necessidade e especificação de difusores que evitam despejo descontrolado da vazão de ar?  | Selecione |
| Os dutos obedecem ao item da NBR que define que os mesmos devem ser construídos de chapa de aço galvanizada grau B (revestimento de zinco 250 g/m <sup>2</sup> , conforme ABNT NBR 7008, ou até mesmo outros materiais que demonstrem requisitos de qualidade e normas a serem obedecidas (qualidade, certificado de origem e ensaios de teste mínimo recomendável)? | Selecione |
| O projeto contempla dutos flexíveis fabricados com laminado de poliéster (com alumínio ou polímero), com propriedades mecânicas recomendáveis por normas específicas e instalação de forma a permitir fácil retirada para limpeza/reinstalação?  | Selecione |
| O projeto contempla instalação de dutos fabricados por materiais fibrosos? Se sim, o mesmo respeita todas as indicações do item que exige as condições mínimas para esse tipo de duto na NBR vigente?  | Selecione |
| Qual é classe de pressão [Pa] em que os dutos realizarão o processo de operação do sistema em condições normais e não pode ultrapassar?  | Selecione |

## GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>O projeto contempla a estipulação do nível de selagem exigido (e consequentemente qual a selagem a ser aplicada para atender à classe de vazamento) e vazamento admissível (limite) nos dutos?</b>   | Selecione |
| <b>O projeto deve e estipula exigência de realização de todos os ensaios gerais e específicos necessários nos dutos, conforme o item descrito na NBR vigente?</b>   | Selecione |
| <b>As singularidades (caso existam) foram corretamente e detalhadamente especificadas (todas as características existentes)?</b>  | Selecione |
| <b>O projeto contempla bifurcações com registros de regulagem de vazão inseridos em cada um dos ramais?</b>   | Selecione |
| <b>O projeto contempla, em desenho 2D, a especificação e instalação (nas interseções ou terminais entre dutos e todos os pisos) registros corta-fogo e corta-fumaça contruídos e qualificados de acordo com as normas específicas?</b>  | Selecione |
| <b>O projeto respeita as condições vigentes na norma e engloba especificação correta de isolamento térmica para reduzir ganhos de calor no ar conduzido, assim como evitar condensação sobre a superfície externa?</b>  | Selecione |
| <b>O projeto engloba e necessita de tratamento acústico na rede de dutos?</b>   | Selecione |
| <b>As instalações elétricas contemplam todo os requisitos estipulados na NBR?</b>   | Selecione |
| <b>O projeto contempla o respeito de todas as condições exigíveis nos controles e automação?</b>  | Selecione |
| <b>O projeto exige a realização de procedimentos planejados e documentados de inspeções, ensaios, ajustes e regulagens antes do uso operacional da instalação (para garantir que cada parte da instalação seja executada e opere de acordo com os requisitos de projeto)?</b> | Selecione |
| <b>O projeto necessita demonstrar e estipula, no desenho 2D, os reguladores de vazão de ar, válvulas, locais de medição de dutos de ar e tubulações cuidadosamente planejados?</b>  | Selecione |
| <b>O projeto especifica critério de aceitação/tolerância de desvios dos requisitos de projeto?</b>  | Selecione |

| DIMENSIONAMENTO DE DIFUSOR             |     |
|--|-----|
| O projeto deve contemplar esse módulo? | Não |

Serão implementadas diversas abas para dimensionamento de difusores. Caso o ambiente necessite, somente, de um difusor, deve-se preencher o primeiro campo e seguir para o próximo módulo. Caso contrário, utilizar todos os campos requeridos (implementar mais campos, caso seja exigido mais difusores no projeto).

## DIFUSOR 1

|  |  |
|--|--|
| Vazão de Ar (Necessária) [m <sup>3</sup> /h] | Velocidade do Ar (Necessária) [m/s]      |
|  |  |
| Área Primária do Difusor [m <sup>2</sup> ]   | Porcentagem de Área Livre de Difusão [%] |
| #DIV/0!                                      |  |
| Área Livre de Difusão [m <sup>2</sup> ]      | Lado 1 [mm]:                             |
| #DIV/0!                                      | Lado 2 [mm]:                             |
|  |  |

Observação 1: O jato de ar deve cobrir toda a distância entre a parede da grelha e a parede oposta, mas de tal maneira a ficar cerca de 30 cm acima da linha da respiração, que é de 1,50 m acima do piso (conforme indicações de CREDER).

## DIFUSOR 2

|  |  |
|--|--|
| Vazão de Ar (Necessária) [m <sup>3</sup> /h] | Velocidade do Ar (Necessária) [m/s]      |
|  |  |
| Área Primária do Difusor [m <sup>2</sup> ]   | Porcentagem de Área Livre de Difusão [%] |
| #DIV/0!                                      |  |
| Área Livre de Difusão [m <sup>2</sup> ]      | Lado 1 [mm]:                             |
| #DIV/0!                                      | Lado 2 [mm]:                             |
|  |  |

## DIFUSOR 3

|  |  |
|--|--|
| Vazão de Ar (Necessária) [m <sup>3</sup> /h] | Velocidade do Ar (Necessária) [m/s]      |
|  |  |
| Área Primária do Difusor [m <sup>2</sup> ]   | Porcentagem de Área Livre de Difusão [%] |
| #DIV/0!                                      |  |
| Área Livre de Difusão [m <sup>2</sup> ]      | Lado 1 [mm]:                             |
| #DIV/0!                                      | Lado 2 [mm]:                             |
|  |  |

## DIFUSOR 4

|  |  |
|--|--|
| Vazão de Ar (Necessária) [m <sup>3</sup> /h] | Velocidade do Ar (Necessária) [m/s]      |
|  |  |
| Área Primária do Difusor [m <sup>2</sup> ]   | Porcentagem de Área Livre de Difusão [%] |
| #DIV/0!                                      |  |
| Área Livre de Difusão [m <sup>2</sup> ]      | Lado 1 [mm]:                             |
| #DIV/0!                                      | Lado 2 [mm]:                             |
|  |  |

Empresa: "Nome Fictício"

Engenheiro Responsável: "Nome"

Contato: "E-mail"

| <b>NBR 7256:2005 - REQUISITOS PARA PROJETO E EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES</b>  |           |
|--|-----------|
| O projeto deve contemplar esse módulo?   | Não       |
| O projeto engloba o respeito às condições termoigrométricas, grau de pureza do ar/renovação/movimentação necessárias?  | Selecione |
| O projeto das instalações é coerente para minimizar o risco de incêndio?   | Selecione |
| Certos agentes infecciosos podem permanecer indefinidamente em suspensão no ar; 99,9% dos agentes microbiológicos presentes no ar de EAS podem ser retidos em filtros finos de alta eficiência, por formarem grumos e se aglomerarem com poeiras em colônias. Em certas áreas críticas, a utilização de filtros A3 (HEPA) é obrigatória. O projeto contempla especificação de filtro correto e adequado?   | Selecione |
| A renovação do ar ambiente com ar novo de boa qualidade proveniente do exterior é necessária para reduzir a concentração de poluentes transportados pelo ar, principalmente os que não são retidos pelos filtros de partículas, como odores e gases. O projeto prevê captação correta de ar exterior e renovação de ar mínima aceitável?   | Selecione |
| Todo o ar recirculado deve ser filtrado, junto com o ar exterior, com o grau de filtragem estipulado nesta Norma para o ambiente. Adicionalmente, somente pode ser utilizado para recirculação ar proveniente do próprio ambiente, ou de ambientes de mesmo nível de risco, pertencentes à mesma zona funcional, providos do mesmo nível de filtragem e desde que admitido na entrada do condicionador. O projeto prevê tal concepção?   | Selecione |
| Em caso de sala de cirurgia, o insuflamento do ar deve ser projetado de forma a minimizar a turbulência do ar ambiente e o ar de retorno deve ser captado por grelhas situadas na periferia do recinto. A maior parte do ar retirado (aproximadamente 70%) deve ser tomada por grelhas próximas ao piso e o restante por grelhas no teto ou próximas ao teto. Havendo um sistema separado de exaustão, as grelhas de exaustão devem ser sempre assituadas junto ao piso. O projeto necessita e prevê tais condições? | Selecione |
| A pressurização interna e os fluxos de ar entre ambientes devem manter gradientes corretos que reflutem de ar indesejáveis de um ambiente mais contaminado que o outro. O projeto necessita e prevê um correto diferencial correto de pressão em relação a ambientes vizinhos (conforme as tabelas em anexo da norma vigente)?   | Selecione |
| O projeto prevê completo respeito ao nível de ruído aceitável?   | Selecione |
| O projeto contempla proteção contra incêndio?  | Selecione |
| O projeto contempla e respeita todos os requisitos técnicos do sistema e seus componentes, assim como os procedimentos recomendados para colocação em serviço das instalações?   | Selecione |
| As instalações elétricas de equipamentos associados à operação e/ou controle de sistemas de tratamento de ar devem ser projetadas, ensaiadas e mantidas em conformidade com as ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 13534 (ver tabela A.1). O projeto contempla o seguimento de tais condições?  | Selecione |

**NBR 16401-2:2008 - PARÂMETROS DE CONFORTO TÉRMICO**

|   |       |
|---|-------|
| O dimensionamento do projeto levou em consideração qual época do ano? | Verão |
|---|-------|

| VERÃO  |  |               |          |
|--|--|---------------|----------|
| Segundo a NBR 16401-2, a temperatura operativa e umidade relativa dentro do ambiente condicionado deve obedecer a um dos seguintes intervalos:                           | 22,5 °C - 25,5 °C e UR de 65%  |               |          |
|  | 23,0 °C - 26,0 °C e UR de 35%  |               |          |
| O projeto contempla alguma das duas opções?  | Sim  | Se sim, qual? | 1ª Opção |
| Segundo a NBR 16401-2, a velocidade média do ar de saída (não direcional) dentro do ambiente condicionado não deve ultrapassar e obedecer a um dos seguintes intervalos: | 0,20 m/s para distribuição de ar convencional (grau de turbulência de 30% a 50%)                           |               |          |
|  | 0,25 m/s para distribuição de ar por sistema de fluxo de deslocamento (grau de turbulência inferior a 10%) |               |          |
| O projeto contempla alguma das duas opções?  | Sim  |               |          |

| INVERNO  |  |               |           |
|--|--|---------------|-----------|
| Segundo a NBR 16401-2, a temperatura operativa e umidade relativa dentro do ambiente condicionado deve obedecer a um dos seguintes intervalos:                           | 21,0 °C - 23,5 °C e UR de 60%  |               |           |
|  | 21,5 °C - 24,0 °C e UR de 30%  |               |           |
| O projeto contempla alguma das duas opções?  | Selecione  | Se sim, qual? | Selecione |
| Segundo a NBR 16401-2, a velocidade média do ar de saída (não direcional) dentro do ambiente condicionado não deve ultrapassar e obedecer a um dos seguintes intervalos: | 0,15 m/s para distribuição de ar convencional (grau de turbulência de 30% a 50%)                           |               |           |
|  | 0,20 m/s para distribuição de ar por sistema de fluxo de deslocamento (grau de turbulência inferior a 10%) |               |           |
| O projeto contempla alguma das duas opções?  | Selecione  |               |           |

|   |
|---|
| <b>Em resumo, para assegurar conforto térmico regularizado com a NBR 16401-2, deve-se lembrar e respeitar os seguintes tópicos:</b>   |
| - A diferença entre temperaturas em pontos localizados a 0,1 metros e 1,1 metros (aproximadamente distância verificada entre tornozelo e cabeça de uma pessoa) deve ser menor que 3 unidades;   |
| - Não deve haver correntes de ar localizadas (em direção à nuca ou tornozelo de pessoas) com velocidade superior à estipulada pelos itens da norma referentes à avaliação e controle do condicionamento de ar. Então, deve-se assegurar posicionamento correto do aparelho perante o ambiente, de forma a minimizar estes acontecimentos ao mínimo possível;        |
| - Não se pode deixar elevar a temperatura interna do ambiente acima do limite superior especificado nos itens anteriores e a velocidade do ar não deve ultrapassar 0,8 m/s. Porém, em casos que se atinja o limite superior de temperatura interna, é permitido o aumento na velocidade do ar (perante manuseio das pessoas afetadas) para controlar a temperatura. |
| Observação: NÃO esqueça de obedecer esta sequência e realizar o que for necessário para garantir o cumprimento da mesma, caso o projeto contemple este módulo. Quando existir erros anteriores percebidos no presente estágio do projeto, voltar e corrigí-los conforme o que é exigido.  |

**NBR 16401-3:2008 - QUALIDADE DO AR INTERIOR**

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| Deve-se filtrar as impurezas trazidas pelo ar exterior/internamente para reduzir acumulação de poluentes/concentração de poluentes. O sistema projetado necessita de um componente filtrante? | Já possui embutido em seu aparelho |
|---|------------------------------------|

## GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|   |   |
|---|---|
| <b>Se sim, especifique o tipo de filtro/classe associada ao mesmo:</b>            | O aparelho já possui filtro embutido e não possibilita uso adicional. |
| <b>O sistema necessita de instalação/utilização de pré-filtro de ar exterior?</b> | Não   |

**Tabela 1 - Classificação de Filtros de Partículas de acordo com a EN 779:2002**

| Tipos de Filtros | Classe | Eficiência Gravimétrica Média (Eg) [%] | Eficiência Média para partículas de 0,4µm (Ef) [%] |
|------------------|--------|--|--|
| <b>Grossos</b>   | G1     | $50 \leq E_g < 65$                     | -  |
|                  | G2     | $65 \leq E_g < 80$                     | -  |
|                  | G3     | $80 \leq E_g < 90$                     | -  |
|                  | G4     | $90 < E_g$                             | -  |
| <b>Finos</b>     | F5     | -                                      | $40 \leq E_f < 60$                                 |
|                  | F6     | -                                      | $60 \leq E_f < 80$                                 |
|                  | F7     | -                                      | $80 \leq E_f < 90$                                 |
|                  | F8     | -                                      | $90 \leq E_f < 95$                                 |
|                  | F9     | -                                      | $95 \leq E_f$                                      |

**Tabela 2 - Classe Mínima de Filtragem**

| Aplicação Típica  | Classe  |
|---|---------|
| Supermercado, <i>mall</i> de centros comerciais, agências bancárias e de correios, lojas comerciais e de serviços | G4      |
| Escritórios, sala de reunião, CPD, sala de digitação, <i>call center</i> e consultórios                           | F5      |
| Aeroporto - sahuão, salas de embarque   | F5      |
| Aeroporto - torre de controle   | G3 + F6 |
| Biblioteca, museu - áreas do público  | F5      |
| Biblioteca, museu - exposição e depósito de obras sensíveis   | G3 + F8 |
| Hóteis 3 estrelas ou mais - apartamentos, <i>lobby</i> , salas de estar, salões de convenções                     | F5      |
| Hotéis - outros, mótéis apartamentos  | G4      |
| Teatro, cinema, auditório, locais de culto e sala de aula   | F5      |
| Lanchonete, cafeteria   | G4      |
| Restaurante, bar, salão de coquetel, discoteca, salão de festas, salão de jogos                                   | F5      |
| Ginásio (áreas do público), <i>fitness-center</i> , boliche, jogos eletrônicos                                    | G4      |
| Centrais telefônicas - sala de comunicação  | G3 + F6 |
| Residências   | G3      |
| Sala de controle - ambiente eletrônico sensível   | G3 + F6 |
| Impressão - litografia, <i>offset</i>   | G3 + F7 |
| Impressão - processamento de filmes   | G3 + F8 |

|   |                          |
|---|--------------------------|
| <b>O projeto contempla captação de ar exterior na parte externa da edificação (obrigatório)?</b>                            | Não                      |
| <b>Se sim, qual a distância mínima de possíveis fontes de poluição deve respeitar?</b>                                      | O projeto não necessita. |
| <b>O projeto necessita e/ou contempla captação de ar exterior com proteção (grade) contra intempéries/insetos/passáros?</b> | Não                      |

**PARÂMETROS DE CONFORTO ACÚSTICO - RUÍDOS INTERNO/EXTERNO**

| <b>NÍVEL DE RUÍDO INTERNO</b>  |                               |
|--|-------------------------------|
| Conforme a Tabela 3, os equipamentos do sistema de ar condicionado especificados deverão assegurar nível de ruído [em dB] no ambiente interno que não ultrapasse o valor de: | 35-45                         |
| <b>Tabela 3 - Níveis de Ruído Interno para Conforto Acústico - Valores em dB(A)</b>  |                               |
| <b>Locais</b>  | <b>Nível do Ruído [dB(A)]</b> |
| <b>Hospitais</b>   |                               |
| Apartamentos, enfermarias, berçários, centros cirúrgicos   | 35-45                         |
| Laboratórios, áreas para uso do público  | 40-50                         |
| Serviços   | 45-55                         |
| <b>Escolas</b>   |                               |
| Bibliotecas, salas de música, salas de desenho   | 35-45                         |
| Salas de aula, laboratórios  | 40-50                         |
| Circulação   | 45-55                         |
| <b>Hotéis</b>  |                               |
| Apartamentos   | 35-45                         |
| Restaurantes, salas de estar   | 40-50                         |
| Portaria, recepção, circulação   | 45-55                         |
| <b>Residências</b>   |                               |
| Dormitórios  | 35-45                         |
| Salas de estar   | 40-50                         |
| <b>Auditórios</b>  |                               |
| Salas de concertos, teatros  | 30-40                         |
| Salas de conferências, cinemas, salas de uso múltiplo  | 35-45                         |
| <b>Restaurantes</b>  | 40-50                         |
| <b>Escritórios</b>   |                               |
| Salas de reunião   | 30-40                         |
| Salas de gerência, salas de projetos e de administração  | 35-45                         |
| Salas de computadores  | 45-65                         |
| Salas de mecanografia  | 50-60                         |
| <b>Igrejas e templos (cultos e meditativos)</b>  | 40-50                         |
| <b>Locais de Esporte (Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas)</b>   | 45-60                         |

| <b>NÍVEL DE RUÍDO EXTERNO</b>   |               |                |
|---|---------------|----------------|
| Conforme a Tabela 4, os equipamentos do sistema de ar condicionado especificados deverão assegurar nível de ruído [em dB] no ambiente externo que não ultrapasse o valor de:  | 50            |                |
| <b>Tabela 4 - Níveis de Ruído Externo para Conforto Acústico - Valores em dB(A)</b>   |               |                |
| <b>Locais</b>   | <b>Diurno</b> | <b>Noturno</b> |
| Áreas de sítios e fazendas  | 40            | 35             |
| Área estritamente residencial urbana, de hospitais ou escolas   | 50            | 45             |
| Área mista, predominantemente residencial   | 55            | 50             |
| Área mista, com vocação comercial e administrativa  | 60            | 55             |
| Área mista, com vocação recreacional  | 65            | 55             |
| Área predominantemente industrial   | 70            | 60             |
| Observação: Os limites de horário para o período diurno e noturno da Tabela 1 podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Porém, o período noturno não deve começar depois das 22 h e não deve terminar antes das 7 h do dia seguinte. |               |                |

## GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|  |     |
|--|-----|
| O sistema projetado necessita e utilizará a introdução intencional de ruído de escoamento de ar ("ruído branco") para mascarar ruídos excessivos?  | Não |
| Base elástica é um componente que visa amortecer baixas frequências, frequentemente ocasionadas em funcionamento de compressores/ventiladores/bombas e até mesmo em dutos/tubos/componentes estruturais do local. O projeto contempla tal particularidade de construção? | Não |
| Base elástica é um componente que visa amortecer baixas frequências, frequentemente ocasionadas em funcionamento de compressores/ventiladores/bombas e até mesmo em dutos/tubos/componentes estruturais do local. O projeto contempla tal particularidade de construção? | Não |
| O projeto necessita e prevê a instalação/utilização de conexões flexíveis para enrijecer laterais de dutos/tubos e o sistema de linha como um todo?  | Sim |

### PORTARIA Nº 3.523 - MINISTÉRIO DA SAÚDE - "LEI SÉRGIO MOTTA"

|  |           |
|--|-----------|
| <p>Ressalva: Além de todos os requisitos de projeto que serão especificados a seguir, é importante salientar que deve-se preocupar, desenvolver e seguir rigorosamente uma manutenção mecânica preventiva (para sistemas de pequeno porte) ou um PMOC (Plano de Manutenção, Operação e Controle) (para sistemas com capacidade acima de 5 TR) do ar condicionado, através de um técnico ou engenheiro responsável, para que a qualidade do ar verificada continue sendo assegurada conforme o escopo do projeto (dimensionamentos bem elaborados e especificações corretas, com garantia de qualidade) desenvolvido.</p> |           |
| <b>O projeto contemplará esse módulo?</b>  | Não       |
| <b>O projeto prevê instalações específicas/sugestões/sistema condicionador de ar que assegure, no mínimo, renovação de ar resultante de 27 m³/hora/pessoa?</b>   | Selecione |
| <b>A instalação do sistema condicionador de ar para o ambiente está prevista para local que assegure captação de ar externo de renovação puro (longe de fontes poluentes externas)?</b>  | Selecione |
| <b>O projeto do sistema condicionador de ar prevê instalação de, no mínimo, um filtro de ar G1 na linha?</b>   | Selecione |
| <b>O projeto do sistema condicionador de ar prevê e restringe a utilização da caixa de mistura do ar de retorno com o ar de renovação para, única e exclusivamente, essa função?</b>   | Selecione |
| <b>O sistema de ar condicionado que está em fase de projeto necessitará, somente, desenvolver um documento simples com procedimentos para manutenção mecânica preventiva ou desenvolver/implantar/manter disponível no imóvel um completo Plano de Manutenção, Operação e Controle?</b>  | Selecione |
| <p>Observação: NÃO esqueça de obedecer esta sequência e realizar o que for necessário para garantir o cumprimento da mesma, caso o projeto contemple este módulo. Quando existir erros anteriores percebidos no presente estágio do projeto, voltar e corrigí-los conforme o que é exigido.</p>  |           |

**NBR 10080:1987**

Para esse caso em específico, é recomendável: manter as condições de temperatura/umidade nas faixas especificadas no caso em questão (mesmo quando os computadores não estejam em operação), pressão interna do ambiente positiva (em relação aos ambientes adjacentes), permitir flexibilidade da instalação (dimensionar com maior parcela de segurança), ter um sistema de ar condicionado independente (permitindo operação e controle), ter condições de funcionamento ininterrupto (equipamentos reservas ou layout de sistema para fácil e rápida substituição), permitir conexão a um sistema de energia elétrica de emergência, interligação com um sistema de proteção contra incêndio e operação/controle com máximo de automação possível (uso de termostatos, umidostatos, chaves de fluxo, termostatos limite/segurança, etc.), sistema de insuflamento longe dos "limites" do ambiente (evitando concentração e sendo isolado termicamente), evitar instalação do local de insuflação de ar diretamente na base dos computadores (para impedir danos advindos da umidade do ar excessiva) e retorno de ar realizável ao nível do teto e na região do computador.

|  |           |
|--|-----------|
| <b>O projeto deve contemplar esse módulo?</b>  | Não       |
| <b>A temperatura de bulbo seco e a umidade relativa do ar, respectivamente, obedecem a faixa de 22° C ± 2 e 50% ± 5?</b>   | Selecione |
| <b>O projeto respeita a obrigatoriedade de insuflamento de ar acima da zona de ocupação?</b>   | Selecione |
| <b>O projeto contempla renovação de ar para o ambiente?</b>  | Selecione |
| <b>A classe de filtragem do ar insuflado é recomendada pelo fabricante dos computadores?</b>   | Selecione |
| <b>Se sim, qual é?</b>   |           |
| <b>Se não houver essa informação, classe de filtragem mínima para esses casos é de F1. O projeto respeita esse item?</b>   | Selecione |
| <b>A classe de filtragem do ar exterior deve ser compatível ao ambiente externo. Não havendo informação, a filtragem mínima é da classe G2. O projeto prevê esse item?</b> | Selecione |

**NR 15 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES**

**ANEXO Nº 12 - LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA POEIRAS MINERAIS**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>O projeto deve contemplar esse módulo?</b>  | Não       |
| <b>O projeto respeita e garante maior segurança à saúde dos trabalhadores expostos constantemente ao local de trabalho com qualidade de ar precária?</b> | Selecione |

Observação: NÃO esqueça de obedecer esta sequência e realizar o que for necessário para garantir o cumprimento da mesma, caso o projeto contemple este módulo. Quando existir erros anteriores percebidos no presente estágio do projeto, voltar e corrigi-los conforme o que é exigido.

**NR 17 - ERGONOMIA**

**ITEM 17.5 - CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE TRABALHO**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>O projeto deve contemplar esse módulo?</b>                            | Não       |
| <b>O nível de ruído está de acordo com o exigido na NBR 10152?</b>       | Selecione |
| <b>O índice de temperatura efetiva encontra-se entre 20°C e 23 C°?</b>   | Selecione |
| <b>A velocidade do ar de insuflamento é igual ou menor que 0,75 m/s?</b> | Selecione |
| <b>A umidade relativa do ar é maior ou igual que 40%?</b>                | Selecione |

Observação: NÃO esqueça de obedecer esta sequência e realizar o que for necessário para garantir o cumprimento da mesma, caso o projeto contemple este módulo. Quando existir erros anteriores percebidos no presente estágio do projeto, voltar e corrigi-los conforme o que é exigido.

**PROJETO FINAL**

**PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO**

**PROJETO 2D**

# PROJETO 2D

# PROJETO 2D

# PROJETO 2D



## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

### Aparelho de Ar Condicionado

Imagem de Representação



|  |   |
|--|---|
| <b>Nome</b>  | Ar Condicionado Split Janela (Piso-Teto) 9000 BTU/h Elgin Compact   |
| <b>Hiperlink do Fabricante</b>                           | <a href="http://www.elgin.com.br/institucional/produto.php?prod=NjM=nela-9000-btus-frio-110v-elgin-compact-hcfi09a1na-68485?utm_source=google">http://www.elgin.com.br/institucional/produto.php?prod=NjM=nela-9000-btus-frio-110v-elgin-compact-hcfi09a1na-68485?utm_source=google</a> |
| <b>Hiperlink do Fornecedor</b>                           |   |
| <b>Tipo de Sistema</b>                                   | Split (Piso-Teto)   |
| <b>Fabricante</b>  | Elgin   |
| <b>Designação do Modelo</b>                              | HCFI09A1NA-8595   |
| <b>Capacidade de Refrigeração [BTU/h]</b>                | 9000  |
| <b>Ciclo</b>   | Frio  |
| <b>Consumo [kWh]</b>                                     | 880 W/h   |
| <b>Classificação Energética</b>                          | C   |
| <b>Unidade Interna (LxAxP) [mm]</b>                      | 720 X 240 X 190 mm  |
| <b>Unidade Externa (LxAxP) [mm]</b>                      | 505 X 352 X 415 mm  |
| <b>Massa Líquido Interno/Externo [kg]</b>                | 7 / 21,5 kg   |
| <b>Fluido Refrigerante</b>                               | R-22  |
| <b>Rede Elétrica (Tensão [V] / Fase / Amperagem [A])</b> | 110 V / Monofásico / 8,87 A   |
| <b>Tecnologia / Nível de Ruído</b>                       | Alta  |
| <b>Vazão [m³/h]</b>                                      | 440 m³/min  |
| <b>EER (Eficiência Energética de Refrigeração) [W/W]</b> | Não   |
| <b>Tipo de Filtragem (caso exista)</b>                   | Anti-pó   |

### Filtro de Ar

Imagem de Representação

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| <b>Hiperlink do Fabricante</b> |           |
| <b>Hiperlink do Fornecedor</b> |           |
| <b>Tipo de Filtro</b>          | Selecione |
| <b>Fabricante</b>              |           |

Empresa: "Nome Fictício"  
Engenheiro Responsável: "Nome"  
Contato: "E-mail"

## GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|   |  |
|---|--|
| <b>Designação do Modelo</b>                           |  |
| <b>Classe/Material</b>                                |  |
| <b>Eficiência Gravimétrica Média [%]</b>              |  |
| <b>Eficiência Média para Partículas de 0,4 µm [%]</b> |  |
| <b>Espessura [mm]</b>                                 |  |
| <b>Umidade Relativa Máxima Admissível [%]</b>         |  |
| <b>Temperatura Máxima de Trabalho [°C]</b>            |  |
| <b>Vazão Nominal/Velocidade [m³/s e m/s]</b>          |  |

### Isolação Térmica (Produto, Tubulação, Material, etc.)

Imagem de Representação dos Produtos Requeridos



|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Hiperlink do Fabricante</b> | <a href="http://www.prestfrio.com.br/produtos">http://www.prestfrio.com.br/produtos</a>  |
| <b>Hiperlink do Fornecedor</b> | <a href="http://mercadolivre.com.br/MLB-683726649-tubo-isolante-polietileno-para-cobre-pretob">mercadolivre.com.br/MLB-683726649-tubo-isolante-polietileno-para-cobre-pretob</a>         |
| <b>Fabricante</b>              | Prestfrio  |
| <b>Designação do Modelo</b>    | Tubo Isolante de Polietileno   |
| <b>Especificações Gerais</b>   | O sistema necessita de 4 barras de tubo isolante (cada uma com 2 metros de comprimento) das bitolas de 1/4' e 3/8' (9 mm de espessura). Logo, necessita-se de 8 barras de tubo isolante. |

### Isolação Acústica

Imagem de Representação dos Produtos Requeridos

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Hiperlink do Fabricante</b> |  |
| <b>Hiperlink do Fornecedor</b> |  |
| <b>Fabricante</b>              |  |
| <b>Designação do Modelo</b>    |  |
| <b>Especificações Gerais</b>   | O suporte mecânico de fixação em cantoneiras já servirá como isolador acústico também. |

Empresa: "Nome Fictício"  
 Engenheiro Responsável: "Nome"  
 Contato: "E-mail"

**Tubulação de Cobre**

Imagem de Representação



|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Hiperlink do Fabricante</b>                                 | <a href="http://olipartes.com.br/material-para-instalacao-e-manutencao/ar-condicionado-split/tu">olipartes.com.br/material-para-instalacao-e-manutencao/ar-condicionado-split/tu</a>                    |  |
| <b>Hiperlink do Fornecedor</b>                                 | <a href="http://olipartes.com.br/material-para-instalacao-e-manutencao/ar-condicionado-split/tu">olipartes.com.br/material-para-instalacao-e-manutencao/ar-condicionado-split/tu</a>                    |  |
| <b>Fabricante</b>  | polipartes 25 anos  |  |
| <b>Designação do Modelo</b>                                    | Tubos Cobre Flexível  |  |
| <b>Bitola/Comprimento de Tubulação de Cobre [polegada x m]</b> | [1/4' e 15 m] e [3/8' e 15 m]   |  |
| <b>Desnível entre Compressor/Condensador e Evaporador [m]</b>  | 2,5 m   |  |
| <b>Espessura [mm]</b>  | [6,35 mm] e [9,52 mm]   |  |
| <b>Especificações Gerais</b>                                   | Necessita-se de duas tubulações de cobre: 1/4' (7,5 metros) e 3/8' (7,5 metros). Sobrará metade do comprimento de cada uma, pois o fabricante só disponibiliza para compra no comprimento de 15 metros. |  |

**Tubulação de Dreno**

Imagem de Representação

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Hiperlink do Fabricante</b>                                     |   |  |
| <b>Hiperlink do Fornecedor</b>                                     |   |  |
| <b>Fabricante</b>  |   |  |
| <b>Designação do Modelo</b>  |   |  |
| <b>Bitola Comercial/Comprimento de Tubulação de Dreno [mm x m]</b> |   |  |
| <b>Desnível entre Saída e Compressor/Condensador [m]</b>           |   |  |
| <b>Especificações Gerais</b>                                       | O aparelho já contempla a tubulação em questão. |  |

**Calha/Eletroduto de Sistema Elétrico**

Imagem de Representação

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

## GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Hiperlink do Fabricante      |  |
| Hiperlink do Fornecedor      |  |
| <b>Fabricante</b>            |  |
| <b>Designação do Modelo</b>  |  |
| <b>Especificações Gerais</b> |  |

| <b>Cortina de Ar</b>                       |  |
|--|--|
| Imagem de Representação                    |  |
|  |  |
| Hiperlink do Fabricante                    |  |
| Hiperlink do Fornecedor                    |  |
| <b>Fabricante</b>                          |  |
| <b>Designação do Modelo</b>                |  |
| <b>Ciclo</b>                               |  |
| <b>Consumo [W]</b>                         |  |
| <b>Vazão [m³/h]</b>                        |  |
| <b>Dimensões Externas (LxAxP) [mm]</b>     |  |
| <b>Massa Líquida/Bruta do Produto [kg]</b> |  |
| <b>Rede Elétrica (Tensão [V] / Fase)</b>   |  |
| <b>Nível de Ruído [dB]</b>                 |  |
| <b>Corrente [A]</b>                        |  |
| <b>Velocidade do Ar [m/s]</b>              |  |
| <b>Frequência [hz]</b>                     |  |

| <b>Suportes Mecânicos de Fixação</b>   |  |
|--|--|
| Imagem de Representação  |  |
|  |  |
| Hiperlink do Fabricante  | <a href="http://ww.polipartes.com.br/suporte-ar-condicionado-split-condensadora-7-a-12k-inox-c">ww.polipartes.com.br/suporte-ar-condicionado-split-condensadora-7-a-12k-inox-c</a> |
| Hiperlink do Fornecedor  | <a href="http://ww.polipartes.com.br/suporte-ar-condicionado-split-condensadora-7-a-12k-inox-c">ww.polipartes.com.br/suporte-ar-condicionado-split-condensadora-7-a-12k-inox-c</a> |
| <b>Fabricante</b>  |  |
| polipartes 25 anos   |  |
| <b>Designação do Modelo</b>  |  |
| Suporte Split 7K a 12K   |  |
| <b>Especificações Gerais</b>   | Suporte mecânico de fixação com resistência à corrosão, 100% inox, dobrável, <i>design</i> moderno e resistência de 110 kg (no máximo).  |

Empresa: "Nome Fictício"  
 Engenheiro Responsável: "Nome"  
 Contato: "E-mail"

| <b>Duto</b>                            |  |
|--|--|
| Imagem de Representação                |  |
|  |  |
| Hiperlink do Fabricante                |  |
| Hiperlink do Fornecedor                |  |
| Fabricante                             |  |
| Material                               |  |
| Dimensão do Duto Metálico [mm x mm]    |  |
| Comprimento Total do Duto Metálico [m] |  |
| Especificações Gerais                  |  |

| <b>Dispositivo de Regulagem em Dutos</b> |  |
|--|--|
| Imagem de Representação                  |  |
|  |  |
| Hiperlink do Fabricante                  |  |
| Hiperlink do Fornecedor                  |  |
| Fabricante                               |  |
| Designação do Modelo                     |  |
| Especificações Gerais                    |  |

| <b>Registro Corta-Fogo/Fumaça em Dutos</b> |  |
|--|--|
| Imagem de Representação                    |  |
|  |  |
| Hiperlink do Fabricante                    |  |
| Hiperlink do Fornecedor                    |  |
| Fabricante                                 |  |
| Designação do Modelo                       |  |
| Especificações Gerais                      |  |

| <b>Difusor de Ar</b>                     |  |
|--|--|
| Imagem de Representação                  |  |
|  |  |
| <b>Hiperlink do Fabricante</b>           |  |
| <b>Hiperlink do Fornecedor</b>           |  |
| <b>Fabricante</b>                        |  |
| <b>Designação do Modelo</b>              |  |
| <b>Dimensões Externas (LxAxP) [mm]</b>   |  |
| <b>Capacidade [BTU/h]</b>                |  |
| <b>Vazão [m³/s]</b>                      |  |
| <b>Massa do Difusor [kg]</b>             |  |
| <b>Consumo [kW]</b>                      |  |
| <b>Rede Elétrica (Tensão [V] / Fase)</b> |  |
| <b>Alcance do Insuflamento de Ar [m]</b> |  |
| <b>Especificações Gerais</b>             |  |

| <b>Motor Elétrico</b>                    |  |
|--|--|
| Imagem de Representação                  |  |
|  |  |
| <b>Hiperlink do Fabricante</b>           |  |
| <b>Hiperlink do Fornecedor</b>           |  |
| <b>Fabricante</b>                        |  |
| <b>Designação do Modelo</b>              |  |
| <b>Rotação [rpm]</b>                     |  |
| <b>Consumo [kW]</b>                      |  |
| <b>Massa Total [kg]</b>                  |  |
| <b>Torque [N.m]</b>                      |  |
| <b>Rede Elétrica (Tensão [V] / Fase)</b> |  |
| <b>Nível de Ruído [dB]</b>               |  |
| <b>Corrente [A]</b>                      |  |
| <b>Frequência [hz]</b>                   |  |
| <b>Especificações Gerais</b>             |  |

| <b>Ventilador</b>                        |  |
|--|--|
| Imagem de Representação                  |  |
|  |  |
| <b>Hiperlink do Fabricante</b>           |  |
| <b>Hiperlink do Fornecedor</b>           |  |
| <b>Fabricante</b>                        |  |
| <b>Designação do Modelo</b>              |  |
| <b>Rotação [rpm]</b>                     |  |
| <b>Pressão [mmca]</b>                    |  |
| <b>Diâmetro x Comprimento [mm x mm]</b>  |  |
| <b>Consumo [kW]</b>                      |  |
| <b>Massa Total [kg]</b>                  |  |
| <b>Vazão de Ar [m³/s]</b>                |  |
| <b>Rede Elétrica (Tensão [V] / Fase)</b> |  |
| <b>Nível de Ruído [dB]</b>               |  |
| <b>Potência [HP]</b>                     |  |
| <b>Frequência [hz]</b>                   |  |
| <b>Especificações Gerais</b>             |  |

| <b>Exaustor</b>                          |  |
|--|--|
| Imagem de Representação                  |  |
|  |  |
| <b>Hiperlink do Fabricante</b>           |  |
| <b>Hiperlink do Fornecedor</b>           |  |
| <b>Fabricante</b>                        |  |
| <b>Designação do Modelo</b>              |  |
| <b>Rotação [rpm]</b>                     |  |
| <b>Pressão [mmca]</b>                    |  |
| <b>Diâmetro x Comprimento [mm x mm]</b>  |  |
| <b>Consumo [kW]</b>                      |  |
| <b>Massa Total [kg]</b>                  |  |
| <b>Vazão de Ar [m³/s]</b>                |  |
| <b>Rede Elétrica (Tensão [V] / Fase)</b> |  |
| <b>Nível de Ruído [dB]</b>               |  |
| <b>Potência [HP]</b>                     |  |
| <b>Frequência [hz]</b>                   |  |
| <b>Especificações Gerais</b>             |  |

| <b>Unidade Evaporadora Independente</b>                  |  |
|--|--|
| Imagem de Representação                                  |  |
|  |  |
| <b>Hiperlink do Fabricante</b>                           |  |
| <b>Hiperlink do Fornecedor</b>                           |  |
| <b>Fabricante</b>  |  |
| <b>Designação do Modelo</b>                              |  |
| <b>Capacidade de Refrigeração [BTU/h]</b>                |  |
| <b>Ciclo</b>   |  |
| <b>Dimensões [mm]</b>                                    |  |
| <b>Consumo [kW]</b>                                      |  |
| <b>Massa Líquido Interno/Externo [kg]</b>                |  |
| <b>Vazão de Ar [m³/s]</b>                                |  |
| <b>Rede Elétrica (Tensão [V] / Fase)</b>                 |  |
| <b>Nível de Ruído [dB]</b>                               |  |
| <b>Classificação Energética</b>                          |  |
| <b>Frequência [hz]</b>                                   |  |
| <b>Fluido Refrigerante</b>                               |  |
| <b>Tecnologia</b>  |  |
| <b>EER (Eficiência Energética de Refrigeração) [W/W]</b> |  |
| <b>Especificações Gerais</b>                             |  |

| <b>Unidade Condensadora Independente</b> |  |
|--|--|
| Imagem de Representação                  |  |
|  |  |

**GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO**

|  |  |
|--|--|
| <b>Hiperlink do Fabricante</b>                           |  |
| <b>Hiperlink do Fornecedor</b>                           |  |
| <b>Fabricante</b>  |  |
| <b>Designação do Modelo</b>                              |  |
| <b>Capacidade de Refrigeração [BTU/h]</b>                |  |
| <b>Ciclo</b>   |  |
| <b>Dimensões [mm]</b>                                    |  |
| <b>Consumo [kW]</b>                                      |  |
| <b>Massa Líquido Interno/Externo [kg]</b>                |  |
| <b>Vazão de Ar [m³/s]</b>                                |  |
| <b>Rede Elétrica (Tensão [V] / Fase)</b>                 |  |
| <b>Nível de Ruído [dB]</b>                               |  |
| <b>Classificação Energética</b>                          |  |
| <b>Frequência [hz]</b>                                   |  |
| <b>Fluido Refrigerante</b>                               |  |
| <b>Tecnologia</b>  |  |
| <b>EER (Eficiência Energética de Refrigeração) [W/W]</b> |  |
| <b>Especificações Gerais</b>                             |  |

| <b>Dispositivo/Controlador Eletrônico Sistema</b> |  |
|---|--|
| Imagem de Representação                           |  |
|   |  |
| <b>Hiperlink do Fabricante</b>                    |  |
| <b>Hiperlink do Fornecedor</b>                    |  |
| <b>Fabricante</b>                                 |  |
| <b>Designação do Modelo</b>                       |  |
| <b>Especificações Gerais</b>                      |  |



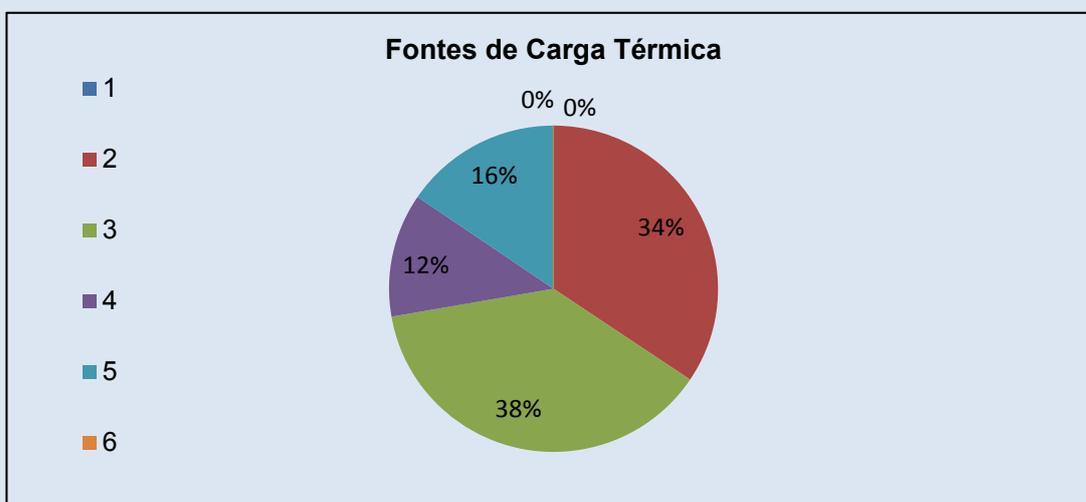
# SIMULAÇÃO 3D

## RELATÓRIO FINAL

## Relatório Estatístico/Técnico

## Carga Térmica

| Fontes de Carga Térmica            | Quantidade [kcal/h] |
|------------------------------------|---------------------|
| [1] Insolação                      | 0,0                 |
| [2] Condução/Transmissão           | 678,44              |
| [3] Renovação de Ar                | 746,99              |
| [4] Humana                         | 241,60              |
| [5] Fontes Internas                | 305,50              |
| [6] Infiltração                    | 0,0                 |
| <b>Carga Térmica Total [BTU/h]</b> | <b>7822,4</b>       |



## Custo de Orçamento Final do Sistema x Demanda de Carga Térmica

|   |                 |
|---|-----------------|
| Custo de Aquisição x Demanda Total de Carga [R\$/(BTU/h)] | <b>R\$ 0,21</b> |
|---|-----------------|

| Fontes de Carga Térmica  | Custo de Aquisição x Carga Térmica [R\$/(BTU/h)] |
|--------------------------|--|
| [1] Insolação            | <b>R\$ 0,00</b>                                  |
| [2] Condução/Transmissão | <b>R\$ 143,71</b>                                |
| [3] Renovação de Ar      | <b>R\$ 158,23</b>                                |
| [4] Humana               | <b>R\$ 51,18</b>                                 |
| [5] Fontes Internas      | <b>R\$ 64,71</b>                                 |
| [6] Infiltração          | <b>R\$ 0,00</b>                                  |
| <b>TOTAL [R\$]</b>       | <b>R\$ 417,84</b>                                |

**Conclusão:**

Através das informações obtidas logo acima, percebe-se que a maior carga térmica é advinda da renovação de ar. A renovação de ar é extremamente importante para manter a qualidade do ar e prevenção contra doenças respiratórias - logo, não deve-se pensar em possibilidades de diminuição da mesma (abertura periódica de janelas/portas/etc.). Como não há possibilidade de alterar a estrutura (prédio) e o número de ocupantes/fontes internas já é reduzido, não há quase nada que se possa fazer para tentar diminuir a carga térmica e especificar um aparelho de menor porte (economia de energia elétrica).



## Relatório Informal

| Recomendações, Sugestões e Ideias ao Projeto (Sustentabilidade, Eficiência Energética, Automação e Reaproveitamento Energético)   | O projeto possui estrutura capaz de fornecer espaço para implementação da sugestão? | O cliente possui interesse? |
|---|---|-----------------------------|
| Fixação do valor da temperatura interna do ambiente, reproduzida pelo aparelho de ar condicionado, em valor próximo de 24°C, pois tal parâmetro produz maior eficiência energética quanto ao consumo de potência elétrica e supre a demanda de carga térmica da mesma maneira (aplicação de valores mais baixos implicam em maior $\Delta T$ e, conseqüentemente, maior exigência de potência ao sistema - consumindo mais energia) | Sim   | Há interesse                |
| Layout de sistema condicionador de ar favorável à ampliações/necessidades futuras de demanda  | Não   | Selecione                   |
| Layout de sistema condicionador de ar com subdivisões de linha (dutos, por exemplo) que possibilite suprir "demandas pontuais" (resultando em economia de energia consumida pelo sistema e confiabilidade/flexibilidade quanto à manutenções mecânicas, pois não necessita paralisar o sistema por completo para realização de atividades preventivas/corretivas)   | Não   | Selecione                   |
| Instalação reserva de máquinas/componentes/peças para não afetar a disponibilidade do funcionamento do sistema de ar condicionado (visão análoga à anterior)  | Não   | Selecione                   |
| Sistema adicional de armazenamento e reutilização/consumo da água proveniente do dreno do sistema condicionador de ar   | Não   | Selecione                   |
| Instalação de persianas/venesianas interiores (de janelas/aberturas) de cor clara para diminuir a transmissão de carga térmica ao ambiente interno  | Não   | Selecione                   |
| Renovação de ar realizável de maneira manual com abertura de janelas/portas em periodicidade rígida (conforme estipulável nos critérios de ventilação)  | Sim   | Há interesse                |
| Insuflamento de ar 100% renovável no ambiente, com saída do ar interno (para não elevar a pressão interna) por aberturas com grades (exemplo)   | Não   | Selecione                   |
| Resfriamento noturno para equalizar momentos de pico em carga térmica, do dia posterior, resultando em menor consumo de energia do sistema  | Não   | Selecione                   |
| Recuperação e reaproveitamento de calor expelido nos exaustores/condensadores/outras maquinários para outro processo adjacente  | Não   | Selecione                   |
| Aproveitamento e implantação de energia solar/energia eólica/outras   | Não   | Selecione                   |

## GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|   |     |           |
|---|-----|-----------|
| Coerência quanto a operação fora de horário normal de pequenos ambientes quando se utiliza de sistemas condicionadores de médio porte (recomendação de sistemas independentes para esses casos). O mesmo valendo para ambientes com exigências de qualidade de ar diferentes.   | Não | Selecione |
| Verificação e comparação da potência de refrigeração necessária (em recintos que possuem dois ou mais ambientes para climatizar) quanto à implementação de uma unidade central ou várias unidades menores (verificação de sazonalidade da carga térmica de cada ambiente),  | Não | Selecione |
| Utilização de componentes-servomecanismos de fechamento de portas para diminuição do tempo de abertura e conseqüente aumento instantâneo de carga térmica no ambiente (exigindo maior refrigeração pelo aparelho e maior consumo de energia elétrica)   | Não | Selecione |
| Sistema Condicionador de Ar do tipo "cascata" com evaporadores em série (para casos onde a renovação de ar exigível é em grande volume e constante durante todo o funcionamento - o ar externo, em temperatura alta ambiente, é insuflado e refrigera certa quantidade através da passagem de evaporador por evaporador, a cada $\Delta T = 10^\circ C$ ) | Não | Selecione |
| Outro (Especificar manualmente nesta célula)  | Não | Selecione |

|   |     |
|---|-----|
| O cliente demonstrou interesse por alguma recomendação? | Sim |
| Data Prorrogada para Entrega do Projeto Final:          | -   |

### APROVAÇÃO DE PROJETO

|  |   |
|--|---|
| <b>Avaliação do Cliente:</b>   | -   |
| <b>Avaliação do Engenheiro Responsável:</b>  | A finalização do projeto está satisfatória. |
| <b>Informações Adicionais:</b>   |   |
| <b>Aprovação e Conclusão da Etapa:</b>   | 100%  |
| <b>Exigência de tempo para desenvolvimento e retorno referente à próxima etapa de projeto:</b> | O antes possível                            |
| <b>Data Preliminar de Apresentação do Custo Final e Entrega do Projeto:</b>                    | -   |

Empresa: "Nome Fictício"  
Engenheiro Responsável: "Nome"  
Contato: "E-mail"

## CUSTO FINAL DO PROJETO

## HONORÁRIOS DE PROJETO

|   |              |
|---|--------------|
| Custo da tonelada de refrigeração base [R\$/TR]   | R\$ 4.725,00 |
| Densidade média de carga térmica [m <sup>2</sup> /TR]   | 20,0         |
| Fator de margem de seleção (definido pela diferença entre a carga térmica e a capacidade nominal dos condicionadores) | 1,20         |
| Área beneficiada da aplicação [m <sup>2</sup> ]   | <b>13,50</b> |
| Fator de aplicação  | 2,00         |
| Fator de repetição  | 1,00         |
| Área corrigida [m <sup>2</sup> ]  | <b>27,00</b> |

|   |             |   |             |
|---|-------------|---|-------------|
| Nome Ambiente 1                             |             | Nome Ambiente 2                             |             |
| Quantidade                                  |             | Quantidade                                  |             |
| Área beneficiada/Ambiente [m <sup>2</sup> ] |             | Área beneficiada/Ambiente [m <sup>2</sup> ] |             |
| Área beneficiada [m <sup>2</sup> ]          | <b>0,00</b> | Área beneficiada [m <sup>2</sup> ]          | <b>0,00</b> |
| Fator de aplicação                          | Selecione   | Fator de aplicação                          | Selecione   |
| Fator de repetição                          | Selecione   | Fator de repetição                          | Selecione   |

|   |             |   |             |
|---|-------------|---|-------------|
| Nome Ambiente 3                             |             | Nome Ambiente 4                             |             |
| Quantidade                                  |             | Quantidade                                  |             |
| Área beneficiada/Ambiente [m <sup>2</sup> ] |             | Área beneficiada/Ambiente [m <sup>2</sup> ] |             |
| Área beneficiada [m <sup>2</sup> ]          | <b>0,00</b> | Área beneficiada [m <sup>2</sup> ]          | <b>0,00</b> |
| Fator de aplicação                          | Selecione   | Fator de aplicação                          | Selecione   |
| Fator de repetição                          | Selecione   | Fator de repetição                          | Selecione   |

|  |                |
|--|----------------|
| Área corrigida (para 2 ou mais áreas beneficiadas) [m <sup>2</sup> ] | <b>#VALOR!</b> |
|--|----------------|

|   |                   |
|---|-------------------|
| Custo básico unitário [R\$/m <sup>2</sup> ] | <b>R\$ 283,50</b> |
|   | R\$ 283,50        |

|   |                     |
|---|---------------------|
| Custo base da instalação (para apenas uma área beneficiada) [R\$]                           | <b>R\$ 7.654,50</b> |
| Custo base da instalação (para 2 ou mais áreas beneficiadas) [R\$]                          | <b>#VALOR!</b>      |
| Percentual correspondente à Taxa de Honorários [%]  | 5,44%               |
| Fator de dificuldade específica, inclusive para o caso de reforma de instalações existentes | 1,15                |

|   |                   |
|---|-------------------|
| Honorários (para apenas uma área beneficiada) [R\$] | <b>R\$ 478,87</b> |
|---|-------------------|

|  |                |
|--|----------------|
| Honorários (para 2 ou mais áreas beneficiadas) [R\$] | <b>#VALOR!</b> |
|--|----------------|

Por praticidade, diferentemente ao 1º Procedimento descrito anteriormente, também pode-se definir os honorários de projeto conforme a Tabela A.4 retirada da "Metodologia ABRAVA para Avaliação dos Honorários para Projeto em Sistemas de Ar Condicionado", considerando a Área corrigida calculada, fator de dificuldade igual ao valor de 1,00 e tipo de sistema de climatização projetado. Caso seja necessário um fator de dificuldade diferente de 1,00, a interpolação dos dados torna-se imprescindível. Tal procedimento (2º Procedimento), está descrito logo abaixo. OBSERVAÇÃO: Em caso algum deve-se utilizar os dois procedimentos!

## GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|                      |              |  |  |  |  |
|----------------------|--------------|--|--|--|--|
| Área corrigida [m²]  | <b>27,00</b> |  |  |  |  |
| Fator de dificuldade | Selecione    |  |  |  |  |

|                         |  |  |  |  |  |
|-------------------------|--|--|--|--|--|
|                         |  |  |  |  |  |
| <b>Honorários [R\$]</b> |  |  |  |  |  |

|  |           |
|--|-----------|
| Há necessidade de honorários de projeto para aprovação em Órgãos Oficiais? | Não       |
| Se sim, qual é a categoria?  | Selecione |
| Taxa de Honorário [%]  |           |

|   |   |   |                  |
|---|---|---|------------------|
| Honorários de Projeto - 1º Procedimento [R\$] | Honorários de Projeto - 2º Procedimento [R\$] | Custo da Visita de 1º Contato e Pré-Projeto [R\$] |                  |
| <b>R\$ 478,87</b>                             | <b>R\$ 0,00</b>                               |   | <b>R\$ 65,00</b> |

### CUSTOS PESSOAIS

|                      |   |                 |
|----------------------|---|-----------------|
| <b>Custo Pessoal</b> | Estadia   | R\$ 0,00        |
|                      | Alimentação                                       | R\$ 0,00        |
|                      | Outros  | R\$ 0,00        |
| <b>Locomoção</b>     | Combustível                                       | R\$ 0,00        |
|                      | Estacionamento                                    | R\$ 0,00        |
|                      | Viagem/Deslocamento (Quilometragem/Pedágio/Outro) | R\$ 0,00        |
|                      | Outros  | R\$ 0,00        |
| <b>TOTAL</b>         |   | <b>R\$ 0,00</b> |

### ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

|  |            |
|--|------------|
| Valor da ART emitida e registrada pelo Engenheiro Responsável do Projeto | R\$ 150,00 |
|--|------------|

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>CUSTO FINAL EXIGÍVEL PELO CONTRATADO:</b> | <b>R\$ 693,87</b> |
|--|-------------------|

### ANEXO ? - TABELAS DA METODOLOGIA ABRAVA PARA CÁLCULO DE HONORÁRIOS

| TABELA A.1 - Taxa de Honorários       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| Custo da Instalação                   | Taxa de Honorários |
| Até 100x o salário mínimo             | 5,44%              |
| No montante de 250x o salário mínimo  | 5,12%              |
| No montante de 475x o salário mínimo  | 4,80%              |
| No montante de 750x o salário mínimo  | 4,48%              |
| No montante de 1250x o salário mínimo | 4,16%              |
| No montante de 1900x o salário mínimo | 3,84%              |
| No montante de 3400x o salário mínimo | 3,52%              |
| No montante de 5000x o salário mínimo | 3,36%              |
| No montante de 7000x o salário mínimo | 3,20%              |

## GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|  |       |
|--|-------|
| No montante de 14000x o salário mínimo | 2,56% |
| No montante de 28000x o salário mínimo | 1,92% |
| No montante de 56000x o salário mínimo | 1,60% |

| <b>TABELA A.2 - Fatores de Aplicação</b>   |                    |
|--|--------------------|
| Aplicação  | Fator de Aplicação |
| Auditórios e centro de convenções  | 1,50               |
| Bares, boites e discotecas   | 2,00               |
| Cinemas e teatros  | 1,50               |
| Computadores (CPDs)*   | 2,00               |
| Edifícios de escritórios   | 1,00               |
| Edifícios residenciais   | 1,00               |
| Estúdios de gravação (imagem e som)  | 2,00               |
| Hotéis e môtéis (dormitórios, recepção, circulação, etc.)  | 1,00               |
| Repetidoras e retransmissores de rádio e TV  | 2,00               |
| Residências e apartamentos residenciais isolados   | 2,00               |
| Restaurantes   | 1,50               |
| Salas limpas com classificação (hospitais, laboratórios industriais, etc.)*  | 3,00               |
| Shopping Center - lojas (infra-estrutura)  | 0,65               |
| Shopping Center (Lojas independentes: âncoras, cinemas, etc. (previsão de carga))  | 0,20               |
| Shopping Center (mall)   | 1,00               |
| Shopping Center (complemento de loja com infra-estrutura existente)  | 1,00               |
| Supermercados, lojas e magazines   | 1,00               |
| Telecomunicações (equipamentos)*   | 2,00               |
| Unidades especiais de análise médica (tomografia, ressonância magnética, etc.)*  | 2,00               |
| Observação: Para aplicações em asterisco (*), o fator de aplicação é válido para áreas superiores de 100m <sup>2</sup> . Para áreas inferiores, o valor do fator de aplicação é variável em função da dificuldade. |                    |

| <b>TABELA A.3 - Fator de Dificuldade</b>                              |                      |
|---|----------------------|
| Situação  | Fator de Dificuldade |
| Instalação nova em edifício novo                                      | 1,00                 |
| Instalação nova em edifício existente                                 | 1,15                 |
| Retrofit com aproveitamento da instalação existente, total ou parcial | 1,30                 |
| Elaboração de planilha quantitativa/orçamento                         | 1,10                 |
| Dificuldade específica  |                      |

| <b>TABELA A.4 - Honorários de Projeto (2014) - Expansão Direta</b> |                      |         |                      |         |                      |         |                      |         |
|--|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|
|  | Ac [m <sup>2</sup> ] | H [R\$] |
| até  | 350                  | 5319    | 1525                 | 20138   | 3450                 | 40202   | 10000                | 98330   |
| até  | 375                  | 5677    | 1550                 | 20418   | 3500                 | 40689   | 10500                | 102664  |
| até  | 400                  | 6032    | 1575                 | 20696   | 3550                 | 41173   | 11000                | 106942  |
| até  | 425                  | 6384    | 1600                 | 20973   | 3600                 | 41655   | 11500                | 111164  |
| até  | 450                  | 6733    | 1625                 | 21248   | 3650                 | 42134   | 12000                | 115332  |
| até  | 475                  | 7079    | 1650                 | 21522   | 3700                 | 42610   | 12500                | 119443  |
| até  | 500                  | 7422    | 1675                 | 21794   | 3750                 | 43083   | 13000                | 123566  |
| até  | 525                  | 7762    | 1700                 | 22064   | 3800                 | 43554   | 13500                | 127719  |
| até  | 550                  | 8099    | 1725                 | 22333   | 3850                 | 44021   | 14000                | 131828  |
| até  | 575                  | 8433    | 1750                 | 22600   | 3900                 | 44487   | 14500                | 135892  |

## GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|                      |                                      |       |      |              |      |                     |        |        |
|----------------------|--------------------------------------|-------|------|--------------|------|---------------------|--------|--------|
| até                  | 600                                  | 8764  | 1775 | 22866        | 3950 | 44949               | 15000  | 139912 |
| até                  | 625                                  | 9092  | 1800 | 23130        | 4000 | 45409               | 15500  | 143887 |
| até                  | 650                                  | 9423  | 1825 | 23392        | 4100 | 46320               | 16000  | 147818 |
| até                  | 675                                  | 9759  | 1850 | 23653        | 4200 | 47220               | 16500  | 151705 |
| até                  | 700                                  | 10093 | 1875 | 23912        | 4300 | 48109               | 17000  | 155547 |
| até                  | 725                                  | 10424 | 1900 | 24169        | 4400 | 48988               | 17500  | 159345 |
| até                  | 750                                  | 10754 | 1925 | 24436        | 4500 | 49855               | 18000  | 163070 |
| até                  | 775                                  | 11082 | 1950 | 24719        | 4600 | 50711               | 18500  | 166661 |
| até                  | 800                                  | 11408 | 1975 | 25000        | 4700 | 51557               | 19000  | 170201 |
| até                  | 825                                  | 11732 | 2000 | 25281        | 4800 | 52392               | 19500  | 173691 |
| até                  | 850                                  | 12054 | 2050 | 25841        | 4900 | 53288               | 20000  | 177130 |
| até                  | 875                                  | 12374 | 2100 | 26396        | 5000 | 54257               | 21000  | 183855 |
| até                  | 900                                  | 12692 | 2150 | 26948        | 5100 | 55221               | 22000  | 190377 |
| até                  | 925                                  | 13008 | 2200 | 27497        | 5200 | 56181               | 23000  | 196696 |
| até                  | 950                                  | 13322 | 2250 | 28042        | 5300 | 57136               | 24000  | 202812 |
| até                  | 975                                  | 13634 | 2300 | 28583        | 5400 | 58086               | 25000  | 208725 |
| até                  | 1000                                 | 13944 | 2350 | 29121        | 5500 | 59031               | 26000  | 214435 |
| até                  | 1025                                 | 14253 | 2400 | 29656        | 5600 | 59972               | 27000  | 219942 |
| até                  | 1050                                 | 14559 | 2450 | 30186        | 5700 | 60908               | 28000  | 225246 |
| até                  | 1075                                 | 14863 | 2500 | 30714        | 5800 | 61839               | 29000  | 230347 |
| até                  | 1100                                 | 15165 | 2550 | 31237        | 5900 | 62766               | 30000  | 235245 |
| até                  | 1125                                 | 15465 | 2600 | 31757        | 6000 | 63687               | 32500  | 246603 |
| até                  | 1150                                 | 15764 | 2650 | 32274        | 6250 | 65971               | 35000  | 256691 |
| até                  | 1175                                 | 16060 | 2700 | 32787        | 6500 | 68225               | 37500  | 268836 |
| até                  | 1200                                 | 16354 | 2750 | 33296        | 6750 | 70449               | 40000  | 281683 |
| até                  | 1225                                 | 16651 | 2800 | 33802        | 7000 | 72644               | 45000  | 305475 |
| até                  | 1250                                 | 16950 | 2850 | 34305        | 7250 | 74809               | 50000  | 326730 |
| até                  | 1275                                 | 17248 | 2900 | 34804        | 7500 | 76945               | 55000  | 345447 |
| até                  | 1300                                 | 17544 | 2950 | 35299        | 7750 | 79051               | 60000  | 361627 |
| até                  | 1325                                 | 17839 | 3000 | 35791        | 8000 | 81127               | 65000  | 375269 |
| até                  | 1350                                 | 18132 | 3050 | 36763        | 8250 | 83174               | 70000  | 386374 |
| até                  | 1375                                 | 18423 | 3100 | 37244        | 8500 | 85191               | 75000  | 404916 |
| até                  | 1400                                 | 18713 | 3150 | 37726        | 8750 | 87253               | 80000  | 426835 |
| até                  | 1425                                 | 19001 | 3200 | 38227        | 9000 | 89496               | 85000  | 448120 |
| até                  | 1450                                 | 19288 | 3250 | 38725        | 9250 | 91725               | 90000  | 468771 |
| até                  | 1475                                 | 19573 | 3300 | 39220        | 9500 | 93941               | 95000  | 488788 |
| até                  | 1500                                 | 19856 | 3350 | 39712        | 9750 | 96142               | 100000 | 508170 |
| Parâmetros adotados: | Custo/TR [R\$/TR]                    |       |      | R\$ 4.750,00 |      | Honorários mínimos: |        |        |
|                      | Dens. média de carga térmica [m²/TR] |       |      | 20,0         |      | Ar condicion.       |        | 5319   |
|                      | Fator de correção para seleção [%]   |       |      | 20%          |      | Press. escada       |        | 4521   |
|                      | Salário mínimo [R\$]                 |       |      | R\$ 724,00   |      | Vent. mecânica      |        | 3724   |
|                      | Fator de dificuldade                 |       |      | 1,00         |      | Aprov. sumária      |        | 2660   |
| Ac = Área Corrigida  |                                      |       |      |              |      |                     |        |        |
| H = Honorários       |                                      |       |      |              |      |                     |        |        |

# GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

| <b>TABELA A.5 - Honorários de Projeto (2014) - Multi Split VRF</b> |                      |         |                      |         |                      |         |                      |         |
|--|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|
|  | Ac [m <sup>2</sup> ] | H [R\$] |
| até  | 350                  | 8111    | 1525                 | 29660   | 3450                 | 58375   | 10000                | 145786  |
| até  | 375                  | 8690    | 1550                 | 30078   | 3500                 | 59119   | 10500                | 151920  |
| até  | 400                  | 9270    | 1575                 | 30494   | 3550                 | 59859   | 11000                | 157944  |
| até  | 425                  | 9678    | 1600                 | 30908   | 3600                 | 60597   | 11500                | 163806  |
| até  | 450                  | 10203   | 1625                 | 31319   | 3650                 | 61331   | 12000                | 169419  |
| até  | 475                  | 10724   | 1650                 | 31729   | 3700                 | 62063   | 12500                | 174907  |
| até  | 500                  | 11239   | 1675                 | 32136   | 3750                 | 62791   | 13000                | 180268  |
| até  | 525                  | 11750   | 1700                 | 32540   | 3800                 | 63517   | 13500                | 185504  |
| até  | 550                  | 12256   | 1725                 | 32943   | 3850                 | 64240   | 14000                | 190614  |
| até  | 575                  | 12757   | 1750                 | 33343   | 3900                 | 64960   | 14500                | 195599  |
| até  | 600                  | 13253   | 1775                 | 33742   | 3950                 | 65677   | 15000                | 200457  |
| até  | 625                  | 13744   | 1800                 | 34138   | 4000                 | 66391   | 15500                | 205190  |
| até  | 650                  | 14230   | 1825                 | 34531   | 4100                 | 67810   | 16000                | 209798  |
| até  | 675                  | 14711   | 1850                 | 34923   | 4200                 | 69217   | 16500                | 214279  |
| até  | 700                  | 15187   | 1875                 | 35313   | 4300                 | 70613   | 17000                | 218635  |
| até  | 725                  | 15659   | 1900                 | 35700   | 4400                 | 71997   | 17500                | 222865  |
| até  | 750                  | 16126   | 1925                 | 36085   | 4500                 | 73369   | 18000                | 226969  |
| até  | 775                  | 16590   | 1950                 | 36468   | 4600                 | 74730   | 18500                | 230948  |
| até  | 800                  | 17061   | 1975                 | 36848   | 4700                 | 76079   | 19000                | 234800  |
| até  | 825                  | 17528   | 2000                 | 37227   | 4800                 | 77416   | 19500                | 238528  |
| até  | 850                  | 17991   | 2050                 | 37995   | 4900                 | 78741   | 20000                | 242129  |
| até  | 875                  | 18450   | 2100                 | 38780   | 5000                 | 80054   | 21000                | 248954  |
| até  | 900                  | 18905   | 2150                 | 39557   | 5100                 | 81356   | 22000                | 255277  |
| até  | 925                  | 19357   | 2200                 | 40328   | 5200                 | 82646   | 23000                | 261924  |
| até  | 950                  | 19804   | 2250                 | 41093   | 5300                 | 83925   | 24000                | 270294  |
| até  | 975                  | 20247   | 2300                 | 41850   | 5400                 | 85191   | 25000                | 278413  |
| até  | 1000                 | 20686   | 2350                 | 42601   | 5500                 | 86446   | 26000                | 286280  |
| até  | 1025                 | 21121   | 2400                 | 43345   | 5600                 | 87836   | 27000                | 293896  |
| até  | 1050                 | 21552   | 2450                 | 44082   | 5700                 | 89247   | 28000                | 301261  |
| até  | 1075                 | 21979   | 2500                 | 44812   | 5800                 | 90654   | 29000                | 308374  |
| até  | 1100                 | 22402   | 2550                 | 45536   | 5900                 | 92054   | 30000                | 315235  |
| até  | 1125                 | 22822   | 2600                 | 46253   | 6000                 | 93450   | 32500                | 331288  |
| até  | 1150                 | 23237   | 2650                 | 46963   | 6250                 | 96914   | 35000                | 345770  |
| até  | 1175                 | 23648   | 2700                 | 47666   | 6500                 | 100343  | 37500                | 358680  |
| até  | 1200                 | 24055   | 2750                 | 48362   | 6750                 | 103738  | 40000                | 370018  |
| até  | 1225                 | 24473   | 2800                 | 49052   | 7000                 | 107099  | 45000                | 387979  |
| até  | 1250                 | 24917   | 2850                 | 49735   | 7250                 | 110426  | 50000                | 421213  |
| até  | 1275                 | 25359   | 2900                 | 50411   | 7500                 | 113718  | 55000                | 454690  |
| até  | 1300                 | 25799   | 2950                 | 51081   | 7750                 | 116975  | 60000                | 486595  |
| até  | 1325                 | 26237   | 3000                 | 51743   | 8000                 | 120199  | 65000                | 516928  |
| até  | 1350                 | 26673   | 3050                 | 53090   | 8250                 | 123450  | 70000                | 545690  |
| até  | 1375                 | 27106   | 3100                 | 53854   | 8500                 | 126723  | 75000                | 572880  |
| até  | 1400                 | 27537   | 3150                 | 54615   | 8750                 | 129969  | 80000                | 598498  |
| até  | 1425                 | 27966   | 3200                 | 55373   | 9000                 | 133188  | 85000                | 622544  |
| até  | 1450                 | 28393   | 3250                 | 56128   | 9250                 | 136378  | 90000                | 645019  |
| até  | 1475                 | 28818   | 3300                 | 56880   | 9500                 | 139542  | 95000                | 678300  |

Empresa "Nome"  
Engenheiro "Nome"  
Contato: "E-mail"

## GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO

|                      |                                      |       |      |       |              |                     |        |        |
|----------------------|--------------------------------------|-------|------|-------|--------------|---------------------|--------|--------|
| até                  | 1500                                 | 29240 | 3350 | 57629 | 9750         | 142677              | 100000 | 714000 |
| Parâmetros adotados: | Custo/TR [R\$/TR]                    |       |      |       | R\$ 4.750,00 | Honorários mínimos: |        |        |
|                      | Dens. média de carga térmica [m²/TR] |       |      |       | 20,0         | Ar condicion.       | 5319   |        |
|                      | Fator de correção para seleção [%]   |       |      |       | 20%          | Press. escada       | 4521   |        |
|                      | Salário mínimo [R\$]                 |       |      |       | R\$ 724,00   | Vent. mecânica      | 3724   |        |
|                      | Fator de dificuldade                 |       |      |       | 1,00         | Aprov. sumária      | 2660   |        |
| Ac = Área Corrigida  |                                      |       |      |       |              |                     |        |        |
| H = Honorários       |                                      |       |      |       |              |                     |        |        |

### APROVAÇÃO DE PROJETO

|   |  |
|---|--|
| <b>Avaliação do Cliente:</b>                | -  |
| <b>Avaliação do Engenheiro Responsável:</b> | O parecer final foi concluído com sucesso. |
| <b>Informações Adicionais:</b>              | -  |
| <b>Aprovação e Conclusão da Etapa:</b>      | 100%                                       |

| APROVAÇÃO FINAL DE PROJETO                  |  |
|---|--|
| <b>Avaliação do Cliente:</b>                | -  |
| <b>Avaliação do Engenheiro Responsável:</b> | O projeto foi desenvolvido e entregue ao 'cliente fictício' com sucesso. |
| <b>Informações Adicionais:</b>              | -  |
| <b>Aprovação e Conclusão da Etapa:</b>      | 100%   |



## MULTI-SPLIT VRF

| Área corrigida (m²)  | Honorários (R\$)              | Área corrigida (m²) | Honorários (R\$) | Área corrigida (m²) | Honorários (R\$)   | Área corrigida (m²) | Honorários (R\$) |
|----------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| até 350              | 8.111                         | 1.525               | 29.880           | 3.450               | 58.375             | 10.000              | 145.788          |
| 375                  | 8.690                         | 1.550               | 30.078           | 3.500               | 59.119             | 10.500              | 151.920          |
| 400                  | 9.270                         | 1.575               | 30.484           | 3.550               | 59.859             | 11.000              | 157.944          |
| 425                  | 9.678                         | 1.600               | 30.908           | 3.600               | 60.597             | 11.500              | 163.806          |
| 450                  | 10.203                        | 1.625               | 31.319           | 3.650               | 61.331             | 12.000              | 169.419          |
| 475                  | 10.724                        | 1.650               | 31.729           | 3.700               | 62.063             | 12.500              | 174.907          |
| 500                  | 11.238                        | 1.675               | 32.136           | 3.750               | 62.791             | 13.000              | 180.268          |
| 525                  | 11.750                        | 1.700               | 32.540           | 3.800               | 63.517             | 13.500              | 185.504          |
| 550                  | 12.256                        | 1.725               | 32.943           | 3.850               | 64.240             | 14.000              | 190.614          |
| 575                  | 12.757                        | 1.750               | 33.343           | 3.900               | 64.960             | 14.500              | 195.599          |
| 600                  | 13.253                        | 1.775               | 33.742           | 3.950               | 65.677             | 15.000              | 200.457          |
| 625                  | 13.744                        | 1.800               | 34.138           | 4.000               | 66.391             | 15.500              | 205.190          |
| 650                  | 14.230                        | 1.825               | 34.531           | 4.100               | 67.810             | 16.000              | 209.798          |
| 675                  | 14.711                        | 1.850               | 34.923           | 4.200               | 69.217             | 16.500              | 214.279          |
| 700                  | 15.187                        | 1.875               | 35.313           | 4.300               | 70.613             | 17.000              | 218.635          |
| 725                  | 15.659                        | 1.900               | 35.700           | 4.400               | 71.997             | 17.500              | 222.865          |
| 750                  | 16.126                        | 1.925               | 36.085           | 4.500               | 73.369             | 18.000              | 226.969          |
| 775                  | 16.589                        | 1.950               | 36.468           | 4.600               | 74.730             | 18.500              | 230.948          |
| 800                  | 17.048                        | 1.975               | 36.848           | 4.700               | 76.079             | 19.000              | 234.800          |
| 825                  | 17.502                        | 2.000               | 37.227           | 4.800               | 77.416             | 19.500              | 238.528          |
| 850                  | 17.951                        | 2.050               | 37.595           | 4.900               | 78.741             | 20.000              | 242.129          |
| 875                  | 18.450                        | 2.100               | 38.760           | 5.000               | 80.054             | 21.000              | 248.954          |
| 900                  | 18.905                        | 2.150               | 39.557           | 5.100               | 81.358             | 22.000              | 255.277          |
| 925                  | 19.357                        | 2.200               | 40.328           | 5.200               | 82.646             | 23.000              | 261.924          |
| 950                  | 19.804                        | 2.250               | 41.093           | 5.300               | 83.925             | 24.000              | 270.294          |
| 975                  | 20.247                        | 2.300               | 41.850           | 5.400               | 85.191             | 25.000              | 278.413          |
| 1.000                | 20.686                        | 2.350               | 42.601           | 5.500               | 86.448             | 26.000              | 286.280          |
| 1.025                | 21.121                        | 2.400               | 43.345           | 5.600               | 87.698             | 27.000              | 293.896          |
| 1.050                | 21.552                        | 2.450               | 44.082           | 5.700               | 89.247             | 28.000              | 301.261          |
| 1.075                | 21.979                        | 2.500               | 44.812           | 5.800               | 90.654             | 29.000              | 308.374          |
| 1.100                | 22.402                        | 2.550               | 45.536           | 5.900               | 92.054             | 30.000              | 315.235          |
| 1.125                | 22.822                        | 2.600               | 46.253           | 6.000               | 93.450             | 32.500              | 331.288          |
| 1.150                | 23.237                        | 2.650               | 46.963           | 6.250               | 96.914             | 35.000              | 345.770          |
| 1.175                | 23.648                        | 2.700               | 47.666           | 6.500               | 100.343            | 37.500              | 358.680          |
| 1.200                | 24.056                        | 2.750               | 48.362           | 6.750               | 103.738            | 40.000              | 370.018          |
| 1.225                | 24.473                        | 2.800               | 49.052           | 7.000               | 107.099            | 45.000              | 387.979          |
| 1.250                | 24.917                        | 2.850               | 49.735           | 7.250               | 110.428            | 50.000              | 421.213          |
| 1.275                | 25.359                        | 2.900               | 50.411           | 7.500               | 113.718            | 55.000              | 454.690          |
| 1.300                | 25.799                        | 2.950               | 51.081           | 7.750               | 116.975            | 60.000              | 486.595          |
| 1.325                | 26.237                        | 3.000               | 51.743           | 8.000               | 120.199            | 65.000              | 516.928          |
| 1.350                | 26.673                        | 3.100               | 53.090           | 8.250               | 123.450            | 70.000              | 545.690          |
| 1.375                | 27.106                        | 3.150               | 53.854           | 8.500               | 126.723            | 75.000              | 572.880          |
| 1.400                | 27.537                        | 3.200               | 54.615           | 8.750               | 129.969            | 80.000              | 598.498          |
| 1.425                | 27.966                        | 3.250               | 55.373           | 9.000               | 133.188            | 85.000              | 622.544          |
| 1.450                | 28.393                        | 3.300               | 56.128           | 9.250               | 136.378            | 90.000              | 645.019          |
| 1.475                | 28.818                        | 3.350               | 56.880           | 9.500               | 139.542            | 95.000              | 678.300          |
| 1.500                | 29.240                        | 3.400               | 57.629           | 9.750               | 142.677            | 100.000             | 714.000          |
| Parâmetros adotados: | Custo/TR:                     |                     | 8.925,00 R\$/TR  |                     | Honorários mínimos |                     |                  |
|                      | Dens. média de carga térmica: |                     | 20,0 m²/TR       |                     | Ar condicionado    |                     |                  |
|                      | Fator de correção p/ seleção: |                     | 0,0 %            |                     | Press. excedida    |                     |                  |
|                      | Salário Mínimo:               |                     | 724,00 R\$       |                     | Vent. necessário   |                     |                  |
|                      | Fator de dificuldade (FD):    |                     | 1,00 -           |                     | Aprov. acústica    |                     |                  |