



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FERNANDA SELISTRE DA SILVA SCHEIDT

**GESTÃO DE INFORMAÇÕES NA ETAPA DE PROJETO
VISANDO A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE OBRAS
AEROPORTUÁRIAS**

FERNANDA SELISTRE DA SILVA SCHEIDT

**GESTÃO DE INFORMAÇÕES NA ETAPA DE PROJETO
VISANDO A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE OBRAS
AEROPORTUÁRIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento.

Orientadora: Profa. Dra. Ercilia Hitomi Hirota

Londrina
2010

Catálogo elaborado pela divisão de processos técnicos da Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S318g Scheidt, Fernanda Selistre da Silva.
Gestão de informações na etapa de projeto visando a eficiência energética de obras aeroportuárias / Fernanda Selistre da Silva Scheidt. – Londrina, 2010.
x, 100 f. : il.

Orientador: Ercilia Hitomi Hirota.
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, 2010.

Inclui bibliografia.

1. Aeroportos – Construção – Eficiência energética – Teses. 2. Gestão da informação – Projetos de obras – Teses. 3. Construção civil – Desenvolvimento sustentável – Teses. I. Hirota, Ercilia Hitomi. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento. III. Título.

CDU 69.003.12

FERNANDA SELISTRE DA SILVA SCHEIDT

**GESTÃO DE INFORMAÇÕES NA ETAPA DE PROJETO VISANDO A
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE OBRAS AEROPORTUÁRIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Ercilia Hitomi Hirota
Doutora pela Universidade Federal do
Rio Grande do Sul

Prof^a. Eliane Antonio Simões
Doutora pela Universidade de São Paulo

Prof. Marcelo de Andrade Romero
Doutor pela Universidade de São Paulo

Londrina, 29 de Janeiro de 2010.

DEDICATÓRIA

*A minha avó Delta (in memorian), que
sempre zelou pela educação de seus
netos.*

*A minha família, alicerce de todas as
minhas conquistas.*

AGRADECIMENTOS

A Ercilia Hitomi Hirota, obrigada pela amizade e por me mostrar a dimensão da palavra mestre, nunca *“dando o peixe, mas ensinando a pescar”* contribuindo assim para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

Aos meus pais, exemplos de trabalho e dedicação, responsáveis pela minha educação através de sua orientação, carinho e amor dedicados.

Aos meus irmãos pelo apoio transmitido, apesar da distância que nos separa. Ao Ricardo pelo incentivo e apoio constantes.

Aos amigos que conquistei em Londrina: Fernando Yoshida, Danilo Gomes, Fabi Takinami, Juliana Leal. Guardo com muito carinho lembranças de nossas viagens, conversas, encontros, gargalhadas, debates e ensaios de apresentação.

A professora Eliane Antonio Simões, responsável pelas boas risadas matinais na sala 2. A professora Fernanda Saffaro, companheira de muitas tardes e sempre paciente com os desabafos e angústias que envolveram este trabalho.

Aos demais componentes da família PROMOVER, Chico, Sidnei, Alexandre, Andreas, Alessandra, Julio e Thalita pelo companheirismo e amizade.

Ao professor André Silvestre agradeço imensamente a oportunidade concedida para realização do estudo de caso em sua empresa e principalmente por acreditar em meu trabalho.

Aos professores da minha banca de qualificação Eliane e Marcelo Romero pelos conselhos.

Ao engenheiro Eduardo Santos pelo fornecimento de dados relacionados ao consumo de energia em aeroportos que enriqueceram o trabalho.

Aos engenheiros Alberto Bott e Eduardo Braghirolli pelo auxílio na validação dos dados e interesse em contribuir com o trabalho.

A UEL, em especial ao Centro de Tecnologia e Urbanismo, pela oportunidade de participar de seu quadro como aluna.

A FINEP e Capes por viabilizarem financeiramente a dedicação exclusiva ao mestrado.

SCHEIDT, Fernanda S.S. **Gestão de informações na etapa de projeto visando à eficiência energética de obras aeroportuárias**. 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

RESUMO

O presente trabalho aborda a gestão de informação na etapa de projeto visando à consideração de requisitos de eficiência energética em projetos de obras complexas, relatando um estudo de caso em projeto de aeroportos. O grande desafio dos programas condizentes com a eficiência energética é fomentar o discernimento de que as oportunidades do uso racional e eficiente de energia não se restringem apenas aos sistemas elétricos, mas abrangem todas as ocasiões em que sejam tecnicamente possíveis e economicamente viáveis na cadeia energética até o uso final. O mercado da construção é diverso e complexo. O setor é caracterizado pela fragmentação entre os diversos agentes da cadeia produtiva e a falta de integração entre os mesmos. O atendimento aos requisitos de eficiência energética aumenta ainda mais a complexidade do processo de desenvolvimento de produtos na construção civil. Torna-se necessário, então, buscar instrumentos gerenciais que auxiliem o projetista a analisar as restrições e *trade offs* na etapa de desenvolvimento do produto, ao mesmo tempo em que se considere a agregação de mais valor ao produto, tanto sob o ponto de vista do cliente como do meio ambiente. O estudo teve início com a identificação de escritórios de arquitetura da cidade de Londrina que trabalham com projetos complexos. A decisão de analisar o processo de projeto de aeroportos surgiu também pelo fato destas edificações serem caracterizadas pela complexidade, apresentarem alto consumo energético e grande impacto ambiental. A partir da revisão bibliográfica, foram identificados construtos e variáveis para o processo de coleta de dados, além dos requisitos de eficiência energética a serem considerados na prática de projeto. O estudo teve seqüência com a elaboração do macro mapeamento do PDP (Processo de Desenvolvimento do Produto), em um estudo de caso. As fontes de dados consistiam de uma série de documentos, normas, leis, arquivos eletrônicos e entrevistas semi-estruturadas com um especialista da área, responsável pelo projeto do aeroporto de Joinville-SC, objeto principal do estudo. Os resultados alcançados consistem na análise crítica do PDP e identificação de lacunas no processo de projeto aeroportuário no que diz respeito à inserção dos requisitos de eficiência energética considerando as falhas no fluxo de informação entre os agentes envolvidos. Por fim são apresentadas diretrizes para a inserção dos requisitos de eficiência energética no processo de projetos de aeroportos.

Palavras-chave: Processo de projeto. Gestão da informação. Eficiência energética.

SCHEIDT, Fernanda S.S. **Information management in the design stage for the improvement of energy efficiency of airport buildings.** 2010. 100 f. Dissertation (Master in Building Engineering and Sanitation) –Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

ABSTRACT

This work discusses the management of information at the design stage for the consideration of requirements for energy efficiency in complex building projects. It reports a case study in airports' building design. The challenge of consistent energy efficiency programs is to foster the understanding of the opportunities in which the rational and efficient use of energy are not restricted solely to electrical systems, but cover all the occasions in which they are technically possible and economically viable in the energy chain until the end use. The construction market is diversified and complex. The sector is characterized by a fragmented production chain and lack of integration among stakeholders. The consideration energy efficiency requirements increases the complexity of the product development process in construction. It is necessary, then to develop management tools for supporting the designer on the analysis of constraints and tradeoffs at product development stage, and at the same time to add more value to the product, from the point of view of both the client and the environment. This study is focused on the analysis of the design process of airports' buildings developed by one of the design firms from Londrina city. The decision to examine airports designs is due to the fact that they are characterized by complexity, have high energy consumption and high environmental impact. Based on literature review, some constructs and variables have been identified, in order to guide data collection and the mapping of the PDP (Product Development Process) in a case study. The data sources consisted of a series of documents, electronic files and semi-structured interviews with a designer, responsible for the design of the airport of Joinville-SC, which is the object of this study. The results consist of the critical analysis of PDP and identification of shortcomings in the airport project concerned to the integration of energy efficiency requirements considering the flaws in the flow of information among those involved. Finally, some guidelines are presented for the integration of energy efficiency requirements identified from the literature review in the design of airports buildings.

Keywords: Process design. Information management. Energy efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema aeroportuário.....	19
Figura 2 - Projeto como conversão.....	26
Figura 3 - Projeto como gerador de valor.....	27
Figura 4 - Projeto como fluxo.....	28
Figura 5 – Mapeamento do processo utilizado por Tzortzopoulos (1999), explicitando as etapas do processo de projeto, intervenientes e grau de envolvimento no processo.....	34
Figura 6 – Equação para cálculo do índice de eficiência energética em edificações.....	51
Figura 7 – Esquema do processo de certificação Aqua.....	55
Figura 8 – Estrutura de avaliação do programa de Certificação Aqua-HQE.....	56
Figura 9 – Critérios de análise de edificações da meta 4 do Programa Aqua-HQE.....	56
Figura 10 – Mapa de construtos e variáveis do estudo.....	58
Figura 11 – Delineamento do método de pesquisa.....	60
Figura 12 – Clientes envolvidos no processo e a relação entre eles.....	66
Figura 13 – Macro mapeamento do processo de projeto de um aeroporto.....	69
Figura 14 – Identificação das lacunas relacionadas à aplicação da eficiência energética em projetos de aeroportos.....	87

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADAERO	Empresa responsável pela administração de aeroportos
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CGIEE	Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética
CINDACTA	Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo
COMAR	Comandos Aéreos Regionais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
DAC	Departamento de Aviação Civil
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
HQE	<i>Haute Qualité Environnementale</i>
IAC	Instituto de Aviação Civil
IAB	Instituto dos Arquitetos do Brasil
IATA	International Air transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
LABEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
MFV	Mapa de Fluxo de Valor
PDIR	Plano Diretor Aeroportuário
PDITS	Planos de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável
PDP	Processo de Desenvolvimento do Produto
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia

QFD	<i>Quality Function Deployment</i> (Desdobramento da Função Qualidade)
RAP	Relatório Ambiental Prelimina
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SERAC	Serviço Regional de Aviação Civil
SERENG	Serviço Regional de Engenharia
SGIA	Sistema Gerenciador de Informações Aeroportuárias
SIE	Subdepartamento de Infra-Estrutura do DAC
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SRPV	Serviço Regional de Proteção ao Vôo
TI	Tecnologia da Informação
TPS	Terminal de Passageiros
TFV	Transformação, Fluxo, Valor
UEL	Universidade Estadual de Londrina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.1.1	A Complexidade e o Projeto de Aeroportos	18
1.2	QUESTÃO DE PESQUISA	19
1.3	OBJETIVO	20
1.4	PROPOSIÇÃO	20
1.5	DELIMITAÇÃO DO TEMA DE PESQUISA	20
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	21
2	PROCESSO DE PROJETO	23
2.1	A NATUREZA DO PROCESSO	23
2.2	O PROCESSO DE PROJETO NO PDP E SUAS ABORDAGENS	24
2.2.1	O Projeto como Transformação	26
2.2.2	O Projeto como Geração de Valor	27
2.2.3	O Projeto como Fluxo	28
2.3	O MAPEAMENTO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES	30
2.3.1	O Conceito de Informação	31
2.3.2	Gestão de Informações	32
2.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE PROCESSO DE PROJETO	35
3	REQUISITOS	37
3.1	O QUE SÃO REQUISITOS	37
3.2	GESTÃO DE REQUISITOS	37
3.2.1	Valor	38
3.2.2	Satisfação do Cliente	39
3.2.3	Clientes	40
3.3	FERRAMENTAS DE IDENTIFICAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE REQUISITOS	41
4	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	44
4.1	O PANORAMA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	44
4.2	ESTUDOS DESENVOLVIDOS NO CAMPO DAS EDIFICAÇÕES	45
4.3	A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM O ENFOQUE DE REQUISITO	47

4.4	NORMAS E LEIS RELACIONADAS À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES	48
4.5	IDENTIFICAÇÃO DOS REQUISITOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES ...	49
4.5.1	Programa de Etiquetagem Voluntária de Edificações.....	50
4.5.2	Sistema de Avaliação Ambiental LEED	52
4.5.3	Sistema Aqua – HQE.....	54
4.6	MAPEAMENTO DE CONSTRUTOS E VARIÁVEIS	57
5	MÉTODO DE PESQUISA.....	60
5.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA	60
6	ESTUDO DE CASO DE CARÁTER EXPLORATÓRIO.....	63
6.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	63
6.2	CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....	63
6.3	COLETA DE DADOS.....	65
6.4	OS AGENTES ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE PROJETO DO AEROPORTO	66
6.5	O MACRO MAPEAMENTO DO PROCESSO DE PROJETO.....	67
6.5.1	Identificação da Necessidade de Implantação de um Aeroporto.....	70
6.5.2	Definição do Sítio.....	71
6.5.3	Diretrizes Gerais de Projeto.....	73
6.5.4	Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental	74
6.5.5	Elaboração do PDIR.....	75
6.5.6	Requerimento Para a Construção	77
6.5.7	Análise Prévia ao Desenvolvimento do Projeto	78
6.5.8	Licitação do Projeto	80
6.6	VALIDAÇÃO DOS DADOS LEVANTADOS.....	82
6.7	ANÁLISE DAS ETAPAS DO PROCESSO MAPEADO E A INSERÇÃO DOS REQUISITOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	82
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
7.1	RESULTADOS ALCANÇADOS	85
7.2	PRINCIPAIS CONCLUSÕES	88
7.3	DIRETRIZES PARA INSERÇÃO DE REQUISITOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO PROCESSO DE PROJETO DE AEROPORTOS.....	91

7.4	SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS	92
8	BIBLIOGRAFIA	93
8.1	BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA	93
8.2	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	99

1 INTRODUÇÃO

O sucesso econômico das empresas está ligado diretamente à capacidade de identificação das necessidades dos clientes e criação de produtos capazes de satisfazê-las a um custo de produção relativamente baixo.

Para tanto, o gerenciamento e controle sobre as atividades de desenvolvimento do produto tem se tornado um ponto focal devido ao aumento da competitividade entre empresas e mercados mais exigentes e fragmentados.

Para Ulrich e Eppinger (2000) o Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP) diz respeito ao conjunto de atividades interdisciplinares que se iniciam com a identificação de requisitos do cliente e terminam com a entrega do produto fabricado ao cliente, passando pela concepção, projeto e fabricação. Assim, o processo de desenvolvimento do produto é multidisciplinar, envolvendo uma série de profissionais com diferentes formações.

Codinhoto (2003) discute as várias definições para o processo de desenvolvimento do produto apresentadas por diferentes autores e conclui que há consenso em torno da idéia de que o produto é desenvolvido em fases e que existe uma fase preliminar de planejamento estratégico e compreensão do mercado.

Em ambientes altamente competitivos, o processo tradicional de desenvolvimento do produto tem se mostrado ineficiente, devido ao reconhecimento tardio das necessidades dos clientes. Esse processo tradicional caracteriza-se pelo desenvolvimento na forma seqüencial, iniciando-se pelo projeto arquitetônico, seguido do detalhamento e dos projetos complementares, com pouca interação entre os envolvidos e, principalmente, com pouca ênfase na identificação, priorização e gestão dos requisitos dos clientes.

Koskela e Huovila, (1997) apontam que o valor agregado ao produto pode ser incrementado através da redução do tempo de execução do empreendimento ou redução dos custos devidos às atividades que não agregam valor ao produto final, como atividades de transporte, inspeção e esperas ou estoques. Essas atividades são consideradas como perdas no processo de desenvolvimento de um produto à medida que geram custos adicionais e não agregam valor ao produto final.

Estas perdas podem ser reduzidas através da adoção de estratégias como a análise rigorosa dos requisitos e necessidades junto aos clientes, a sistematização da coleta destes requisitos e maior interação entre os agentes envolvidos no processo.

Geralmente, o PDP tem início no planejamento realizado de maneira inadequada (CODINHOTO,2003). Isso faz com que as fases subseqüentes sejam alimentadas com informações inconsistentes, causando perdas no processo de agregação de valor ao produto. Soma-se a isso o desalinhamento entre a estratégia, o mercado e o produto. Muitas decisões de projeto são tomadas durante a execução do produto por pessoas que usualmente não participaram do desenvolvimento do projeto, tornando o processo de tomada de decisão não rastreável.

A consideração dos **requisitos de eficiência energética** no processo de desenvolvimento de produtos na construção civil é uma demanda nova para esse mercado, que aumenta ainda mais a complexidade do processo. Torna-se necessário, então, buscar instrumentos gerenciais que auxiliem o projetista a analisar as restrições e *trade offs*¹ na etapa de desenvolvimento do produto, ao mesmo tempo em que se considera a agregação de mais valor ao produto, tanto sob o ponto de vista do cliente como do meio ambiente. O problema de pesquisa abordado nesse trabalho consiste, então, na gestão de requisitos na etapa de projeto visando à eficiência energética em projetos de obras complexas.

1.1 JUSTIFICATIVA

Segundo Kornevall (2008), os edifícios são responsáveis por 40% da energia utilizada na maioria dos países e podem, portanto, dar uma grande contribuição para a redução do consumo energético e, conseqüentemente, para a regressão das alterações climáticas. Existe conhecimento e tecnologia para reduzir

¹ **Trade-off** ou **tradeoff** é uma expressão que define uma situação em que há conflito de escolha. Ocorre quando se abre mão de algum bem ou serviço distinto para se obter outro bem ou serviço distinto. Um trade-off se refere, geralmente, a perder uma qualidade ou aspecto de algo, mas ganhando em troca outra qualidade ou aspecto. Isso implica que uma decisão seja feita com completa compreensão tanto do lado bom, quanto do lado ruim de uma escolha em particular (Wikepedia,2009).

a utilização energética enquanto se aumenta os níveis de conforto da edificação. No entanto, a possibilidade de substituir sistemas construtivos e materiais causadores de grande impacto energético envolve disponibilidade de informações técnicas e de custos, questões culturais dos clientes e integração do processo decisório.

É vital que a eficiência energética seja transversal a todos os níveis sociais e não seja restrita a propriedades mais sofisticadas. No entanto, é impossível desenvolver uma simples solução para todos os mercados e culturas (KORNEVALL, 2008).

O setor da construção civil é caracterizado pela fragmentação e falta de integração entre os diversos agentes da cadeia produtiva (KORNEVALL, 2008), o que representa uma das maiores barreiras à eficiência energética em edifícios (KORNEVALL, 2008).

Além disso, não existe a cultura de integração no que diz respeito à gestão de projetos na construção civil. A dificuldade permanece no momento de compatibilização dos projetos e escolha da rede de fornecedores envolvidos no processo de desenvolvimento do produto.

O custo de uma construção ambientalmente correta não difere tanto de um empreendimento usual (JOHN, 2008). Além disso, as vantagens da eficiência energética vão além da questão financeira. Não deixa de ser um desafio, que estará agregando valor à obra.

No entanto, Mascaró (2006) aponta que as relações entre as decisões de projeto e o custo total do edifício são muito pouco conhecidas, mas elas existem e são muito claras. O desconhecimento da influência relativa de cada uma das variáveis no custo total da obra faz com que, diante de limitações orçamentárias, sejam efetuadas limitações e economias em todos os itens possíveis, ação que resulta muitas vezes em perdas de qualidade mais significativas do que a economia obtida (MASCARÓ, 2006).

No que se refere à análise da relação de custos com os requisitos de redução do consumo energético, alguns aspectos relevantes merecem ser citados como o gasto de energia incorporado aos materiais devido ao volume de produção, distância e meio de transporte. Também é importante a quantidade de energia ou material necessária para cumprir determinada função, lembrando que diferentes

materiais apresentam diferentes durabilidades (vida útil) em diferentes ambientes. Assim, a elevada durabilidade pode compensar o consumo energético e vice-versa.

Mas o consumo de energia pode ser ainda maior na fase de uso das edificações. No Brasil, estima-se que as edificações são responsáveis por 48% do consumo de energia elétrica, considerando-se os setores residenciais e comerciais. As estatísticas mostram que o potencial de conservação em prédios já construídos pode ser de até 30%, chegando a 50% em prédios novos (ELETROBRAS, 2003).

Os aeroportos estão entre aqueles que consomem mais energia, devido à infra-estrutura necessária. Responsáveis pelo setor de manutenção do Aeroporto Internacional Afonso Pena (Curitiba-PR) e Salgado Filho (Porto Alegre-RS) afirmam que 50% do consumo energético são atribuídos ao sistema de condicionamento de ar dos terminais, 35% do consumo é atribuído à iluminação e os 15% restantes correspondem ao consumo de equipamentos como escadas rolantes, *fingers*, esteiras e elevadores².

Estudos da Siemens Building Technologies (SBT) apontam que nesta tipologia de edificação uma gestão energética eficiente pode levar a uma economia de até 40% conforme experiência realizada no aeroporto de Stugard, Alemanha (SBT, 2007).

No presente trabalho serão analisados projetos aeroportuários que, de acordo com Wood e Gidado (2008), podem ser considerados projetos de grande complexidade.

Rodrigues (2006) pondera que não há uma definição clara sobre o que caracteriza empreendimentos complexos. Trata-se de um termo usado frequentemente ao discutir projetos de edificações, devido ao elevado número de elementos, ou seja, pela diversidade de recursos empregados e de conhecimento requerido e pelo grande número de inter-relações entre as diferentes partes (WOOD; GIDADO, 2008). Projetos de edificações nascem em ambientes complexos e dinâmicos, o que gera elevados graus de incerteza e riscos.

Wood e Gidado (2008) expõem o resultado de diversas entrevistas com especialistas da indústria da construção nas quais o objetivo foi caracterizar os

² Dados obtidos em entrevistas com profissionais da Infraero durante o processo de coleta de dados desta pesquisa.

empreendimentos complexos. Segundo os autores estes empreendimentos possuem as seguintes características:

- a) existem muitos sistemas diferentes que necessitam trabalhar juntos e um grande número de interfaces entre os elementos;
- b) o empreendimento envolve trabalhos de construção em ambientes confinados, com dificuldade de acesso e requer grande quantidade de mão de obra trabalhando concomitantemente;
- c) há grande dificuldade em alcançar os objetivos almejados;
- d) requer coordenação eficiente, controle e monitoramento do início ao fim do empreendimento e;
- e) há uma série de revisões e modificações durante a execução do empreendimento.

1.1.1 A Complexidade e o Projeto de Aeroportos

Horonjeff (1975) considera o aeroporto uma obra extremamente complexa, à medida que envolve uma ampla gama de atividades diferentes e, às vezes, conflitantes. Além disso, essas atividades são interdependentes, portanto uma delas pode limitar a capacidade do complexo por inteiro.

A figura 1 apresenta um esquema do sistema aeroportuário que envolve alguns componentes principais: zona aeronáutica e a zona urbana. Os terminais estabelecem a fronteira entre estes componentes.

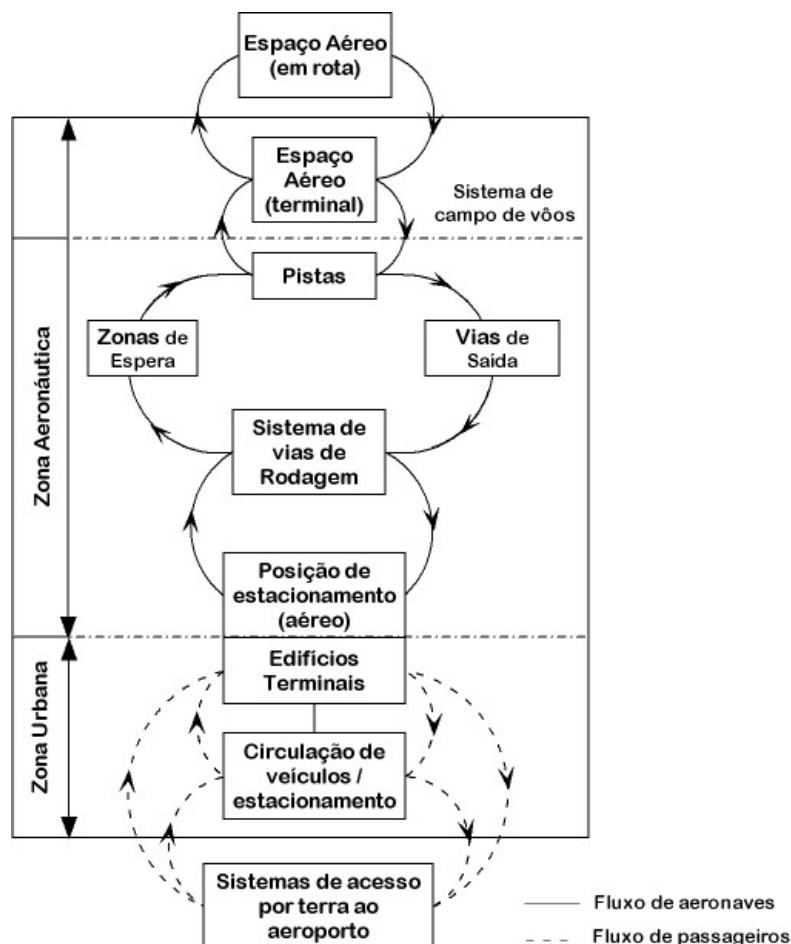


Figura 1 - Sistema aeroportuário.

Fonte: Adaptado de Horonjeff (1975).

Dentro deste sistema, as características dos veículos, tanto aéreos como terrestres, têm uma grande influência na organização. Para o passageiro e para o transporte de mercadorias interessa primordialmente o tempo de deslocamento no terminal e não somente a duração do trecho aéreo. Por esta razão, o acesso ao aeroporto, ou seja, a incorporação das atividades de um aeroporto na estrutura urbana também deve ser considerada no processo de projeto.

1.2 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão principal a ser respondida é:

Como considerar requisitos de eficiência energética no processo de tomada de decisões em projetos aeroportuários?

A questão principal demanda a formulação de algumas questões intermediárias:

- 1) quais decisões afetam a eficiência energética de edificações?
- 2) quais são os requisitos de eficiência energética em edificações?
- 3) em que momento e de que forma os requisitos de eficiência energética podem ser incorporados no processo de projeto?

1.3 OBJETIVO

Propor diretrizes para a gestão de requisitos de eficiência energética na gestão de projeto de edificações e retrofits com ampliação de área de aeroportos de grande porte.

1.4 PROPOSIÇÃO

Ferramentas voluntárias de certificação ambiental e energética geram informações suficientes para a aplicação de requisitos de eficiência energética na etapa de projeto de aeroportos.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA DE PESQUISA

O impacto da construção de um aeroporto vai muito além dos altos índices de consumo de energia, atingindo os meios ambiental, social e econômico de determinada região. O presente trabalho se restringe à questão de eficiência

energética, uma vez que os impactos gerados por tal construção formam uma rede extensa de inter-relações.

O trabalho não tem por objetivo analisar o comportamento dos requisitos de eficiência energética nas edificações. Cabe aqui apenas a identificação destes requisitos, para que os mesmos sejam considerados no processo de projeto, apontando que a construção de edificações pode ter melhoria da eficiência energética não somente baseada na especificação de materiais.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está organizado em sete capítulos, sintetizados a seguir.

O presente capítulo apresenta uma introdução que aborda a importância do gerenciamento e controle sobre as atividades de desenvolvimento do produto na fase de projeto, assim como aponta ineficiências observadas neste processo, o que justifica a realização deste trabalho. O capítulo 1 ainda apresenta uma visão geral do trabalho proposto através das questões de pesquisa, objetivos, proposição e delimitação do tema de pesquisa.

O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica sobre os pontos mais importantes do processo de projeto, sua natureza e suas abordagens. Estudando o processo de projeto sob a ótica do fluxo de informações, este capítulo também apresenta uma breve revisão sobre técnicas de mapeamento do fluxo de informações e alguns conceitos importantes para o entendimento do processo de gestão da informação.

No capítulo 3 é abordado o conceito de requisitos, o processo de gestão destes e algumas ferramentas de auxílio à gestão de requisitos.

No capítulo 4 é feita uma revisão bibliográfica acerca da eficiência energética em edificações, abordando o panorama atual e comentando estudos já desenvolvidos neste campo. Direcionando o trabalho aos objetivos, o capítulo 4 também trata da eficiência energética com enfoque de requisito e por fim, apresenta uma análise dos programas de certificação relacionados à eficiência energética que estão em aplicação no Brasil, visando a identificação dos requisitos de eficiência

energética em edificações. O capítulo fecha com o mapeamento dos construtos e variáveis identificados a partir desta análise.

O capítulo 5 apresenta o delineamento da pesquisa e o método adotado, incluindo ferramentas de coleta e análise de dados.

O capítulo 6 apresenta o estudo de caráter exploratório realizado. Tem início com a caracterização do objeto de estudo, seguida da apresentação da coleta de dados com seus resultados. Como resultados, são apresentados o mapeamento dos envolvidos no processo de projeto de um aeroporto, assim como o grau de integração e participação de cada um deles no processo e o macro mapeamento do processo de projeto, com as atividades e o grau de envolvimento de cada interveniente. Além disso, apresenta o estudo das etapas do processo mapeado e uma análise crítica acerca da inserção dos requisitos de eficiência energética em cada uma delas.

Por fim, no capítulo 7 são apresentadas as conclusões e a análise em relação ao objetivo da pesquisa, seguida de sugestões para trabalhos futuros relacionados ao tema.

2 PROCESSO DE PROJETO

2.1 A NATUREZA DO PROCESSO

A natureza do processo de projeto abrange processos intelectuais e gerenciais (TZORTZOPOULOS, 1999).

Para Manzione (2006), a visão do projeto como um processo intelectual (ou criativo) busca compreender como os projetistas pensam e desenvolvem soluções, sugerindo que a discussão do processo possa ser desenvolvida independente dos vários contextos técnicos no qual o projeto é praticado. Sob esta ótica, criatividade e intuição são fatores de grande relevância. A característica chave do processo criativo é a ferramenta do desenho, e com relação a isto Tzortzopoulos (1999, p.11) pondera que “[...] *uma desvantagem em se projetar através de desenhos é que os problemas não são visualmente aparentes e tendem a não chamar a atenção dos projetistas.*”

O processo gerencial identifica e relaciona a prática de projeto dentro do macro processo de gestão de empreendimentos. Assim, o projeto é relacionado a todas as etapas do ciclo de vida do produto, desde as fases iniciais até o acompanhamento do uso e manutenção, visando melhorias na gestão do processo através da identificação das interfaces do projeto com todos os processos envolvidos na concepção do produto final (MANZIONE, 2006).

Koskela (2000) estuda a evolução das práticas de gestão de projetos e divide esta evolução em três períodos históricos: (a) antes da II Guerra Mundial, quando os produtos e processos de produção eram simples, o projeto era generalista e não necessitava de coordenação ou sistematização; (b) após a II Guerra Mundial quando surge a necessidade de agrupamento de especialidades nas indústrias para que o trabalho fosse executado de forma seqüencial, nos moldes de uma linha de produção; (c) após os anos 80, quando o modelo industrial adotou conceito de engenharia simultânea, buscando a redução do tempo de desenvolvimento dos produtos e integração do processo de projeto com o processo de produção.

Para Winch (2001), clientes investem em utilidades que trazem benefícios, e conseqüentemente o retorno do investimento realizado. Para este autor, o mais importante na definição de projeto é entender como esta utilidade é gerada. Para isso, a chave é a análise do processo. Alguns aspectos simbólicos do projeto também são salientados:

- Qualidade da concepção: elegância da forma, articulação espacial e contribuição com a malha urbana;
- Qualidade na especificação: em termos de ajuste e resposta ao desejo do cliente (aspectos funcionais);
- Qualidade da realização: avaliação dos objetivos com relação ao programa e orçamento. Diz respeito ao serviço entregue ao cliente para que ele possa mensurar durante o processo pontos de referência para comparação.

2.2 O PROCESSO DE PROJETO NO PDP E SUAS ABORDAGENS

A literatura fornece diversas definições para o processo de desenvolvimento do produto – PDP (KOSKELA, 2000; ULRICH; EPPINGER, 2000; WINCH, 2001) e dentre elas a mais próxima à indústria da construção é a de Ulrich e Eppinger (2000). Estes autores definem o PDP como um processo pelo qual o produto é concebido, projetado e lançado no mercado, incluindo a fase de retroalimentação das etapas de produção. O processo tem início na percepção de mercado, ou seja, tipicamente envolve: (a) a identificação dos requisitos do cliente, (b) a tradução destes em especificação de projeto, (c) o desenvolvimento de um conceito, (d) o projeto do produto, (e) a validação do produto, (f) o lançamento no mercado e, (g) por fim, a coleta e disseminação de informações para retroalimentação do processo.

Assim como na indústria da manufatura, não existe consenso da nomenclatura, número e escopo das fases do PDP na construção civil.

Tzortzopoulos (1999) mostra uma adequação da definição de Ulrich e Eppinger (2000) à indústria da construção civil, apontando que, neste caso, o PDP

pode ser dividido nas seguintes fases: planejamento e concepção do empreendimento, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto executivo, acompanhamento de obra, acompanhamento e uso. Estas etapas são propostas segundo a relação destas com os principais agentes responsáveis do processo.

O projeto é a etapa mais importante do PDP. Formoso (2001) define o projeto de edificações como a união de conhecimentos de diferentes profissionais para a definição de um objeto a ser construído. PMI (2004) define o projeto como um esforço temporário, com a intenção de criar um produto ou serviço exclusivo, apontando que o projeto é elaborado progressivamente e em etapas, realizado por pessoas, com recursos finitos, sendo submetido às fases de planejamento, execução e controle.

A bibliografia aponta um consenso no que diz respeito à necessidade fundamental do entendimento do processo de projeto para o desenvolvimento de melhorias na sua gestão.

Koskela (2000) identifica grandes semelhanças entre o processo de projeto e o processo de produção. O mesmo autor defende o entendimento do processo de projeto como uma combinação de processos de conversão, fluxo e geração de valor. Tal entendimento deu origem à Teoria TFV (Transformação, Fluxo e Valor).

De qualquer maneira, é importante salientar que existem diferenças intrínsecas entre produção física (ou material) e a atividade de projeto, uma vez que: (a) há muito mais interações no projeto do que na produção física; (b) existe muito mais incerteza no projeto do que na produção; (c) o projeto, geralmente, é uma atividade não repetitiva, enquanto a produção envolve, em geral, processos repetitivos; (d) no projeto há dificuldade para determinar quando o trabalho está concluído, enquanto na produção o trabalho é feito ou não é feito; e (e) no projeto os requisitos do cliente são traduzidos em uma solução (de projeto), enquanto na produção esta solução de projeto é realizada (KOSKELA, 2000; TZORTZOPOULOS et al., 2001).

Koskela (2000) argumenta que, apesar do sistema de produção e a prática de projeto apresentarem métodos e práticas diferentes, a teoria TFV (transformação, fluxo e geração de valor) fornece uma base teórica para o projeto.

2.2.1 O Projeto Como Transformação

Na concepção do processo de projeto como uma combinação de processos de transformação, fluxos e valor, a perspectiva da conversão trata o ato de projetar como a transformação de requisitos do cliente em especificações de produto que sejam capazes de atender a estes requisitos. Esta abordagem propõe que o trabalho a ser executado pode ser feito pela subdivisão do todo em partes, onde cada atividade é desempenhada por um especialista. Assim, a melhoria do processo de projeto seria ocasionada pela maior eficiência das partes.

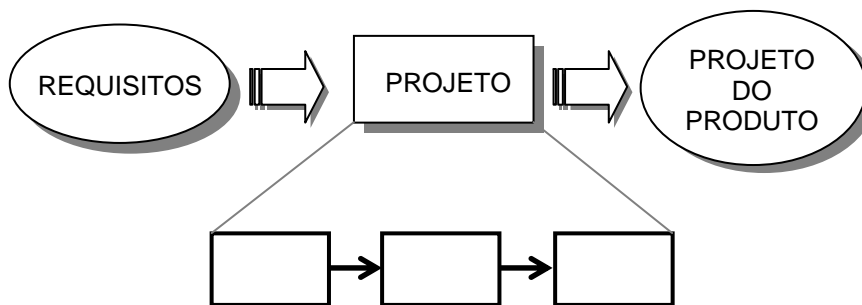


Figura 2 - Projeto como conversão.

Fonte: Koskela e Huovila (1997)

Codinhoto (2003) e Tzortzopoulos (1999) observam fatores limitantes nesta visão, pois ela não explicita a existência de atividades que não agregam valor ao produto, ao longo do processo, como por exemplo, tempos de espera e transferência de informações. Além disso, não há a identificação dos clientes específicos de cada etapa do processo com seus respectivos requisitos.

De maneira geral, estas deficiências influenciam os níveis de controle e comunicação dentro das organizações. Conseqüentemente, os requisitos são captados de maneira inadequada no início do processo, erros de projeto são detectados somente em fases adiantadas, há pouca interação entre membros da equipe de projeto e desperdício de tempo em esperas e troca de informação. Por fim, a combinação de todos esses problemas resulta na baixa qualidade do projeto do produto.

Brito (2001) observa que o modelo de conversão é uma abordagem válida para estabelecer quais tarefas são necessárias no entendimento do projeto. Em contrapartida, não é eficaz na avaliação dos recursos necessários e na averiguação de quais requisitos dos clientes foram adequadamente atendidos.

No entanto, Koskela (2000) reconhece que o modelo de conversão tem prevalecido na prática de projetos. O resultado disso é a ênfase na busca de ferramentas e métodos que propiciem aumento da produtividade das tarefas individuais, fortemente focadas na resolução de problemas e tomada de decisões. Apesar de necessárias, tais medidas não são suficientes para garantir maior agregação de valor ao produto e também não implicam no aumento da eficiência do processo coletivo, característico do processo de projeto.

2.2.2 O Projeto Como Geração de Valor

Esta abordagem enfatiza o valor gerado pelo projeto para os seus clientes. Pode ser entendido como a conversão de requisitos no projeto de um produto.

Segundo Koskela (1997), o conceito “valor” para o cliente significa o atendimento dos seus requisitos e necessidades, e consiste basicamente no desempenho adequado dos produtos e na ausência de falhas.

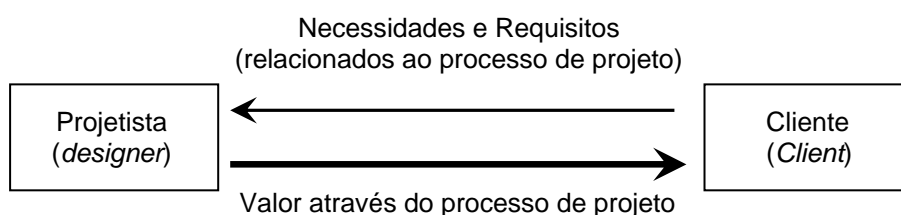


Figura 3 - Projeto como gerador de valor.
Fonte: Koskela e Huovila (1997)

Desta forma, a eficácia do projeto passa a ser dependente do valor máximo que possa ser agregado ao produto. As perdas de valor durante o processo devem ser extintas através de mecanismos eficazes de identificação dos requisitos e

necessidades dos clientes, não somente na etapa inicial, como durante todo o processo de desenvolvimento do projeto.

2.2.3 O Projeto como Fluxo

A abordagem do projeto como fluxo deriva dos conceitos de gestão da qualidade e considera a informação como principal *input* de projeto. Koskela e Huovila (1997) entendem que, no processo de projeto, a informação flui através da realização das atividades. Assim, esta abordagem está focada no caminho que a informação percorre até a conversão em projeto (figura 04), considerando atividades de transporte, espera e inspeção destas informações.

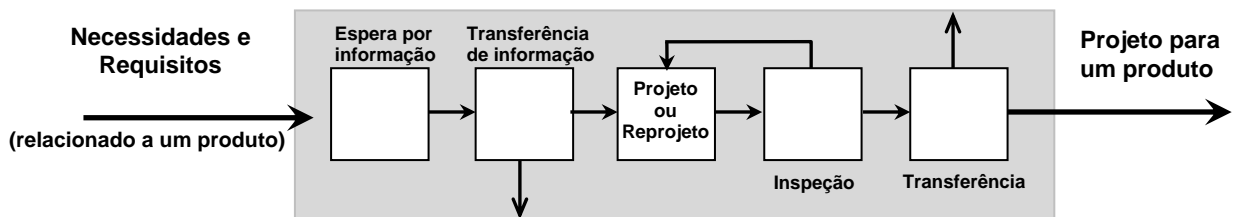


Figura 4 - Projeto como fluxo.

Fonte: Huovila et al. (1997)

Ao equiparar o processo de projeto ao de produção, Huovila et al. (1997) consideram que no processo de projeto somente as atividades de conversão podem ser consideradas como agregadoras de valor. Desta forma, as demais atividades são consideradas como perdas que devem ser eliminadas ou executadas de modo mais eficiente.

A gestão da informação é uma atividade bastante complexa, pois envolve diversos níveis organizacionais, sendo manuseada por muitos usuários. Esta informação apresenta-se sob a forma de fluxo contínuo que adiciona valor aos processos ao longo de suas etapas através da retroalimentação.

No processo de projeto, a tomada de decisão está implícita em todas as tarefas, fazendo da informação o seu principal insumo. A coleta de informações

tem início na identificação dos requisitos (necessidades dos clientes) os quais são transformados em condicionantes de projeto.

Durante o avanço das etapas do processo de projeto, tende-se a reduzir o nível de abstração da informação e aumentar o seu grau de detalhamento. Huovila et al. (1997) afirmam que a redução da incerteza constitui um importante princípio para implementar melhorias no processo de projeto. Para estes autores, as incertezas são causa de retrabalho, e resultam especialmente da desconsideração de informações nas etapas iniciais do processo de projeto.

Diante do exposto fica claro que a sistematização do fluxo de informações para o processo de projeto é condição vital para que se alcance a qualidade do projeto e, conseqüentemente, do produto final - o edifício.

Jacques (2000) pondera que nem sempre é possível a apresentação das informações de maneira bem definida e completa. Além disso, há limitação no que diz respeito à quantidade de informações que um indivíduo é capaz de manipular numa mesma situação.

O setor da construção civil possui algumas características que dificultam ainda mais a formação de um sistema de informação eficiente, como a não continuidade das equipes de trabalho (clientes, projetistas, engenheiros, empreiteiros, operários e fornecedores), a especificidade de cada empreendimento (produto único, com grande volume de informação) e as necessidades internas e externas que provocam alteração no desenvolvimento das atividades (SALES et al, 2003).

Koskela (2000) pondera que os conceitos de transformação, fluxo e geração de valor, apresentados anteriormente, não são alternativos e não competem entre si, muito pelo contrário, se complementam no processo de gestão da produção.

2.3 O MAPEAMENTO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES

Atentar para o valor da informação tornou-se fator chave para o êxito dos negócios e reporta as organizações para a complexa habilidade de gerenciar este recurso, visando alcançar os objetivos estabelecidos através da maior eficiência e eficácia dos processos. Nascimento (1999) aponta a informação como fator indispensável, uma vez que representa agregação de valor ao produto-fim e está presente ao longo dos processos produtivo e empresarial das organizações.

De acordo com Freitas *et al* (1997) a informação é um recurso fundamental em todos os níveis organizacionais (operacional, tático e estratégico). Assim, é importante observar a forma como a informação é trabalhada visando o fornecimento de informações com qualidade no momento em que o usuário estiver envolvido em um processo decisório. Davenport (1994) pondera que a informação pode desempenhar vários papéis de sustentação nas tentativas de tornar os processos mais eficientes e eficazes. Apenas o acréscimo da informação num processo pode, por vezes, levar a melhorias radicais de desempenho. Ela pode ser usada para medir e acompanhar o desempenho de processos, integrar atividades dentro e através de processos, personalizar processos para determinados clientes e facilitar o planejamento e a otimização dos processos a longo prazo.

Muitas vezes, os termos dados e informações são usados indistintamente, quando na verdade designam dois diferentes conceitos. Angeloni (2003) considera os dados, informações e conhecimento como elementos fundamentais para a comunicação e a tomada de decisão nas organizações. Apesar disto a autora esclarece que estes elementos não possuem um significado evidente. São conceitos que se inter-relacionam e apresentam uma difícil diferenciação entre si, ou seja, o que é um dado para um indivíduo pode ser informação e/ou conhecimento para outro. Desta forma, o entendimento de tais conceitos é uma etapa preliminar essencial para o estudo do fluxo de informações no processo de projeto.

2.3.1 O Conceito de Informação

Segundo Davenport (1998, p. 19) dados são "*observações sobre o estado do mundo*". O autor salienta que os dados são incapazes de diminuir o grau de nossas incertezas e não fornecem qualquer base sustentável para a tomada de decisão. Para Angeloni (2003) dados são elementos brutos, desvinculados da realidade e sem significado. No entanto, eles constituem a matéria-prima da informação. Desta forma, dados sem qualidade levam a informações e decisões da mesma natureza.

Sendo o dado considerado a matéria-prima para a informação, Drucker (2001) define a informação como "dados dotados de relevância e propósito". A bibliografia apresenta diversos conceitos para a informação conforme o quadro 1.

Oliveira (1994)	A informação é um instrumento que diminui o grau de incerteza no processo decisório ou que contribua para a estabilização organizacional e funcional de uma unidade econômica.
Bernardes (1996)	Informação é qualquer processamento de dados manipulados na empresa que possua valor para o desenvolvimento de determinado processo.
Bär (1995)	Informação é um produto do processamento de dados, resultante dos fatos do cotidiano da organização procurando viabilizar os sistemas produtivos e gerenciais para os quais é insumo indispensável.
Mcgee & Prusak (1994)	Informação é um conjunto de dados coletados, organizados e ordenados, sendo-lhes atribuído significados e contexto.
Wetherbe (1987)	A informação é o resultado da coleta e organização de dados. Os dados tornam-se informação quando passam a ser a base sobre a qual são tomadas decisões eficientes e eficazes.
Davis (1987)	Informação é um dado que foi processado de forma significativa, cujo valor real é percebido em ações prospectivas ou na tomada de decisão.

Quadro 1 - Conceito de informação.

Fonte: Adaptado de Bernardes (1996) e Nascimento (1999).

No presente trabalho o conceito de informação a ser adotado é o exposto por Nascimento (1999) que considera que:

A informação constitui um recurso organizacional, resultante da ordenação de dados manipulados pelos diversos usuários envolvidos nos processos produtivos de uma empresa, com o objetivo de racionalizá-los e otimizá-los (NASCIMENTO, 1999, p. 17).

Nascimento (1999) aponta que a origem, processamento, utilização e destino das informações no âmbito da construção civil vêm ocorrendo de forma inadequada dentro das organizações. Devido à presença de inúmeros agentes, de formações diferentes, as informações geradas durante o PDP são muito diversificadas e geralmente estruturadas de maneira não integrada, fazendo com que ocorra despreocupação com relação à qualidade das informações geradas.

Ainda sob este aspecto Cruz et al (1998) afirmam que além do fluxo de informações na construção civil ser precário, incompleto, burocratizado e centralizado, o caráter conservador do setor e os baixos investimentos em TI tem retardado uma possível melhoria na geração, transmissão e utilização das informações.

É possível associar a lacuna existente na captação das necessidades dos clientes ao que Marchiori (2002, p.79) nomeia como “paradoxo da informação”, segundo o qual a efetiva recuperação da informação a ser utilizada como entrada do processo depende da habilidade do cliente em explicitar suas demandas de forma coerente e completa, o que de certa forma é contraditório, pois, se o cliente soubesse com exatidão o que deseja e como utilizar esta informação, não contrataria um profissional para lidar com ela (MARCHIORI,2002). Além disso, as demandas se comportam de maneira dinâmica, mudando ao longo do tempo.

2.3.2 Gestão de Informações

Davenport (1998, p. 173) define o gerenciamento da informação como *"um conjunto estruturado de atividades que incluem o modo como as empresas obtêm, distribuem e usam a informação e o conhecimento"*.

Como anteriormente já comentado, na construção civil, a informação percorre diversos níveis e é utilizada por muitos usuários de maneira não integrada, o que torna o processo de gestão de informações uma atividade bastante complexa.

Aouad (1996 *apud* NASCIMENTO; SCHOELER, 1998, p. 2) ressalta a importância da integração das informações no PDP e define integração como “[...] a habilidade de partilhar informações entre os diferentes atores usando um modelo comum desenvolvido dentro de uma estrutura segura e confiável.” Ou seja, o compartilhamento integrado das informações deve ter início na fase de captação das necessidades dos clientes e perdurar durante todo processo de PDP, inclusive na fase de retroalimentação.

De acordo com Damelio (1996), o mapeamento e o uso de fluxogramas tornam o trabalho visível. Esta visibilidade proporciona a melhoria da comunicação e entendimento entre as partes, criando um modelo comum, citado por Aouad (1996), a todos os envolvidos no processo de trabalho.

O mapeamento mostra a combinação específica das funções desempenhadas pelos intervenientes, passos, *inputs* e *outputs* que a organização usa para proporcionar valor aos seus clientes.

Desta forma, a análise do processo através do mapeamento do fluxo de informações não só ajuda a orientar o processo à satisfação dos clientes como proporciona a identificação de ações que podem ser tomadas para redução do tempo de ciclo, redução de erros, redução de custos, redução de fases que não agregam valor ao produto e, como consequência de tudo isto, aumentar a produtividade no PDP.

Neste contexto, Tzortzopoulos (1999) aponta que o uso de fluxogramas proporciona uma representação gráfica simplificada dos processos, mas Damelio (1996) pondera que quanto maior o conhecimento embutido no fluxograma, maior a sua utilidade. Por conhecimento entende-se a habilidade de utilização dos símbolos para representar o que realmente ocorre no processo de trabalho.

Tzortzopoulos (1999) propôs um modelo geral para o processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte, através do qual buscou a vinculação dos princípios de gestão da produção propostos por Koskela (1992). A autora concluiu que um dos passos iniciais para

melhoria do processo de projeto é o desenvolvimento de um modelo geral para o projeto. Esse modelo deve consistir em um plano para o seu desenvolvimento, definindo as principais atividades e suas relações de precedência, assim como os papéis e responsabilidades dos principais intervenientes do processo e o fluxo principal de informações. A figura 5 mostra um exemplar do mapeamento utilizado por Tzortzopoulos (1999).

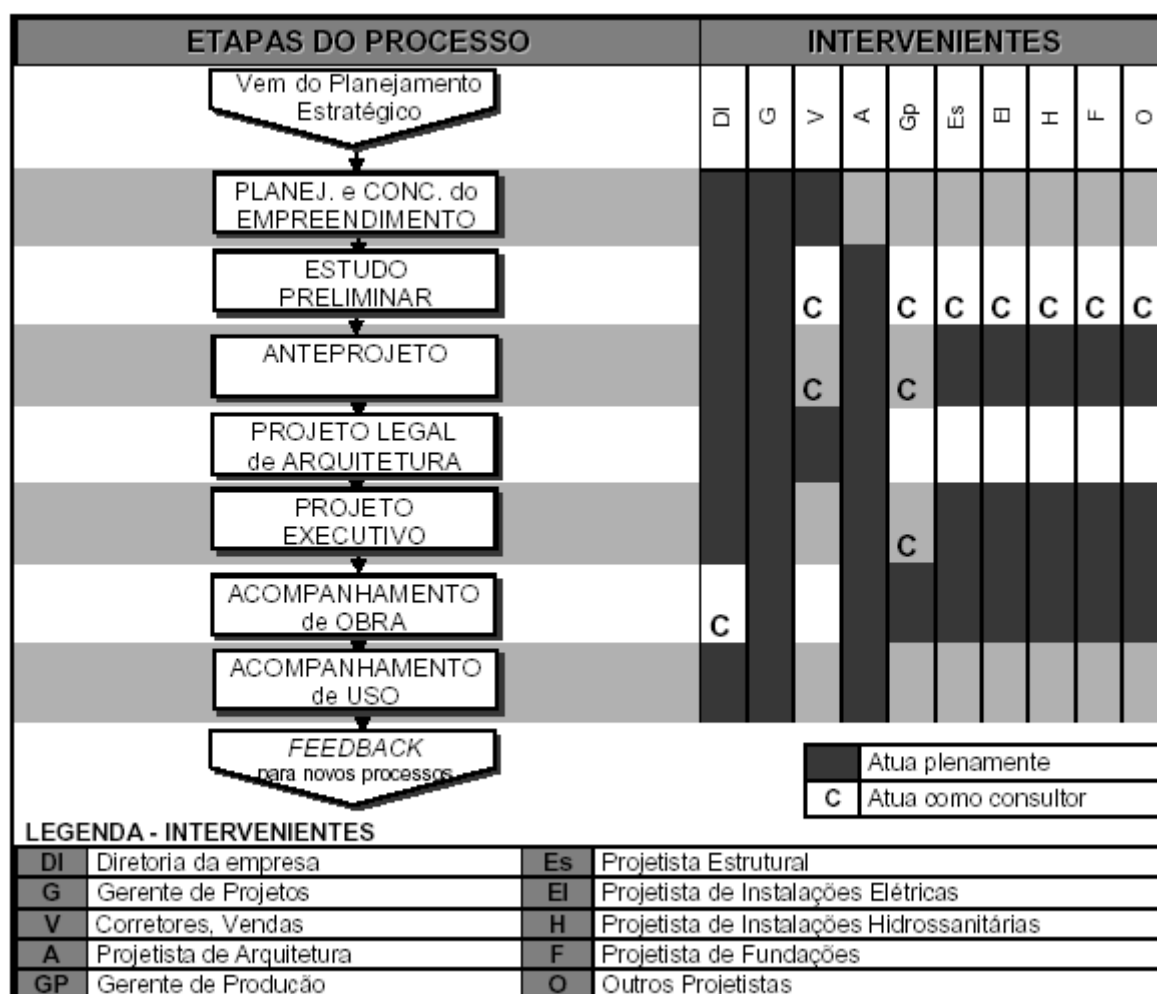


Figura 5 – Mapeamento do processo utilizado por Tzortzopoulos (1999), explicitando as etapas do processo de projeto, intervenientes e grau de envolvimento no processo.

Fonte: Tzortzopoulos, 1999.

O Mapa de Fluxo de Valor (MFV) é outra ferramenta já adaptada à esfera da construção civil utilizada para mapeamento de processos (FONTANINI, REIS, 2004; TAKINAMI, 2009). O MFV é o processo prático de documentar o fluxo

da cadeia de valor, considerando todos os passos do processo de fabricação/concepção do produto, tanto os que adicionam valor (transformam ou modificam) como os que não adicionam valor (espera, movimentação, armazenagem etc.), desde a recepção da matéria-prima até a entrega ao cliente.

Pizzol (2003) aponta o MFV como uma forma simples de visualização da cadeia de valor, composta pelo fluxo de processos, materiais e informações. A utilização desta ferramenta fornece subsídios para a identificação de desperdícios nos processos, bem como suas fontes, auxiliando desta forma a tomada de decisão de forma mais lógica e enxuta.

2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE PROCESSO DE PROJETO

A atividade de projeto é desenvolvida por um agrupamento de indivíduos com diferentes formações os quais, conseqüentemente, utilizam sua linguagem própria. Este é um aspecto que propicia problemas de comunicação entre os intervenientes. Em muitos casos, os projetistas também pertencem a diferentes organizações, trabalhando fisicamente separados, o que agrava a segmentação do processo.

Gerência de Projetos é concebida como a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto, buscando atender às necessidades e expectativas das partes envolvidas. Gerenciar um projeto envolve o equilíbrio entre demandas concorrentes (PMI, 2004):

- a) Identificação das necessidades;
- b) Estabelecimento de objetivos claros e alcançáveis;
- c) Balanceamento das demandas conflitantes de qualidade, escopo, tempo e custo;
- d) Adaptação das especificações, dos planos e da abordagem às diferentes preocupações e expectativas das diversas partes interessadas.

A terceirização dos projetos é hoje uma prática comum, que, em geral, não é acompanhada de um processo gerencial que garanta a integração entre as várias decisões tomadas em cada um dos projetos (FABRICIO, 2002). A necessidade de integração no gerenciamento de projetos fica evidente nas situações em que os processos individuais interagem (PMI, 2004).

Tzortzopoulos (1999) aponta como os principais tópicos a serem abordados, visando à melhoria do processo de projeto: a consideração da maneira através da qual são analisados os requisitos do cliente ao longo do projeto, considerando-se a forma pela qual é desenvolvida a solução de projeto; o fluxo de informações; e as necessidades de cada cliente interno ao longo do desenvolvimento do projeto. A análise destes tópicos pode fornecer importantes subsídios que possibilitam o planejamento efetivo do processo de projeto.

3 REQUISITOS

3.1 O QUE SÃO REQUISITOS

Kamara *et al.* (2000, *apud* MIRON, 2002, p.16), apontam que os requisitos do cliente correspondem às funções, atributos e demais características do produto ou serviço requerido por um cliente. Assim, os requisitos se referem às expectativas e necessidades do cliente final, bem como de outros clientes (internos e externos ao processo).

Miron (2002) define o cliente final como os consumidores e usuários de um produto, para os quais será orientado o foco da gestão dos requisitos, salientando que, no caso do produto edifício, os requisitos incluem além de aspectos técnicos, aspectos fisiológicos, psicológicos e sociológicos.

De acordo com Miron (2002), o foco sobre as necessidades dos clientes, também tratado por vários autores como geração de valor para o cliente (WOODRUFF, 1997, KOSKELA,2000), tem demandado uma visão mais ampla sobre as atividades necessárias ao desenvolvimento de um produto.

3.2 GESTÃO DE REQUISITOS

De acordo com Koskela (2000), o desenvolvimento de soluções de projeto mais adequadas às necessidades dos clientes decorre das definições dos estágios iniciais de concepção, responsáveis por gerar valor às fases posteriores do processo. Neste contexto, nos projetos de edificações, observa-se grande dificuldade na definição e utilização de informações inerentes aos requisitos do cliente.

Koskela e Huovila (1997) ponderam que a necessidade de considerar inúmeros tipos de usuários dificulta a consolidação de um conjunto de requisitos bem definidos. Os mesmos autores ainda apontam que os requisitos previamente identificados, muitas vezes acabam não sendo contemplados na

solução final devido às falhas na transmissão de informações, que provocam a perda destes requisitos durante o processo. Huovila e Serén (1998) afirmam que, caso os requisitos não sejam devidamente documentados, poderão ser negligenciados na definição do produto final.

Diante do exposto, se faz necessário o entendimento de alguns conceitos fundamentais para a gestão de requisitos, abordados a seguir.

3.2.1 Valor

O conceito de valor é discutido em várias áreas do conhecimento e pode variar de acordo com o contexto no qual está inserido.

Woodruff (1997) define valor ligando o conceito à experiência de uso, visando o atendimento dos objetivos e propósitos do cliente. Para o autor, valor é entendido como a percepção e avaliação do cliente resultantes dos atributos do produto e o desempenho destes em situações de uso. Woodruff (1997) esclarece, ainda, que a percepção do cliente envolve os *tradeoffs* entre os benefícios e sacrifícios que o produto proporciona.

Sob semelhante ponto de vista, Saliba e Fisher (2000), Ulaga e Chacour (2001) definem valor como a percepção do cliente resultante dos *tradeoffs* entre os benefícios e sacrifícios na aquisição e no uso do produto, considerando as alternativas oferecidas pelos competidores.

Butz e Goodstein (1996) afirmam que o conceito de valor inclui uma ligação emocional estabelecida entre o cliente e o fornecedor do produto, na qual o cliente, após o uso do produto ou serviço, avalia se este proporciona ou não valor.

Diante do exposto, observa-se alguns pontos de convergência entre as definições de valor, que dentro do contexto deste estudo, permitem definir valor como uma percepção do cliente com relação aos atributos e desempenho do produto ou sensação de satisfação que o cliente tem com relação ao uso deste produto. A medida deste valor decorre da necessidade de realização de *trade offs* entre os benefícios obtidos e sacrifícios requeridos pelo cliente.

Cabe salientar que se a atribuição de valor envolve percepção (questões ligadas ao emocional), trata-se de um processo subjetivo e de caráter dinâmico no que diz respeito à medida do valor, uma vez que a percepção de valor pode ser diferente antes, durante e depois do consumo do produto (WOODRUFF et al, 1993).

3.2.2 Satisfação do Cliente

Evrard (1995) traça um breve histórico do conceito “satisfação dos clientes”. De acordo com este autor, estudos nesta área tiveram início na década de 70, quando se deram os primeiros movimentos de defesa do consumidor. Nesta época as empresas possuíam uma preocupação maior com o comportamento do comprador do que com aquilo que se passava após a compra. A partir dos anos 80, surgiu a preocupação da satisfação frente ao consumo de produtos e serviços, ou seja, percebeu-se que o processo de satisfação não acaba no ato da compra. Desta forma, ficou claro que a satisfação era uma variável chave para desencadear a fidelização de clientes através da recompra e promoção do marketing boca a boca e propaganda.

A partir daí, a satisfação torna-se objeto de estudo em duas principais esferas: na esfera acadêmica, onde há a preocupação em estabelecer conceitos e compreender os processos de formação da satisfação, enquanto no âmbito empresarial as atenções voltam-se para a medida dos níveis de satisfação (EVRARD,1995).

Através de uma série de entrevistas realizadas, Woodruff et al. (1993) listam as mais importantes características do conceito de satisfação:

- a) Para o consumidor, o conceito de satisfação está relacionado ao valor;
- b) O julgamento da satisfação envolve comparação com algum padrão;
- c) O julgamento da satisfação também difere no que diz respeito ao grau de conteúdo emocional envolvido.

3.2.3 Clientes

De acordo com Whiteley (1992) a única forma correta e mais rentável de administrar uma companhia é deixar que as necessidades dos clientes dirijam a organização. Através desta conduta, a satisfação do cliente passa a ser o principal foco no PDP. O autor ainda apresenta três passos fundamentais para que as ações estejam alinhadas com as necessidades dos clientes: determinar quem são os clientes, conhecê-los melhor do que eles conhecem a si mesmos e buscar constantemente superar suas expectativas.

No contexto da construção civil, a bibliografia não apresenta consenso no que diz respeito aos clientes envolvidos no PDP. Takinami (2009) salienta que o cliente é aquele que recebe algo de um fornecedor, mas que em alguns momentos esse cliente torna-se fornecedor quando fornece alguma informação ou subproduto. Desta forma, pode-se considerar que as relações cliente-fornecedor durante a realização de um empreendimento são dinâmicas (MIRON, 2008).

Butz e Goodstein (1996) colocam que a identificação do cliente inclui todos aqueles que afetam a decisão de compra, ou seja, o termo “cliente” pode representar um grupo de pessoas ou uma entidade. Isso dificulta a consolidação individual dos requisitos, de modo a unificar os requisitos em um conjunto coerente (KOSKELA, 2000).

Com a finalidade de facilitar a compreensão do conceito de cliente ao longo do trabalho, será adotada a classificação de Whiteley (1992) para os principais clientes de empresas:

- Cliente final: são os consumidores *stakeholders* e partes interessadas.
- Cliente intermediário: são os distribuidores ou revendedores que tornam os produtos e serviços disponíveis para o cliente final. Neste caso são representados pelos promotores destes empreendimentos.
- Clientes internos: são pessoas da organização para quem o trabalho concluído é repassado para que a próxima função seja

desempenhada na direção de servir os clientes intermediários e finais. Nesse trabalho, são representados pelos profissionais integrantes de empresas construtoras bem como pelos demais prestadores de serviço contratados pelas empresas, tais como os projetistas, consultores e empreiteiros.

O guia PMBOK (2004) estabelece que as partes interessadas no projeto são pessoas e organizações ativamente envolvidas no projeto ou cujos interesses podem ser afetados como resultado da execução ou término do projeto. Eles podem também exercer influência sobre os objetivos e resultados do projeto (PMI, 2004).

3.3 FERRAMENTAS DE IDENTIFICAÇÃO DE PRIORIZAÇÃO DE REQUISITOS

Considerando as dificuldades existentes no processo de manipulação de informações, fica clara a necessidade da utilização de ferramentas de auxílio na elaboração e priorização dos requisitos de projeto.

Para tanto, a bibliografia apresenta estudos que citam a utilização do *Quality Function Deployment* (QFD) (LIMA, 2008), da Técnica de Mudge (PANDOLFO, 2001; SELIG, 1993), Análise de Custos por Funções, entre outras.

O método Mudge parte do princípio de que, para efetuar a análise de um processo, não basta conhecer suas etapas. É preciso determinar a importância de cada uma delas para o processo, a fim de melhor atender às necessidades de produção. Pandolfo (2001) define tal técnica como um método de avaliação numérica funcional que visa determinar uma hierarquia entre as etapas. Baseia-se numa análise comparativa entre as etapas, duas a duas, até que todas sejam comparadas entre si.

O QFD foi projetado originalmente para captar a voz do cliente e traduzi-la em um conjunto de parâmetros de projeto que podem ser desdobrados (PRASAD, 1998 apud LIMA, 2008 p.44) ao longo do PDP. Ou seja, o QFD é uma ferramenta que apresenta as necessidades capturadas dos clientes e conduz esta informação ao longo de todo o processo produtivo de maneira a entregar ao cliente

um produto/serviço conforme desejado, produto esse expresso através de requisitos de qualidade. A ferramenta consiste na utilização de matrizes numéricas para a priorização dos requisitos dos clientes captados através de entrevistas e pesquisas.

A Engenharia de Valor é outra ferramenta muito utilizada no processo de produção do produto. De acordo com Giampá (2008), esta metodologia surgiu nos Estados Unidos, na *General Electric*, durante a pesquisa de novos materiais de menor custo e de fácil obtenção para substituição de materiais escassos durante a II Guerra Mundial. Assim a Engenharia de Valor foi formalizada por Lawrence D.Miles, que na época era engenheiro do departamento de compras da GE em 1947. Tal metodologia pode ser entendida como a aplicação sistemática de técnicas de investigação por parte de uma equipe multidisciplinar no sentido de analisar produtos e serviços sob a perspectiva funcional, entendendo-o como um conjunto de funções. Um valor ponderado é atribuído para cada função ou conjunto funcional, permitindo assim a identificação de oportunidades de melhoria e conformidade do produto com os requisitos dos clientes (PINTO, 2008). Csillag (1995, p.59) define Engenharia de Valor como “*o esforço organizado, dirigido para analisar as funções de bens e serviços para atingir aquelas funções necessárias e características essenciais da maneira mais rentável*”, ou seja, a engenharia de valor tem como objetivo permitir a simplificação dos produtos, com custos menores e melhor desempenho.

Apesar da existência de alguns trabalhos desenvolvidos na área, Jacques (2000) afirma que a complexidade do produto edificação e da relação entre todas as suas funções acaba por limitar a utilização de tais ferramentas no PDP no contexto da construção civil. No entanto, a autora pondera que mesmo sendo utilizadas de forma parcial, estas técnicas mantêm sua importância no sentido de possibilitar que muitas variáveis do produto edificação sejam explicitadas, facilitando a compreensão, disseminação e priorização das necessidades dos clientes e seus requisitos.

A identificação e análise dos requisitos dos clientes devem ser feitas o mais cedo possível, para que a tomada de decisão tenha o grau de incerteza reduzido pela qualidade da informação captada através da análise.

Com relação à consideração da eficiência energética na fase de projeto, Lamberts (1997) pondera que o trabalho do arquiteto não deve ser restrito à

elaboração do projeto arquitetônico, mas que este deve possuir conhecimento básico de todos os conceitos relativos ao desempenho energético de edificações, visando tornar possível e eficiente a multidisciplinaridade do projeto.

4 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

É incontestável que a energia é um recurso essencial para a vida humana, para a qualidade de vida dos cidadãos e um dos maiores fatores vinculados ao desenvolvimento sócio-econômico de qualquer nação.

A partir de 1973, com a crise do petróleo, a questão energética tem sido amplamente discutida, pois, além de mover nossa civilização, é antes de tudo uma questão ambiental que compõe junto aos temas água e aquecimento global o rol das grandes causas e efeitos que serão debatidas e polemizadas no século XXI.

A energia não é tratada somente como um bem de consumo, mas está vinculada também à responsabilidade social do uso de um recurso natural escasso, cuja transformação e utilização afetam diretamente o meio ambiente.

O grande desafio dos programas que promovem a maior eficiência energética é fomentar o discernimento de que as oportunidades do uso racional e eficiente de energia não se restringem apenas aos sistemas elétricos, mas abrangem diversos pontos e etapas do processo produtivo.

4.1 O PANORAMA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O macro complexo da construção civil, e os seus produtos, particularmente edifícios, consomem grande quantidade de energia, desde a construção até, e principalmente, a fase de uso.

Na Europa, aproximadamente 50% da energia consumida é usada para a construção e manutenção de edifícios e outros 25% são gastos em transporte (LAMBERTS et al., 2007).

No atual cenário de crescimento econômico, a utilização racional de energia tem potencial de fomentar ainda mais a competitividade entre empresas do ramo da construção civil.

4.2 ESTUDOS DESENVOLVIDOS NO CAMPO DAS EDIFICAÇÕES

No Brasil, na fase de projeto, os estudos no campo da eficiência energética em edificações se resumem à medição desta eficiência em determinadas tipologias, ou simulação de projetos arquitetônicos em programas computacionais.

Em 1986 foi instituído o PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, cujo objetivo é promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, para que os desperdícios sejam eliminados e os custos e os investimentos setoriais sejam reduzidos. Este programa segue o conceito de que a conservação da energia elétrica se traduz na melhoria da sua utilização, sem abrir mão do conforto e vantagens que ela proporciona. A importância desta abordagem é que, em termos de implicações ambientais e considerando a tecnologia hoje disponível, economizar energia é mais barato do que produzi-la (Ministério de Minas e Energia, 2004). Além disso, a economia obtida desta forma se reverte em ganhos ambientais, devido ao menor impacto ambiental ou menor nível de poluição no que diz respeito à geração de energia. Isso ocorre sem que haja qualquer tipo de investimento, somente como um efeito da conscientização das pessoas.

Pode-se dizer que a efficientização, a redução do consumo e combate ao desperdício de energia, é a fonte de produção mais barata e mais limpa que existe (ELETROBRÁS, 2009).

No que diz respeito à legislação, é necessário que o governo brasileiro estabeleça metas e índices de desempenho a serem alcançados, direcionando a indústria da construção civil. Atuando nessa linha de ação, a lei nº 10.295/2001 estabelece no Brasil *“níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética [...] com base em indicadores técnicos e regulamentação específica a ser fixada”*, tanto para máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país, quanto para as próprias edificações.

O Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE é o responsável pelo estabelecimento dos índices e regulamentações para eficiência energética. O comitê é composto por representantes dos seguintes

órgãos: Ministério de Minas e Energia, Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Agência Nacional de Energia Elétrica e por fim, da Agência Nacional do Petróleo. Participam também deste comitê quatro representantes não governamentais sendo que um deles é representante de universidade brasileira (Universidade Federal de Santa Catarina) especialista em matéria de edificação e energia, um representante do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CONFEA; um representante do Instituto dos Arquitetos do Brasil – IAB; e um representante da Câmara Brasileira da Indústria e Construção.

Entre os estudos a serem elaborados pelo comitê, destaca-se a definição de mecanismos de promoção de eficiência energética para edificações. Em termos de edificação, estes estudos objetivam verificar quais mecanismos podem ser utilizados para promover a eficiência energética nas edificações, ressaltando que:

A grande maioria das edificações desperdiça relevantes oportunidades de poupar energia e custos pela não consideração efetiva, desde o projeto arquitetônico, passando pela construção até a utilização final, de importantes desenvolvimentos nas áreas de novos conceitos arquitetônicos, materiais, equipamentos e tecnologias construtivas vinculados à eficiência energética, dentro do entendimento menor de que seus custos são mais elevados, o que raramente é verdadeiro. Na realidade, novos conceitos de projetos sustentáveis indicam, hoje, que há numerosas oportunidades para a integração de elementos naturais com materiais e técnicas construtivas com eficiência energética e menor custo. Quando se concebe um projeto integrado da edificação, ganhos significativos em sustentabilidade podem ser atingidos, tornando extremamente favorável a relação benefício/custo. Da mesma forma, técnicas de restauração de edificações (“retrofits”) permitem aumentar substancialmente a eficiência energética de prédios existentes. (BRASIL. Ministério Minas e Energia, 2002, p. 26).

Com respeito à avaliação da eficiência, os estudos do Comitê Gestor devem também indicar desde a definição do termo edificação até o estabelecimento de requisitos técnicos que deverão ser atendidos para a certificação de sua conformidade.

4.3 A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM O ENFOQUE DE REQUISITO

Fabrizio (2002) observa que a maioria dos empreendimentos de edifícios brasileiros é baseada em um leque restrito de tecnologias e sistemas construtivos. O fato de edificações serem tratadas como produtos únicos sugere flexibilidade para a introdução de inovações. No entanto, verifica-se que, no caso da construção civil brasileira, os canteiros de obra são bastante limitados à variabilidade das soluções técnicas adotadas.

Desta forma, inovações construtivas só são incorporadas quando proporcionam racionalização das construções, o que conseqüentemente desestimula grandes investimentos e mudanças radicais na base técnica do setor.

As inovações podem estar ligadas a materiais e componentes da construção bem como aos métodos construtivos. No que diz respeito a materiais e componentes construtivos, as inovações tecnológicas surgem predominantemente por iniciativa de grandes indústrias, limitando ainda mais a introdução destas na prática construtiva. Farah (1992) (apud FABRÍCIO, 2002), pondera que o processo de mudança é distorcido, pois as inovações não devem ser vistas como mera imposição dos fabricantes, como algo estranho à lógica do processo de construção. Pelo contrário, as necessidades da atividade de construção é que devem definir a viabilidade de determinada inovação.

Estudos mostram que o setor da construção civil, no Brasil, é o maior responsável pelo consumo nacional de energia, depois do setor industrial (LAMBERTS *et al.*, 2007). Desta forma, os projetos devem buscar uma redução neste consumo, e um aumento do uso de fontes renováveis de energia, como alternativa às anteriores. Revela-se, então, a importância da consideração da eficiência energética como um dos critérios principais para o desenvolvimento dos projetos de edificações.

É plausível que a eficiência energética seja enquadrada como requisito na etapa de projeto, à medida que esta agrega valor ao produto, não somente sob ponto de vista ambiental, mas também do cliente final. O uso racional de energia da edificação acaba sendo traduzida em economia monetária para o usuário.

4.4 NORMAS E LEIS RELACIONADAS À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

Devido ao fato de o presente trabalho tratar especificamente de edificações aeroportuárias, foi importante a análise do conteúdo das leis e normas relacionadas à prática de projeto e construção de tais edifícios. Cabe lembrar que existem normas que orientam os profissionais de arquitetura nas áreas de desempenho térmico, iluminação e condicionamento de ar, mas estas não se referem à tipologia de aeroportos em particular.

Nesta vertente existem também leis federais que favorecem a eficiência energética em vários campos. Cabe destacar a Lei nº. 9.991, de 24 de julho de 2000 que dispõe sobre investimentos em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor elétrico e a Lei nº. 10.295/2001 que dispõe sobre metas de eficiência energética em máquinas e aparelhos consumidores de energia.

No caso dos aeroportos, entre as referências de projeto está o Manual de Implementação de Aeroportos, elaborado pelo IAC (Instituto de Aviação Civil). Em um de seus capítulos, o manual aborda a gestão e controle do meio ambiente, com alguns itens relacionados à eficiência na fase operacional dos terminais. Nada consta com relação à etapa de projeto. O próprio IAC recomenda o uso deste manual apenas como referência alegando que as orientações nele constantes não esgotam os assuntos abordados.

Manuais Internacionais também são consultados para a concepção de um aeroporto. A IATA (*International Air Transport Association*) desenvolveu o *Airport Development Reference Manual* que dispõe de ferramentas de auxílio ao zoneamento, pré-dimensionamento das áreas dos terminais de passageiros e de cargas, cálculo de tráfego, entre outras generalidades. Em seu capítulo 2, quando cita a elaboração de um plano diretor para aeroportos, apesar de sempre dar maior ênfase à emissão de gases como o principal impacto causado por esta tipologia, aponta que em termos energéticos os aeroportos causam muito menos impacto do que as pessoas pensam. Para justificar esta colocação, apresenta que a atividade de aviação corresponde a 5% do consumo anual mundial de petróleo e cerca de 12% do abastecimento de petróleo utilizado pelo setor de transportes. Fica claro

então, que estes dados dizem respeito à fase de operação: neste manual não é referenciada nenhuma atitude que possa ser tomada na fase projetual visando à eficiência energética.

Atualmente, surgem ferramentas de apoio aos projetistas no que diz respeito ao desenvolvimento da eficiência energética já na fase de projeto das edificações. A ISO (*International Organization for Standardization*) publicou recentemente a norma ISO 23045:2008 - "*Building environment design - Guidelines to assess energy efficiency of new buildings*" que acentua a importância do processo integrado de concepção dos edifícios, para a melhoria da eficiência energética. Ao fornecer diretrizes relativas à poupança de energia e valores-alvo de eficiência energética, fomenta a prática de projeto de maneira mais consciente com relação à energia.

A Standard ASHRAE 90.1, norma que é a base da análise energética da certificação LEED, na categoria Energia e Atmosfera, também acaba de ser traduzida para o português. A ASHRAE também é a base da Lei de Eficiência Energética 10.295/2001, que gerou o Programa Voluntário para Etiquetagem de Edifícios (Procel Edifica), apresentado no item 4.4.1.

4.5 IDENTIFICAÇÃO DOS REQUISITOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

No cenário internacional, o uso de diretrizes e normas tem sido efetivo no estabelecimento de medidas de eficiência energética em edificações (ELETROBRÁS, 2003). No Brasil, embora as edificações sejam responsáveis por 48% da energia consumida no país, ainda não foram implementadas normas de eficiência energética em edificações (ELETROBRÁS, 2003). No entanto, em 2001, devido a uma crise interna de energia, o governo brasileiro aprovou a lei federal no. 10295, que define a política nacional para a conservação e o uso racional da energia.

O Ministério de Minas e Energia ainda sugere que normas internacionais que abordam a eficiência energética devem ser consultadas e

criticadas, servindo de base para o estabelecimento de mecanismo de promoção da eficiência energética nas edificações brasileiras.

No ano de 2008 foi disseminado no mercado o sistema de certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*). Muitas vezes os processos de certificação são utilizados não somente pela preocupação das construtoras com o meio ambiente, mas também como ferramenta de marketing para atrair os clientes sob o apelo ambiental.

Já existem programas de certificação ambiental, amplamente utilizados em outros países, adaptados à utilização no contexto brasileiro. Pode-se citar o LEED, oriundo dos Estados Unidos e o AQUA, adaptação do HQE utilizado na França. Também está em fase piloto no Brasil o Programa de etiquetagem Voluntária de Edificações. Cabe salientar que estas ferramentas podem ser utilizadas de maneira complementar ao projeto no que diz respeito à avaliação dos requisitos de eficiência energética. Através delas, é possível realizar a apuração dos principais itens relacionados à efficientização da edificação a serem observados na fase de projeto.

4.5.1 Programa de Etiquetagem Voluntária de Edificações

O Programa de Etiquetagem Voluntária de Edificações é uma ferramenta criada no âmbito nacional para análise da eficiência energética de edificações. Ela permite a classificação do nível de eficiência das edificações em uma escala de A (mais eficiente) a E (menos eficiente), e inclui incentivos adicionais para aumento da eficiência ao implementar sistemas como energia fotovoltaica ou co-geração nas construções. A regulamentação para a aplicação desta ferramenta foi elaborada pelo LABEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina através de convênio firmado com a Eletrobrás no âmbito do programa PROCEL EDIFICA.

A ferramenta é de caráter voluntário e está sendo utilizada para etiquetagem de edifícios comerciais, de serviços e públicos que possuem área total útil mínima de 500 m² ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3kV,

incluindo edifícios condicionados, parcialmente condicionados e naturalmente ventilados (LAMBERTS *et al.*, 2007).

A avaliação da edificação é feita com base em três requisitos: (a) eficiência e potência instalada do sistema de iluminação, (b) eficiência do sistema de condicionamento do ar e (c) desempenho térmico da envoltória do edifício.

Todos os requisitos têm níveis de eficiência que variam do A (mais eficiente) ao E (menos eficiente) e são avaliados separadamente. O requisito envoltória do edifício considera a edificação como um todo. Já a avaliação da eficiência do sistema de ar condicionado e do sistema de iluminação é baseada em um pavimento ou conjunto de salas da edificação.

A atribuição de pontuação para cada requisito obedece a pesos diferenciados conforme apresentado na tabela 1.

Requisito	Peso
Sistema de iluminação (DPI)	30%
Sistema de condicionamento de ar (CA)	40%
Envoltória (Env)	30%

Tabela 1 - Critérios para pontuação das edificações no Programa de Etiquetagem Voluntária

Fonte: Cruz (2008).

A classificação geral do edifício é calculada de acordo com a distribuição dos pesos através da equação apresentada na figura 6.

$$\text{Pontuação Total} = 30\% \times \text{iluminação} + 40\% \times \text{Condicionamento de ar} + 30\% \times \text{envoltória}$$

Figura 6 – Equação para cálculo do índice de eficiência energética em edificações.
Fonte: Cruz (2008).

Os programas de simulação computacional auxiliam no desenvolvimento de novas normas de eficiência energética e nos projetos de edificações mais eficientes. O uso de simulação permite também estimar o consumo de energia da edificação a partir das características do envelope e dos materiais que o constituem, sistemas de condicionamento de ar existentes, carga interna instalada e padrões de uso.

A metodologia proposta no programa de etiquetagem voluntária pode ser aplicada em projetos, tendo como base a simulação computacional do desempenho do edifício projetado. Nesta simulação, é obrigatório comprovar que o ambiente interno das áreas não condicionadas proporciona temperaturas dentro da zona de conforto durante 95% das horas ocupadas.

O sistema de iluminação, o sistema de condicionamento de ar e a envoltória da edificação são os três requisitos principais a serem observados durante a prática de projeto. É importante salientar que estes três requisitos se interligam e se desdobram em uma série de itens. O sistema de iluminação, por exemplo, engloba itens como potência da iluminação, posicionamento e quantidade de fontes de luz, entre outros e se relaciona diretamente com a envoltória da edificação no que diz respeito à orientação solar. Assim sendo, a consideração da eficiência energética no sistema de iluminação não estaria apenas relacionada ao engenheiro eletricista responsável, mas ao trabalho conjunto de engenheiros e arquitetos.

A eficiência do sistema de condicionamento por sua vez, é totalmente dependente da envoltória da edificação. A capacidade de a edificação manter ou dissipar calor, não depende somente da utilização de cores e materiais próprios, mas principalmente do estudo da orientação solar, incidência de ventos e sombras na edificação.

4.5.2 Sistema de Avaliação Ambiental LEED

O LEED é uma ferramenta de certificação voluntária reconhecida internacionalmente para o projeto, construção e operação de prédios mais sustentáveis. Foi criado nos EUA em 1993 como projeto piloto para que a indústria da construção pudesse ter um sistema que mensurasse o quanto um projeto é

verde. Através da pesquisa de métricas e sistemas de normas, o USGBC criou o primeiro padrão LEED® em 1998 (versão 1.0). Atualmente a ferramenta encontra-se na versão 3.0 que tem como base a ASHRAE 90.1 (2007) e é adotada pelo US Green Building Council (USGBC), GBC do Brasil e outros conselhos espalhados pelo mundo.

São quatro modelos aplicados no Brasil: LEED-NC (*new construction*), LEED-CS (*core and shell*), LEED-CI (*commercial interior*) e LEED-EB (*Existing Building*).

A pontuação é concedida respeitando sete categorias principais, cada qual com seus pré-requisitos, de acordo com a tabela 2.

Categorias e pontuação LEED		
Categoria de desempenho	Pré-requisitos	Pontos possíveis
Ambientes sustentáveis	1	26
Eficiência da água	1	10
Energia e Atmosfera	3	35
Materiais e recursos	1	14
Qualidade interna do ar	2	15
Inovação e processo de projeto	0	6
Prioridades regionais	0	4
TOTAL	8	110

Tabela 2 - Categorias e pontuação da Certificação LEED v.3.0.

Dados do GBC Brasil apontam que os empreendimentos com selo LEED *Certified* e *Silver* têm gasto de energia 30% menor, em média, que os convencionais. Esta redução pode chegar a 50% no consumo de água, a 90% no gerenciamento de resíduos e a 35% nas emissões de gás carbônico (GBC,2009).

Relacionado à eficiência energética, o item Energia e Atmosfera avalia as edificações de acordo com os seguintes parâmetros:

- Sistemas de energia da construção;
- Desempenho da edificação com o consumo mínimo de energia (pré-requisito);

- Gerenciamento fundamental e intensificado dos refrigerantes;
- Otimização do desempenho energético;
- Uso de energia renovável;
- Melhorias no comissionamento;
- Medição e verificação
- Utilização de energia verde.

4.5.3 Sistema Aqua – HQE

O Sistema Aqua é uma adaptação do **Haute Qualité Environnementale - HQE**, da *Association pour la Haute Qualité Environnementale*, à realidade brasileira. Esta ferramenta de certificação ambiental nasceu na França em 1996 e aborda o processo construtivo desde o projeto até a manutenção do edifício (FCAV, 2007). No Brasil, inicialmente está sendo aplicado a edifícios comerciais.

Como ponto inovador, a metodologia utilizada busca estabelecer um perfil ambiental para o empreendimento, considerando três níveis de decisão:

- decisões relacionadas ao ambiente externo;
- decisões relacionadas ao ambiente interno no que se refere à saúde dos ocupantes do empreendimento;
- atitudes do empreendedor com relação a preocupações e respeito ao meio ambiente.

Desta forma há verificação, não apenas do atendimento aos índices de desempenho, mas também da avaliação das disposições e escolhas realizadas ao longo das fases de planejamento, concepção e execução do empreendimento. Além disso, a inserção das categorias de conforto e de saúde dos usuários amplia o foco do método para além dos limites puramente ambientais.

Ao invés de propor um método de ponderação dos critérios de avaliação, o HQE-Aqua propõe a hierarquização das categorias de preocupações,

visando identificar prioridades e definir o perfil ambiental desejado para cada operação. Desta forma, esta ferramenta tem um foco mais qualitativo quando comparada ao sistema LEED.

A hierarquização é feita pelo próprio empreendedor baseando-se em:

- sua política ambiental;
- necessidades e expectativas das partes interessadas;
- características específicas do empreendimento (função, contexto),
- exigências legais, financeiras, operacionais e comerciais identificadas e relacionadas ao ambiente externo e interno.

Para obter a certificação são necessárias três auditorias ao final das fases de programação, concepção e realização (figura 7).

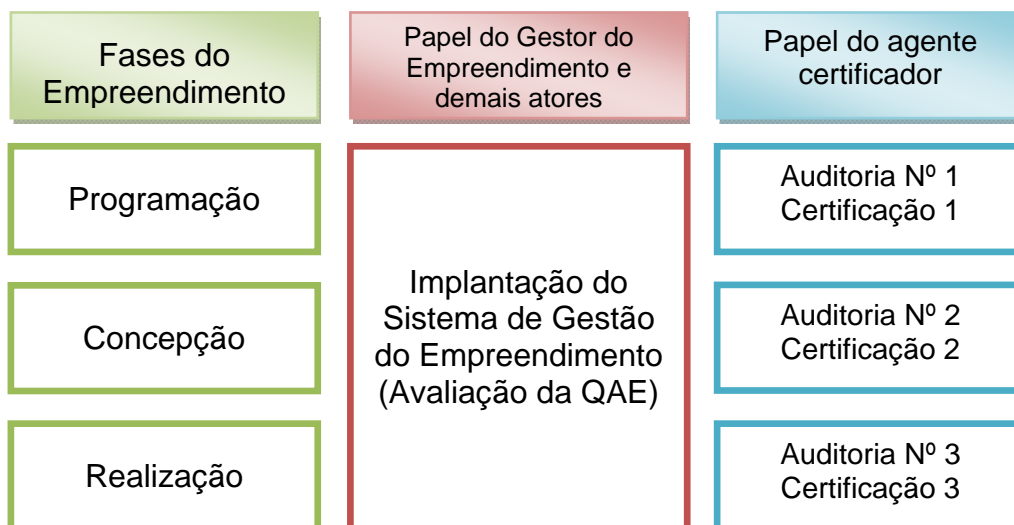


Figura 7 – Esquema do processo de certificação Aqua
Fonte: FCAV (2007).

A estrutura de avaliação fundamenta-se em 14 metas ambientais (figura 8), agrupadas em 2 domínios (impactos sobre o meio exterior e preocupação com o espaço interior) e 4 famílias (eco-construção, eco-gestão, conforto e saúde).

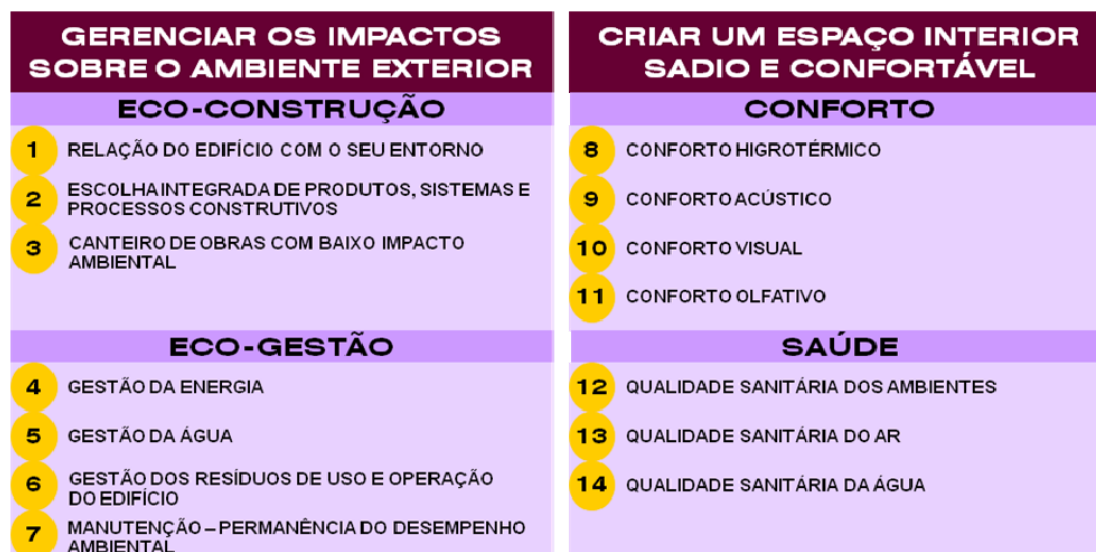


Figura 8 – Estrutura de avaliação do programa de Certificação Aqua-HQE
 Fonte: FCAV (2007).

A meta quatro da família Eco-Gestão aborda a eficiência energética objetivando a redução do consumo energético por meio da concepção arquitetônica e a escolha das modalidades de energia empregadas para, além de otimizar consumos de energia primária, reduzir ao mesmo tempo os poluentes (figura 9).

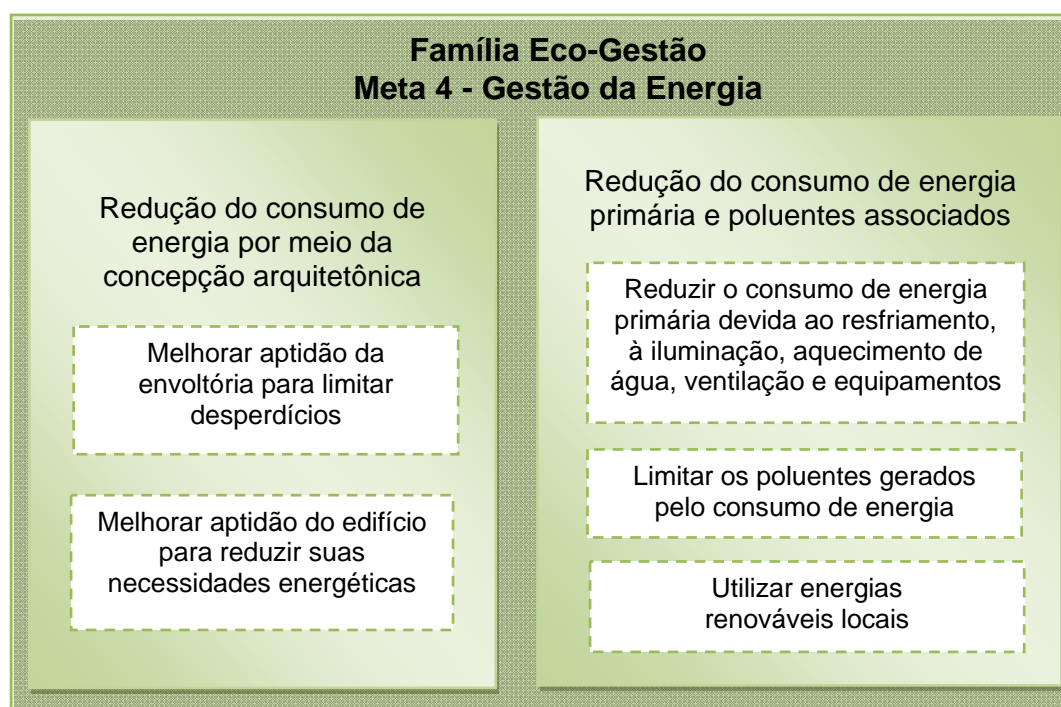


Figura 9 – Critérios de análise de edificações da meta 4 do Programa Aqua-HQE

Estas ações demandam reflexão sobre os elementos de arquitetura bioclimática que favoreçam a redução do consumo energético da edificação, fazendo com que haja interações com outras categorias também analisadas no processo de certificação Aqua-HQE:

- Categoria 1 "Relação do edifício com seu entorno": Utilização das características climáticas do local do empreendimento (orientação, etc.), viabilidade dos recursos energéticos locais, etc.;
- Categoria 2 "Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos": Desempenhos energéticos dos produtos;
- Categoria 7 "Manutenção – Permanência do desempenho ambiental": As definições tomadas em matéria de gestão da energia condicionam o nível de complexidade dos equipamentos a implementar para assegurar a sua gestão e a permanência dos desempenhos;
- Categoria 8 "Conforto higrotérmico": Repercussões das escolhas feitas para assegurar o conforto dos usuários e sua relação com os consumos energéticos;
- Categoria 10 "Conforto visual": Repercussões das escolhas feitas para assegurar o conforto dos usuários e sua relação com os consumos energéticos;
- Categoria 11 "Conforto olfativo": Repercussões energéticas da eficácia da ventilação para assegurar o conforto olfativo;
- Categoria 13 "Qualidade sanitária do ar": Repercussões energéticas da eficácia da ventilação para assegurar a qualidade do ar interno.

4.6 MAPEAMENTO DE CONSTRUTOS E VARIÁVEIS

Diante da análise dos diversos programas de certificação e etiquetagem de edificações em utilização no Brasil, é possível apurar os constructos

e variáveis que podem ser considerados e estudados na fase de projeto de um aeroporto no que diz respeito à eficiência energética destas edificações. A figura 10 apresenta o mapeamento dos construtos e variáveis e as relações entre elas durante o processo de projeto.

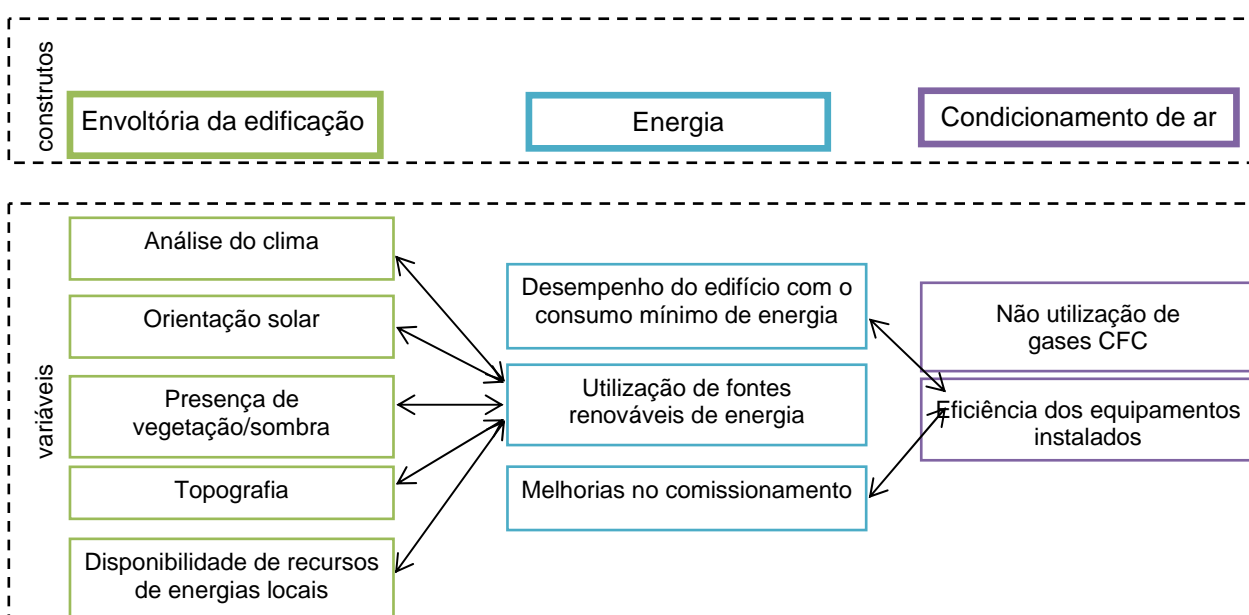


Figura 10 – Mapa de construtos e variáveis do estudo.

A partir disso, conclui-se que os requisitos a serem observados na etapa de projeto de edificações que buscam a efficientização energética são:

- Análise dos sistemas de energia da construção: potência instalada em todos os sistemas que consomem energia (iluminação, condicionamento...)
- Análise da envoltória da edificação: consideração do clima local para a escolha de materiais, estudo da orientação solar em função da economia nos sistemas de iluminação e condicionamento, presença de vegetação, que cause sombra ou forme barreira para ventos, análise da topografia proposição de melhorias que possam limitar desperdícios.

- Desempenho da edificação com o consumo mínimo de energia: simulação em programas computacionais do comportamento da edificação em função da energia utilizada por seus sistemas e envoltório.
- Gerenciamento dos refrigerantes: evitar o uso dos gases CFC e demais gases prejudiciais ao meio ambiente, buscar maior eficiência dos refrigerantes.
- Uso de energia renovável: utilização de energia local, solar e eólica para alimentação dos sistemas instalados.
- Melhorias no comissionamento: assegurar que os sistemas da edificação sejam projetados, instalados, testados, operados e mantidos de acordo com as necessidades operacionais de cada um.

Cabe lembrar que cada requisito tem seu método de análise e alguns deles demandam o desenvolvimento ou uso de ferramentas já existentes para sua gestão na etapa de projeto.

5 MÉTODO DE PESQUISA

5.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A figura 11 apresenta, de forma esquemática, o delineamento da pesquisa. Buscando embasar as ações a serem desenvolvidas ao longo do trabalho, a primeira etapa consistiu em revisão bibliográfica sobre o processo de projeto e eficiência energética.

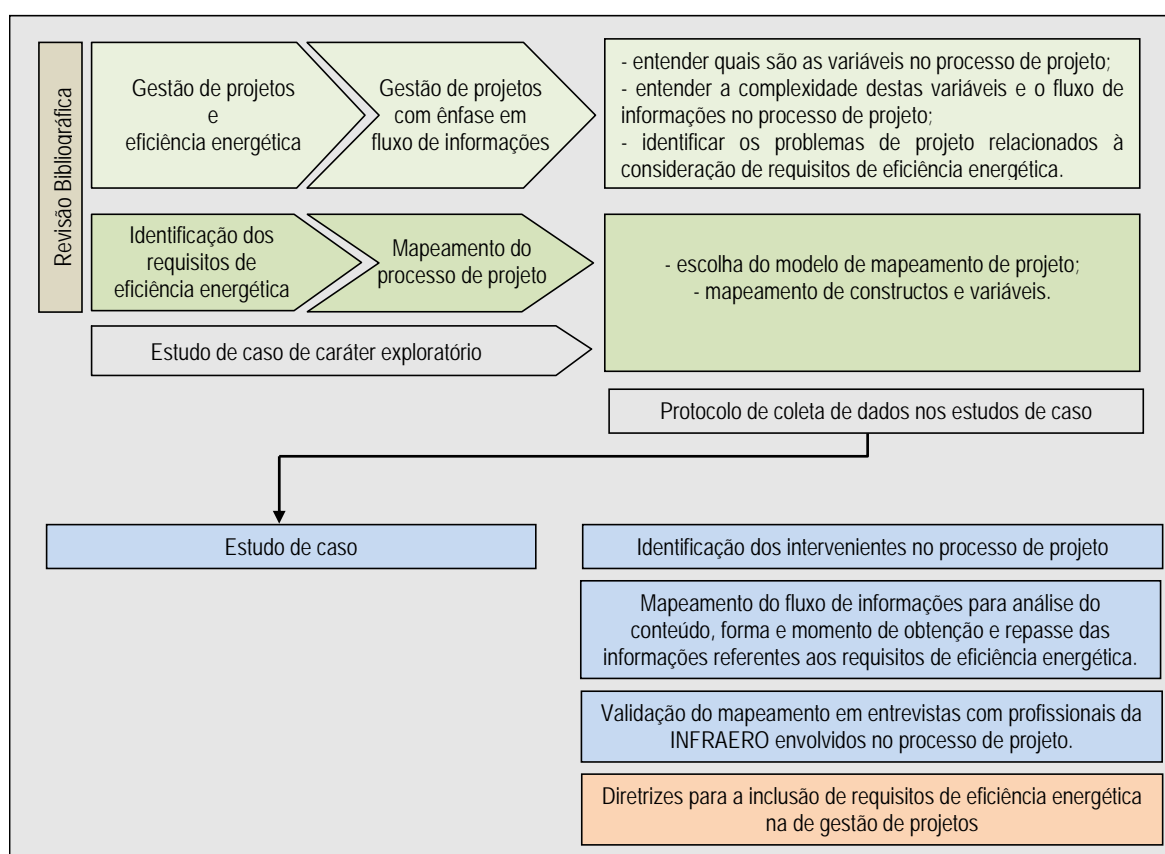


Figura 11 – Delineamento do método de pesquisa.

Uma revisão bibliográfica sobre modelos de gestão de projetos, com enfoque no fluxo de informações, foi desenvolvida, em uma segunda etapa, para:

- a) Entender quais são as variáveis abordadas no processo de projeto;
- b) Entender a complexidade destas variáveis e o fluxo de informações no processo de projeto;
- c) Identificar os problemas de projeto relacionados a consideração de requisitos de eficiência energética;

Uma terceira etapa envolveu a identificação dos requisitos de eficiência energética, também realizada através de revisão bibliográfica, resultando em um mapa de construtos e variáveis (apresentado no item 4.5.1) para a elaboração de um protocolo para o processo de coleta e análise de dados nos estudos de caso desenvolvidos. Paralelamente a esta série de revisões de literatura, foi desenvolvido um estudo de caso de caráter exploratório, com a finalidade de identificar em que momento os requisitos de eficiência energética podem ser incorporados no processo de projeto e como os agentes da cadeia podem utilizar as informações geradas após a incorporação destes conceitos.

Segundo Yin (1994), o estudo de caso é uma investigação empírica sobre um fenômeno contemporâneo em seu contexto real, no qual os limites entre fenômeno e contexto não são claramente evidenciados. É conduzido em grande detalhe e, com frequência, se baseia no uso de várias fontes de evidência. Yin (1994) aponta o desenvolvimento de uma linha de convergência na investigação como uma das principais vantagens do uso de múltiplas fontes.

A adoção desta estratégia se justifica pela intenção de observar o fenômeno da comunicação técnica no processo de projeto, considerando o contexto no qual o mesmo está inserido. A estratégia adotada permite também considerar um grande número de variáveis, as quais não precisam necessariamente ter sido pré-determinadas.

Devido ao fato do trabalho ter seu desenvolvimento junto a empresas e projetistas, pode-se definir o presente estudo de caso como exploratório, uma vez que o propósito é explorar uma situação real e a partir dela contribuir para o acréscimo de conhecimento sobre o tema.

O estudo teve início com a identificação de escritórios de arquitetura da cidade de Londrina que trabalham com projetos complexos. A decisão de analisar o processo de projeto de aeroportos surgiu por estes, além de serem caracterizados

pela complexidade, apresentarem alto consumo energético e grande impacto ambiental.

Em seguida à identificação do escritório, foi feita uma análise de projetos para aeroportos novos, onde foi possível analisar de uma forma mais clara oportunidades para consideração de requisitos de eficiência energética. O projeto do aeroporto da cidade de Joinville (SC) foi eleito para o estudo, devido à disponibilidade de informações detalhadas sobre o mesmo. Foi desenvolvido um macro mapeamento do processo de concepção do aeroporto com base em entrevistas semi-estruturadas e documentos digitalizados (fax, atas de reunião, e-mails enviados e recebidos, anotações em projetos) disponíveis no acervo do projetista.

A partir dos resultados das três etapas de revisão de literatura, e com base no protocolo de coleta e análise de dados, foi elaborado um mapa de fluxo de informações para análise do conteúdo, forma e momento de obtenção e repasse dessas informações.

Na intenção de contribuir para a evolução das práticas correntes no setor de projetos aeroportuários e de forma a cumprir seus objetivos, o trabalho em sua última etapa teve como objetivo propor um conjunto de diretrizes para a inclusão de requisitos de eficiência energética na gestão de projeto. Espera-se que as diretrizes propostas possibilitem que os estudos teóricos, resultantes da produção acadêmica, tenham alcance no cotidiano prático dos escritórios de projetos.

A validação das informações levantadas para a confecção do mapa de fluxo de informações foi realizada com o Engenheiro responsável pelas obras da regional sul da Infraero na época de construção do Aeroporto de Joinville. Uma das reuniões também foi acompanhada pelo responsável pelo setor de manutenção na época, que hoje desenvolve um trabalho para melhoramento da gestão de energia em aeroportos.

6 ESTUDO DE CASO DE CARÁTER EXPLORATÓRIO

6.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa de Arquitetura analisada localiza-se na cidade de Londrina (PR) e tem como produto principal projetos de grande porte. A empresa possui experiência em projetos aeroportuários, trabalhando nesse ramo desde 1995, tendo participado da concepção do aeroporto de Londrina (PR) e de Joinville (SC), reforma e ampliação do aeroporto de Foz do Iguaçu (PR), além de ter participação em vários concursos públicos deste tipo de obra.

Atualmente conta com uma estrutura constituída por um diretor, com formação em arquitetura e urbanismo, responsável pelo gerenciamento do processo de projeto, e um quadro de colaboradores composto por uma gerente de projetos, com formação em arquitetura e urbanismo, e três estagiários do mesmo curso.

6.2 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A proximidade da cidade de Joinville com a divisa do Paraná torna muito forte a sua ligação com a cidade de Curitiba, tanto na complementaridade industrial dos setores automobilístico, metal mecânico, químico e elétrico, como no intercâmbio de seus aeroportos: o Aeroporto de Joinville é alternativo para pousos e decolagens quando as condições meteorológicas não permitem operações no Aeroporto Internacional Afonso Pena, em Curitiba.

Este aeroporto opera somente vôos domésticos nacionais e regionais, foi inaugurado em 2004 com quatro mil metros quadrados e capacidade para atender a até 500 mil passageiros por ano. Também foram construídos um prédio administrativo e uma torre de controle.

A Infraero possui dois tipos de classificação dos terminais (INFRAERO, 2009):

- a) Classificação para fins específicos de cobrança das tarifas de embarque, pouso e permanência: são quatro categorias que levam em consideração as facilidades que o local oferece aos usuários. O aeroporto de Joinville se enquadra na 2ª categoria juntamente com outros 38 terminais como Vitória, Palmas, Goiânia, João Pessoa, entre outros;
- b) Classificação para fins específicos de cobrança da tarifa de uso das comunicações e dos auxílios-rádio e visuais em área Terminal de Tráfego Aéreo (TAT): são níveis que vão de A a E. O terminal de Joinville está classificado como C juntamente com 14 outros aeroportos.

De acordo com estas duas classificações o Aeroporto de Joinville é considerado de grande porte.

O Plano Diretor (PDIR) do Aeroporto de Joinville foi elaborado em 1987 e encontrava-se vigente na época da elaboração do projeto, no ano de 2000. O plano apresentou um estudo extensivo do sítio aeroportuário e do município de Joinville. As análises efetuadas levaram à determinação das orientações a serem seguidas para a ordenação do crescimento do aeroporto, adotando-se horizontes de planejamento de 5, 10 e 20 anos. Considerando 1986 como ano base, foram feitas projeções para 1992, 1997 e 2007, sendo que o projeto do aeroporto teve início no ano de 2000.

Sendo assim, alterações significativas tanto no cenário socioeconômico regional influenciando diretamente a demanda, a evolução tecnológica dos equipamentos de proteção ao vôo e aeronaves e o uso de maior vigor com relação à análise dos aspectos ambientais do sítio e seu entorno justificaram a elaboração de um novo PDIR.

O aeroporto de Joinville localiza-se a aproximadamente 10 km do centro da cidade. A área do entorno é formado por ilhas de matas de restinga e manguezais, o que condiciona possíveis propostas de expansão. O terreno do sítio aeroportuário está sujeito a inundações quando da maré alta associada a elevados índices pluviométricos, sendo este um dos motivos das implantações do novo Terminal de Passageiros (TPS), Adaero (Administração do aeródromo) e Torre de

Controle estarem a 1,0 metro acima do leito natural do solo. A pista está limitada no sentido longitudinal por áreas protegidas por leis municipais e federais.

A área requerida para o TPS foi estimada com base na demanda de passageiros fornecida pela Infraero, anual e hora pico. Foram adotados com parâmetros estimativos, área total de 15 m² por passageiro doméstico na hora pico.

6.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada através de entrevistas semi-estruturadas com o arquiteto-gerente da empresa responsável pelo projeto do aeroporto em estudo. Todas as entrevistas foram realizadas com auxílio de um gravador de áudio e bloco de anotações. É importante documentar a disponibilidade e apoio apresentados pelo arquiteto entrevistado, uma vez que o trabalho tornou-se um estímulo para possíveis melhorias na rotina do seu trabalho.

A primeira entrevista foi realizada basicamente a fim de conhecer quais são os órgãos envolvidos no processo de projeto de um aeroporto. A partir disso, foi possível elencar os envolvidos no processo de projeto para posteriormente entender como funciona a estrutura dos principais órgãos envolvidos. Durante as entrevistas, o arquiteto citou e referenciou inúmeras normas e leis de órgãos nacionais e internacionais, gerando debate e questionamento sobre as mesmas. Assim, se fez necessária a análise de leis, normas e requerimentos disponibilizados pelos órgãos envolvidos no processo de projeto buscando maior entendimento de cada etapa a ser mapeada.

Ao longo do período de entrevistas, foi possível identificar todos os órgãos envolvidos no processo de projeto de um aeroporto, conhecer qual é o grau de influência de cada um deles na tomada de decisão de projeto e por fim, elencar o rol de normas e leis que regem tais projetos.

6.4 OS AGENTES ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE PROJETO DO AEROPORTO

A figura 12 ilustra o número de clientes internos e a relação criada entre eles ao longo do processo de concepção e obra do aeroporto de Joinville.

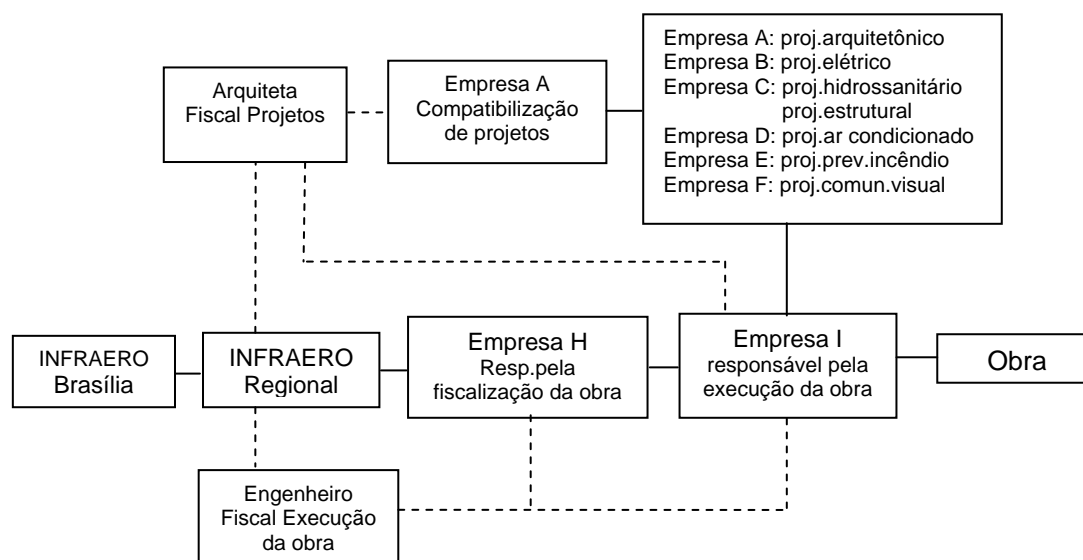


Figura 12 – Clientes envolvidos no processo e a relação entre eles.

As linhas tracejadas demonstram as relações diretas entre os representantes da INFRAERO e as empresas envolvidas no processo de projeto. Desta forma, a empresa A foi a responsável pela compatibilização de todos os projetos, tendo a INFRAERO conhecimento dos problemas encontrados durante o processo por intermédio da empresa A.

A Infraero é uma empresa federal, com sede em Brasília. A matriz Brasília delega as atividades a uma de suas regionais de acordo com a localização do projeto aeroportuário. No caso do aeroporto de Joinville, as atividades de controle e fiscalização foram delegadas à regional sul, com sede em Porto Alegre. A regional sul abrange os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

Assim, uma arquiteta e um engenheiro da Infraero foram os responsáveis pela fiscalização das etapas de projeto e obra respectivamente. Esses dois profissionais possuem total autonomia para resolução de problemas e questões

relacionadas à concepção do projeto, escolha de acabamentos e alterações do projeto durante a execução da edificação.

Uma vez que os profissionais disponibilizados para a fiscalização por parte Infraero são responsáveis por todas as obras de sua regional, se fez necessária a contratação, através de processo licitatório, de uma empresa para fiscalização direta da obra. Desta forma, a Infraero foi responsável pela licitação da empresa que executou os projetos, assim como da empresa que fiscalizou os serviços executados.

Após a seleção da empresa responsável pela execução da obra, esta passou a ser responsável pela contratação de todos os projetos complementares e a compatibilização dos mesmos com o projeto arquitetônico.

Esta etapa pode representar uma lacuna no processo, à medida que, se os requisitos não são devidamente documentados ou se não houver a gestão destes requisitos neste momento, poderá ocorrer uma série de perdas. Assim o processo de projeto inicia com carência de informações e com o aumento do grau de incerteza no processo de tomada de decisão.

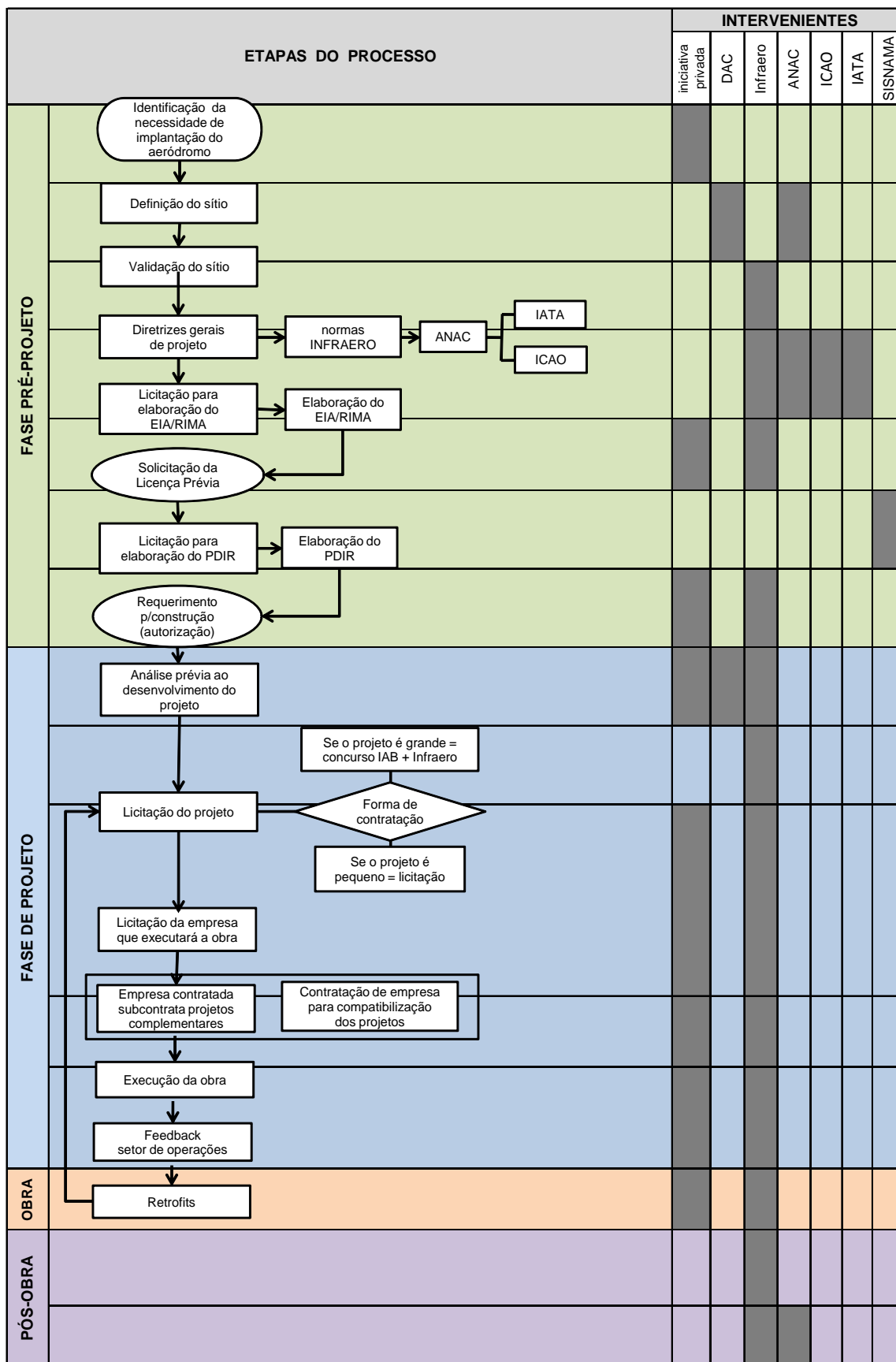
Cada empresa subcontratada administra seus trabalhos de forma isolada. Até por que, muitas vezes, são escolhidas empresas de outras localidades que não o sítio do projeto. Na finalização do processo coube apenas à empresa contratada compatibilizar os projetos e identificar problemas que poderiam ter sido sanados no início do processo se o fluxo de informações entre os envolvidos tivesse oferecido subsídios para isso. Desta forma, há indícios de ocorrência de uma série de retrabalhos para muitos dos especialistas envolvidos, implicando, conseqüentemente, em maior demanda de tempo para a finalização do projeto.

6.5 O MACRO MAPEAMENTO DO PROCESSO DE PROJETO

Por meio das entrevistas também foi possível traçar o macro mapeamento, conforme figura 13, levantando todas as etapas que antecederam e influenciaram a concepção do projeto assim como os intervenientes envolvidos em

cada uma delas. Este mapeamento é importante para o conhecimento de todos os limitadores e condicionantes na etapa de elaboração do projeto.

O mapeamento foi formatado a partir de uma adaptação do modelo utilizado por Tzortzopolous (1999).



■ Momentos em que o interveniente participa de maneira efetiva na etapa do processo

Figura 13 – Macro mapeamento do processo de projeto de um aeroporto

Os intervenientes apresentados na figura 13 são:

- Iniciativa Privada: esfera formada por empresários, companhias aéreas e seus parceiros;
- DAC: Departamento de Aviação Civil, órgão brasileiro criado para estudar, orientar, planejar, controlar, incentivar e apoiar as atividades da aviação civil, pública e privada;
- INFRAERO: Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária, é uma empresa pública federal de administração indireta, vinculada ao Ministério da Defesa;
- ANAC: Agência Nacional de Aviação, é uma autarquia especial, com independência administrativa, cujas atribuições são regular as atividades de administração e exploração de aeródromos exercida pela Infraero, outorgar concessões de serviços aéreos e de infraestrutura aeronáutica e aeroportuária e regular essas concessões entre outras;
- ICAO: *International Civil Aviation Organization* é uma agência especializada das Nações Unidas com o objetivo de desenvolver princípios e técnicas de navegação aérea internacional, promovendo a organização e o progresso dos transportes aéreos, de modo a favorecer a segurança, a eficiência, a economia e o desenvolvimento dos serviços aéreos;
- IATA: *International Air Transport Association*, é uma organização internacional de linhas aéreas sediada em Montreal, Canadá.
- SISNAMA: Sistema Nacional do Meio Ambiente, constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e pelas Fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.

6.5.1 Identificação da Necessidade de Implantação do Aeroporto

De acordo com o Manual de Implementação de Aeroportos (2004), a implantação de um novo aeroporto é decorrente, na maioria das vezes, das necessidades de desenvolvimento econômico de uma região. Desta forma, existem duas situações distintas: localidades onde a infra-estrutura aeroportuária existente,

sem possibilidade de expansão, não atende mais às necessidades da região; ou localidades que ainda não dispõem de nenhum aeródromo.

Em ambos os casos, é necessário justificar a implantação de uma nova unidade aeroportuária através do desenvolvimento de estudos econômicos, caracterizando a região e avaliando o seu potencial para o transporte aéreo. Neste contexto, deve-se caracterizar o Município, bem como as diretrizes do Governo do Estado que nortearão a implantação de uma unidade aeroportuária numa determinada localidade.

6.5.2. Definição do Sítio

O Departamento de Aviação Civil (DAC) é o órgão competente para a proposição de sítios para implantação de novos aeroportos. Os trabalhos iniciais são elaborados em escritório, pelo DAC ou por órgão estadual ou municipal, e devem estar baseados em análises preliminares, a partir de desenhos e cartas da região, objetivando localizar e identificar possíveis áreas com características necessárias e potencial para atender à implantação de um aeroporto com o porte pretendido.

A avaliação das áreas indicadas para a implantação da nova infraestrutura começou a ser desenvolvida pelo Instituto de Aviação Civil, com apoio dos Comandos Aéreos Regionais (COMAR) e dos órgãos regionais do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA).

O processo de avaliação, após a identificação das possíveis áreas, foi realizado por equipe técnica multidisciplinar, com o objetivo de coletar dados relativos à localidade e caracterizar os sítios preliminarmente identificados por meio de visitas *in loco*, por via terrestre e por sobrevôo, quando possível. A coleta de dados para a caracterização do sítio buscou atender aos seguintes requisitos:

- i. principais características sócio-econômicas da região a ser atendida pela unidade aeroportuária;
- ii. localização (distância) da área em relação ao centro urbano do principal pólo gerador de tráfego e a outros centros próximos;

- iii. identificação de aeródromos, existentes ou previstos, na área de influência da localidade em estudo (50 km);
- iv. vias de acesso: características e distância em relação às localidades atendidas;
- v. dados meteorológicos históricos de pelo menos cinco anos relativos à temperatura e aos ventos (direção, intensidade e frequência);
- vi. dimensões e orientação da área em relação aos ventos predominantes;
- vii. tipo de ocupação do solo na área proposta e no seu entorno, tais como: edificações, culturas, parcelamentos, matas naturais e outros usos;
- viii. identificação e caracterização das possíveis implantações de natureza perigosa, tais como lixões, aterros sanitários, vazadouros, matadouros e outros que possam atrair pássaros;
- ix. identificação da existência de áreas de proteção ambiental na área de influência do projeto;
- x. caracterização do valor das terras nas localidades indicadas com potencial para atender ao aeroporto;
- xi. topografia da área e de seu entorno, visando avaliar possíveis obstáculos à navegação aérea e a necessidade de movimentação de terra;
- xii. caracterização preliminar geológica do tipo de solo e das possibilidades de drenagem, visando à implantação do aeroporto;
- xiii. identificação de serviços e instalações quanto ao fornecimento de energia elétrica, meios de comunicação telefônica, abastecimento de água, tratamento de esgoto, lixo entre outros.

De posse dessas informações, uma equipe formada por técnicos do COMAR/SERENG, SRPV ou CINDACTA e IAC analisou os sítios escolhidos, apontando aquele que melhor se adaptaria aos critérios de planejamento e às características do futuro aeroporto. Por fim, coube ao DAC analisar e aprovar a escolha feita por esse grupo de trabalho.

A definição do sítio passou pela validação da Infraero, a qual considera essencialmente a capacidade de expansão do sítio através da utilização de um modelo matemático também utilizado pela ANAC. Este modelo faz a projeção de pousos e decolagens de carga e de passageiros em três cenários: otimista,

realista e pessimista. O modelo considera o histórico do PIB da região, o histórico do consumo de energia elétrica, aumento da densidade populacional entre outros fatores.

É importante observar que houve a consideração de requisitos relacionados à eficiência energética na caracterização do sítio que receberá o novo aeroporto. Mas, de acordo com os dados levantados por meio das entrevistas realizadas, os critérios de avaliação não eram claros e não existia um padrão comum de avaliação para órgãos de diferentes esferas (municipal e estadual).

6.5.3 Diretrizes Gerais de Projeto

A INFRAERO, através do setor de engenharia, é o órgão responsável por traçar algumas diretrizes gerais de projeto, no que diz respeito à organização espacial de setores e estilo arquitetônico a ser seguido.

No caso do aeroporto de Joinville, um partido geral com zoneamento foi traçado anteriormente à contratação do escritório para a elaboração do projeto arquitetônico final. Na entrevista realizada com o projetista responsável, constatou-se que a INFRAERO geralmente adota como modelo um terminal já em funcionamento em alguma cidade de porte semelhante àquela a receber o novo terminal. No caso de Joinville, o projeto seguiu os moldes do aeroporto Brigadeiro Lysias Rodrigues, localizado na cidade de Palmas (TO).

Com base em leis e normas nacionais e internacionais foi feita a adaptação das diretrizes lançadas pelo setor de engenharia à legislação vigente visando à abertura do processo licitatório para elaboração do EIA/RIMA.

Nesta etapa observou-se uma lacuna no que diz respeito à consideração dos requisitos de eficiência energética, pois o partido geral acabou sendo limitado por utilizar um modelo que talvez não se adapte às características climáticas locais. No caso de Joinville, o clima, como um dos fatores condicionantes para economia de energia, é muito diferente do sítio do aeroporto de Palmas/TO, modelo inicialmente adotado pelo projeto.

Neste ponto, ainda é importante salientar que a padronização de elementos e materiais a serem utilizados em terminais aeroportuários também pode influenciar de maneira significativa o desempenho energético da edificação.

6.5.4 Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental

No processo de planejamento e implementação de aeroportos, a elaboração de Estudo de Impacto Ambiental/ Relatório de Impacto no Meio Ambiente (EIA/RIMA) é ferramenta essencial para a obtenção das licenças ambientais, e conseqüentemente, para viabilidade, implantação e operação deste tipo de infraestrutura.

O processo de licenciamento ambiental compreende três fases distintas: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO), e é regulamentado pela Lei no 6.938/81, sendo submetido à aprovação pelos órgãos ambientais competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA).

A apresentação do EIA/RIMA na fase inicial do processo de licenciamento ambiental de aeroportos é obrigatória de acordo com a Resolução CONAMA nº01/86.

O EIA é uma exigência legal na implantação de determinados projetos e visa à previsão de como os meios social, econômico e ambiental são afetados positiva ou negativamente pela implantação do empreendimento a que se refere o projeto. Foi desenvolvido um estudo multidisciplinar envolvendo uma grande gama de profissionais das mais diversas especialidades, pertencentes à empresa especialmente contratada pelo empreendedor para essa finalidade.

Já o RIMA consolida as informações do EIA e é destinado à consulta pública. Desta forma, foi escrito em linguagem mais acessível à população direta ou indiretamente afetada com a implantação do empreendimento, que foi discutido em audiência pública prevista na Resolução CONAMA 01/86 e regulamentada na Resolução CONAMA nº 09/87.

Após a resolução das dúvidas e questões apresentadas pelo público presente na audiência, assim como a negociação das possíveis compensações por

eventuais danos ambientais que não puderem ser evitados ou minimizados, o órgão ambiental estadual competente deferiu a solicitação da LP.

A LP estabeleceu condicionantes e registrou observações que deveriam ser seguidas nos projetos finais de engenharia e sistemas de controle ambiental, previstos no EIA/RIMA. Em seguida, foram solicitadas aos órgãos ambientais as Licenças de Instalação e de Operação, tendo por base as determinações contidas na Resolução CONAMA no 237/97 (BRASIL / IAC, 2004).

6.5.5 Elaboração do PDIR

Para a realização do projeto do aeroporto foi necessária a elaboração de um documento chamado de Plano Diretor Aeroportuário (PDIR). Este plano diretor é um documento guia para o desenvolvimento de um aeroporto, a médio e longo prazo, ajustado à evolução do transporte aéreo, integrado ao espaço urbano, aos outros modos de transporte e ao crescimento sócio-econômico da região.

Desta forma, o PDIR forneceu orientações sobre os seguintes aspectos:

- a) Desenvolvimento das facilidades físicas do aeroporto, aeronáuticas e não-aeronáuticas;
- b) Adequação do uso do solo da área do entorno;
- c) Determinação dos impactos ao meio ambiente, devidos à construção e operação do aeroporto;
- d) Estabelecimento de requisitos de acessos viários.

De acordo com a INFRAERO, a flexibilidade deve ser o princípio norteador do Plano Diretor, uma vez que o aeroporto é parte de um sistema dinâmico da indústria da aviação e evolui de acordo com as mudanças de mercado e de tecnologia. Assim, o objetivo é criar valor de longo prazo para os aeroportos (valor aos acionistas; à sociedade; aos empregados).

As diretrizes gerais³ que nortearam a formulação ou revisão do planejamento geral para o desenvolvimento de um aeroporto foram as seguintes:

- a) configurar a ocupação do sítio aeroportuário para a sua capacidade máxima;
- b) aumentar a eficiência do aeroporto, buscando o equilíbrio entre as necessidades do tráfego aéreo do aeroporto, as restrições urbanas e ambientais do seu entorno e os sistemas terrestres de acesso;
- c) otimizar a operacionalidade, a funcionalidade sistêmica e a segurança de infra-estrutura aeroportuária e de navegação aérea;
- d) compatibilizar os custos de implantação, de operação, de manutenção e de administração com as realidades local, regional e nacional;
- e) considerar o aeroporto como indutor de desenvolvimento econômico, contribuindo para o desenvolvimento da economia nacional e da competitividade internacional;
- f) desenvolver as atividades comerciais em harmonia com a operacionalidade do aeroporto;
- g) interagir com os parceiros, entidades públicas, usuários e comunidades circunvizinhas, no sentido de assegurar um balanceamento eqüitativo entre benefícios econômicos e impactos sociais de crescimento;
- h) maximizar a vida útil dos aeroportos, preservando seu desenvolvimento e crescimento por meio de regulamentação e efetiva fiscalização do uso do solo em seu entorno, compatibilizando as necessidades da aviação civil com as exigências das comunidades circunvizinhas;
- i) promover a implementação de sistemas ambientais que otimizem o uso de energia, água, combustível, geração de resíduos, entre outros, de forma compatível com as características físicas e operacionais do aeroporto;

³ República Federativa do Brasil, Comando da Aeronáutica. NSMA 58-146 - Norma para Elaboração, Revisão, Aprovação e Tramitação de Planos Diretores Aeroportuários, de 06 de dezembro de 1994.

- j) otimizar a capacidade dos aeroportos utilizando tecnologias inovadoras e de comprovada eficiência, visando a competitividade, qualidade na prestação de serviços e racional alocação dos recursos financeiros.

A metodologia estabelecida para a criação do PDIR está fundamentada na norma NSMA (Norma de Sistema do Ministério da Aeronáutica) 58-146, de dezembro de 1994 que também define quais são as competências e responsabilidades para a conclusão e aprovação destes planos. De acordo com a norma a criação do PDIR segue quatro etapas: Informações Básicas, Estudos Preliminares, Estudo de Alternativas e por último, o Planejamento Geral do Aeroporto.

É importante salientar que as diretrizes gerais para confecção do PDIR contemplaram alguns requisitos relacionados à eficiência energética, mas estes se aplicam somente à fase de uso das edificações, não havendo nada documentado nesta fase relacionado à prática de projeto.

6.5.6 Requerimento para a Construção

O DAC é o órgão responsável pela emissão da autorização para construção de novos aeródromos. Desta forma, o requerimento foi protocolado no Serviço Regional de Aviação Civil – SERAC da região onde seria construído o novo terminal.

O SERAC analisou o requerimento, verificando se continha todos os dados para a sua completa avaliação, encaminhando-o, a seguir, para o Subdepartamento de Infra-Estrutura do DAC (SIE), para avaliação final, e retornando-o ao interessado, quando houve necessidade de eventuais correções ou complementações.

O SIE analisou o requerimento, emitindo o respectivo Termo de Autorização, com eventuais restrições, caso houvesse necessidade técnica para tal.

Para autorização de construção, deveriam ser obedecidas, no que coubesse, as diretrizes estabelecidas na seguinte documentação⁴:

- a) IAC 2328-0790 – Instrução para Concessão e Autorização de Construção, Homologação, Registro, Operação, Manutenção e Exploração de Aeródromos Civis e Aeroportos Brasileiros;
- b) Portaria 1.141/GM5, de 08 de dezembro de 1987, que dispõe sobre Zona de Proteção de Aeródromo e de Zoneamento de Ruído;
- c) Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.
- d) A solicitação deveria ser formulada nos termos dos Modelos de Requerimentos apresentados pela IAC 4310;
- e) As características do aeródromo deveriam ser compatíveis com as exigências do Manual de Vôo das aeronaves que nele irão operar.

6.5.7 Análise Prévia ao Desenvolvimento do Projeto

A análise prévia a um projeto aeroportuário deve considerar as seguintes informações:

- a) Análise de antecedentes (papel do aeroporto na região): esta análise inclui o estudo do Plano Diretor da região onde será inserido o novo terminal, assim como o estudo das possibilidades de ampliação futura. Além disso, devem ser observados aspectos relevantes relacionadas ao projeto como os acessos viários, influência da topografia e entorno, influência do aeroporto sobre o desenvolvimento da cidade, análise demográfica e econômica regional entre outros.

⁴ República Federativa do Brasil, Comando da Aeronáutica. IAC-4301: Instrução para Autorização de Construção e de Registro de Aeródromos Privados, 21 de dezembro de 2001. 31p.

- b) Diagnóstico das necessidades: Uma vez apresentados e analisados os antecedentes, como também o entorno geográfico, econômico e social, deve-se preparar um diagnóstico da necessidade de implantação do terminal.
- c) Otimização: Uma vez caracterizada a implantação do aeroporto, deve-se considerar a melhor forma para se alcançar o objetivo, pelo menor valor de investimento. Este exercício deve ser realizado considerando-se tanto a implantação do projeto, quanto a situação de não implantação do mesmo, sendo esta informação de extrema importância para o cálculo do benefício do investimento. Nesta etapa deverão ser definidos os custos de manutenção anual do sistema aeroportuário para um período de 20 anos, além dos investimentos mínimos necessários para seu funcionamento eficiente.
- d) Análise e Estimativa da Demanda: O estudo deverá ser realizado com base em informações de séries históricas do fluxo turístico dos últimos 10 anos, segmentado por número de turistas nacionais e estrangeiros, desagregado por tipo de transporte utilizado, origem e destino do turista, estimativas de renda média e períodos de maior demanda. Deverá ser averiguado também o desempenho de aeroportos na mesma região ou similares quanto ao atendimento da demanda, visando conhecer a participação do transporte aéreo na partição modal dos meios de transporte. O objetivo é encontrar um modelo que justifique a geração de viagens.
- e) Análise e Estimativa da Oferta: Com base em todas as informações anteriormente coletadas deverá ser calculada a capacidade da infra-estrutura quanto aos seguintes aspectos:
- Número de passageiros/hora que o aeroporto pode atender, por recinto;
 - Capacidade das instalações de carga quanto à manipulação e armazenamento;

- Capacidade máxima de aeronaves por tipo, quantidade de posições na plataforma, etc.;
- Capacidade do estacionamento de veículos;
- Número de funcionários nas áreas administrativas;
- Capacidade das instalações aeronáuticas anexas: torre de comando, equipamentos, etc.

A partir da análise prévia ao desenvolvimento do projeto, obtem-se um cenário das capacidades e restrições do sistema aeroportuário, que é comparado às melhorias proporcionadas pelo projeto, indicando a evolução da situação “sem projeto” e “com projeto”, a partir dos próprios indicadores das capacidades de infra-estrutura levantadas anteriormente.

A análise prévia do projeto aeroportuário em estudo considerou a cidade como um cliente, envolvendo questões geográficas, econômicas e sociais. No entanto, não houve a consideração de aspectos relacionados especificamente à adequação do prédio com relação ao consumo de energia.

6.5.8 Licitação do Projeto

O processo licitatório teve início após a tramitação de todas as etapas anteriormente citadas, quando a INFRAERO já dispunha dos documentos necessários para afirmar a viabilidade do investimento a ser realizado na construção do novo terminal, assim como os impactos que o mesmo poderia causar quando em funcionamento.

Todo o processo de licitação seguiu os moldes da lei no. 8.666/93 que estabelece normas gerais sobre licitações e contratos pertinentes a obras e serviços no âmbito nacional, estadual e municipal.

Desta forma, verificou-se que o processo adotado para a concepção de terminais de pequeno porte segue a modalidade “carta convite”⁵, mas se tratando

⁵ Carta Convite é a modalidade de licitação entre os interessados do ramo pertinente ao seu objeto cadastrados ou não, escolhidos e convidados em número mínimo de 3 (três) pela unidade

de terminais de grande porte, localizados em capitais e que atendem vôos internacionais, o projeto básico passa a ser objeto de concurso⁶. Estes são promovidos através de parceria da INFRAERO com o IAB (Instituto dos arquitetos do Brasil), possibilitando a participação de escritórios ou arquitetos do Brasil inteiro.

No que diz respeito ao terminal objeto deste estudo, através das entrevistas realizadas foi constatado que o processo foi conduzido de forma bem diferente daquela utilizada tradicionalmente.

Um anteprojeto que idealizava um terminal em estilo enxaimel⁷, devido à colonização alemã da região, foi desenvolvido pelo departamento de engenharia da Infraero. No entanto, foi recusado pelas autoridades locais e pela população da cidade que alegava que o aeroporto deveria romper com o antigo e revelar o novo, simbolizando o progresso da cidade.

Então, um projeto básico foi objeto de processo licitatório. Nesta ocasião uma empresa do Rio de Janeiro foi eleita para o desenvolvimento do projeto. Quando a empresa construtora já estava contratada, o projeto foi rejeitado pelos órgãos responsáveis, que em consenso optaram por seguir o modelo do aeroporto de Palmas (TO), já implantado com sucesso. Desta forma, a solução adotada foi a subcontratação de um novo projeto através de aditivo contratual junto à empresa construtora.

Nesta etapa do processo ficaram claras as falhas de comunicação entre os intervenientes do processo. Como o projeto foi contratado pela empresa construtora que iria executar a obra, o prazo para o desenvolvimento do projeto ficou reduzido pois o mesmo começou a ser pensado quando o prazo de construção já estava em andamento. Conforme anexo III do MAGES (Manual de Gestão) da Infraero:

administrativa, a qual afixará, em local apropriado, cópia do instrumento convocatório e o estenderá aos demais cadastrados na correspondente especialidade que manifestarem seu interesse com antecedência de até 24 (vinte e quatro) horas da apresentação das propostas. BRASIL, lei no.8.666 de 21 de junho de 1993. 51p.

⁶ Concurso é a modalidade de licitação entre quaisquer interessados para a escolha de trabalho técnico, científico ou artístico, mediante a instituição de prêmios ou remuneração aos vencedores, conforme critérios constantes de edital publicado na imprensa oficial com antecedência mínima de 45 (quarenta e cinco) dias. BRASIL, Lei no.8.666 de 21 de junho de 1993. 51p.

⁷ Estilo arquitetônico desenvolvido por imigrantes alemães, típico do sul do Brasil.

A Engenharia providencia o Projeto Básico, assim como a elaboração e a fiscalização do Projeto Executivo. O mesmo poderá ser desenvolvido concomitantemente à execução das obras.

Como conseqüência desta restrição de tempo, algumas decisões de projeto foram tomadas durante a execução da obra por pessoas que não participaram do desenvolvimento do projeto, o que tornou o processo de tomada de decisão não rastreável.

6.6 VALIDAÇÃO DOS DADOS LEVANTADOS

No processo de validação os engenheiros confirmaram que na década de 50, alguns projetos aeroportuários possuíam muitas características em comum, mas alegaram que atualmente nenhum terminal pode ser considerado como réplica de outro. De qualquer maneira esclareceram que casos de sucesso podem ser considerados como referencial para o projeto e construção de outros terminais, como ocorreu com o terminal de Palmas, que serviu de referencial para o terminal de Joinville. O mesmo aconteceu com o Aeroporto de Joinville, cujo sucesso determinou a utilização do conceito utilizado neste para o projeto do terminal de Macaé.

6.7 ANÁLISE DAS ETAPAS DO PROCESSO MAPEADO E A INSERÇÃO DOS REQUISITOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O estudo de cada etapa do processo de projeto visa à identificação dos pontos onde poderiam ser considerados os requisitos de eficiência energética no processo de projeto de aeroportos. Diante do exposto, é possível verificar que, além do termo eficiência energética não ter sido sequer citado em nenhuma das etapas, o envolvimento de muitos agentes, com opiniões divergentes, e que, em

muitos casos, nem participam do processo do início ao fim, dificultou a consideração de requisitos de eficiência energética durante o projeto.

Por meio de entrevistas foi possível também verificar que as atividades do órgão fiscalizador (INFRAERO) foram exercidas de forma autoritária, condicionando a utilização de novas tecnologias para efficientização dos terminais à variável custo. Quando se fala da variável custo, é importante colocar que a Infraero administra 67 aeroportos, representando 97% do movimento aeroportuário brasileiro. Apenas 15 destes aeroportos podem ser considerados superavitários, ou seja, geram lucro para estatal e assim cobrem os custos de funcionamento dos demais.

Os profissionais da Infraero, entrevistados na etapa de validação desse estudo, alegaram que, mesmo de maneira indireta, consideram a variável energia quando da construção de terminais. Um dos indicadores para a determinação do grau de desenvolvimento de uma nação é o perfil de consumo de energia: a matriz energética tem então impacto direto sobre o PIB e sobre toda a cadeia produtiva do país. O aeroporto, como um equipamento urbano e facilitador de negócios, se insere neste contexto produtivo. Ainda afirmaram que, na matriz de custeio de aeroportos, a variável energia é muito forte e pode representar até 40% do custeio, dependendo do porte do terminal. Outra questão é a variável ambiental: hoje a Infraero se declara para sociedade como uma empresa ambientalmente responsável. Assim, a variável efficientização energética está nesta pauta.

No projeto objeto de estudo, a Infraero optou pela utilização do projeto de Palmas (TO) como modelo, e de acordo com o projetista, o órgão buscava a utilização de um projeto de sucesso que pudesse ser replicado em várias regiões do país. Isto significa que, partindo da utilização de um projeto padrão, o envoltório da edificação, um dos requisitos considerados para o programa de etiquetagem voluntária de edificações, não seria considerado.

A inexistência de um sistema para comunicação entre os agentes também representou fator complicador. Eram realizadas reuniões mensais em Joinville, mas a maioria dos participantes do processo de projeto não residia ou trabalhava naquela cidade. As reuniões eram registradas através de atas e tinham duração média de quatro horas. O número de participantes destas reuniões era de aproximadamente dezessete pessoas. Durante o período entre as reuniões mensais, a comunicação era feita através de e-mail ou fax, de forma isolada, ou seja, outros

intervenientes que poderiam se interessar pelas informações que circulavam, não tinham acesso a ela. Assim, a distância física entre os intervenientes do processo fez com que as dúvidas e assuntos pendentes, que deveriam ter sido resolvidos em grupo, demoraram no mínimo um mês para serem discutidos.

Por fim, uma série de normas internacionais, de vários órgãos, rege os projetos. Desta forma, depois de interpretadas, as normas deveriam ser aplicadas à realidade brasileira. Isso envolveu uma série de profissionais e demandou muito tempo de trabalho aos projetistas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 RESULTADOS ALCANÇADOS

Os resultados encontrados revelam que o projeto de aeroportos é uma atividade bastante complexa, condicionada a uma série de leis e normas, e que envolve inúmeros intervenientes de várias esferas e especialidades.

Por meio do estudo exploratório realizado, foi possível elencar todos os agentes envolvidos no processo de projeto de um aeroporto assim como a hierarquia destes agentes. O mapeamento do fluxo de informações possibilitou a identificação de lacunas importantes para a aplicação de requisitos de eficiência energética.

A partir da análise do mapa fica claro que a legislação internacional vigente para aeroportos representa um limitante do projeto, assim como a ausência de ferramentas de apoio que possam permitir a apuração de itens importantes relacionados à eficiência energética na fase do projeto.

Por isso, durante o processo de projeto verificou-se que não houve preocupação com eficiência energética. Cabe lembrar que na época em que foi desenvolvido o projeto do aeroporto de Joinville, não estavam disponíveis para utilização os programas de certificação hoje amplamente divulgados e em crescente aplicação no mercado brasileiro de construção civil.

Apesar disto, já existiam algumas normas desenvolvidas no campo das edificações, como por exemplo, a norma de desempenho térmico e norma para condicionamento. O estudo do processo mostrou que não houve preocupação com a carga instalada em termos de iluminação, uma vez que o projeto elétrico foi realizado por um engenheiro eletricitista, sem que houvesse um projeto luminotécnico específico para o aeroporto.

A preocupação com a questão energética é recente no âmbito da Infraero. Tendo em vista os problemas enfrentados pelo País em 2001, quanto ao fornecimento de energia elétrica, a INFRAERO deu início a estudos voltados a fontes alternativas, para o suprimento de energia elétrica nos Aeroportos. Dentre

essas alternativas, destaca-se a implantação de uma Planta de Cogeração de Energia, onde a energia elétrica necessária ao Aeroporto é gerada no próprio sítio aeroportuário, por meio de grupos motor-gerador que utilizam como combustível o gás natural. Além da total independência em relação ao sistema convencional de fornecimento de energia elétrica, a cogeração apresenta menores custos de operação e manutenção, gerando como subproduto a água gelada necessária para o sistema de ar condicionado, o que leva a um custo final da energia elétrica compensador. Em 2002, iniciou-se a implantação da Planta de Cogeração no Aeroporto de Recife, tendo sido aprovada a viabilidade de implantação do projeto nos Aeroportos de Maceió, Vitória, Santos Dumont, Galeão, Congonhas e Guarulhos (INFRAERO, 2002).

Atualmente está em desenvolvimento um projeto piloto que será chamado de Plano Diretor de Energia no qual a matriz energética do Aeroporto Salgado Filho (Porto Alegre-RS) será redesenhada em função de vários cenários. A idéia é que este trabalho seja desenvolvido junto a alguma universidade a qual irá estudar e desenhar os vários cenários. Estes cenários deverão considerar variáveis econômicas, sociais, políticas e ambientais, além de desenvolver para cada um deles estudos de viabilidade técnico-econômica. Com base no estudo dos diversos cenários a Infraero desenvolverá o planejamento estratégico para o desenvolvimento dos projetos de engenharia e as obras.

A falta de autonomia do arquiteto projetista nas decisões de projeto, o torna dependente de órgãos que regem e fiscalizam obras aeroportuárias. Isto implica maior demanda de tempo e geração de maior quantidade de informações a serem processadas pelos intervenientes.

A figura 14 mostra as principais lacunas identificadas no processo no que diz respeito à consideração dos requisitos de eficiência energética já identificados.

Há consideração de requisitos de eficiência energética, mas os critérios de consideração não são claros e não existe padrão de avaliação entre diferentes esferas.

O ante projeto do novo aeroporto nasce de um modelo já existente.

Contempla requisitos de eficiência energética aplicados somente à fase de uso da edificação; não há nada documentado neste aspecto sobre a prática de projeto.

Considera a cidade como cliente, observando questões geográficas, sociais e econômicas, mas não há nada relacionado especificamente à adequação do prédio à envoltória com relação ao consumo energético.

Tempo de serviço: os projetos começam a ser pensados quando o prazo de construção já está em andamento.

Não há consideração dos requisitos dos usuários do terminal nem de dados de consumo energético. Os retrofits são baseados apenas em requisitos operacionais.

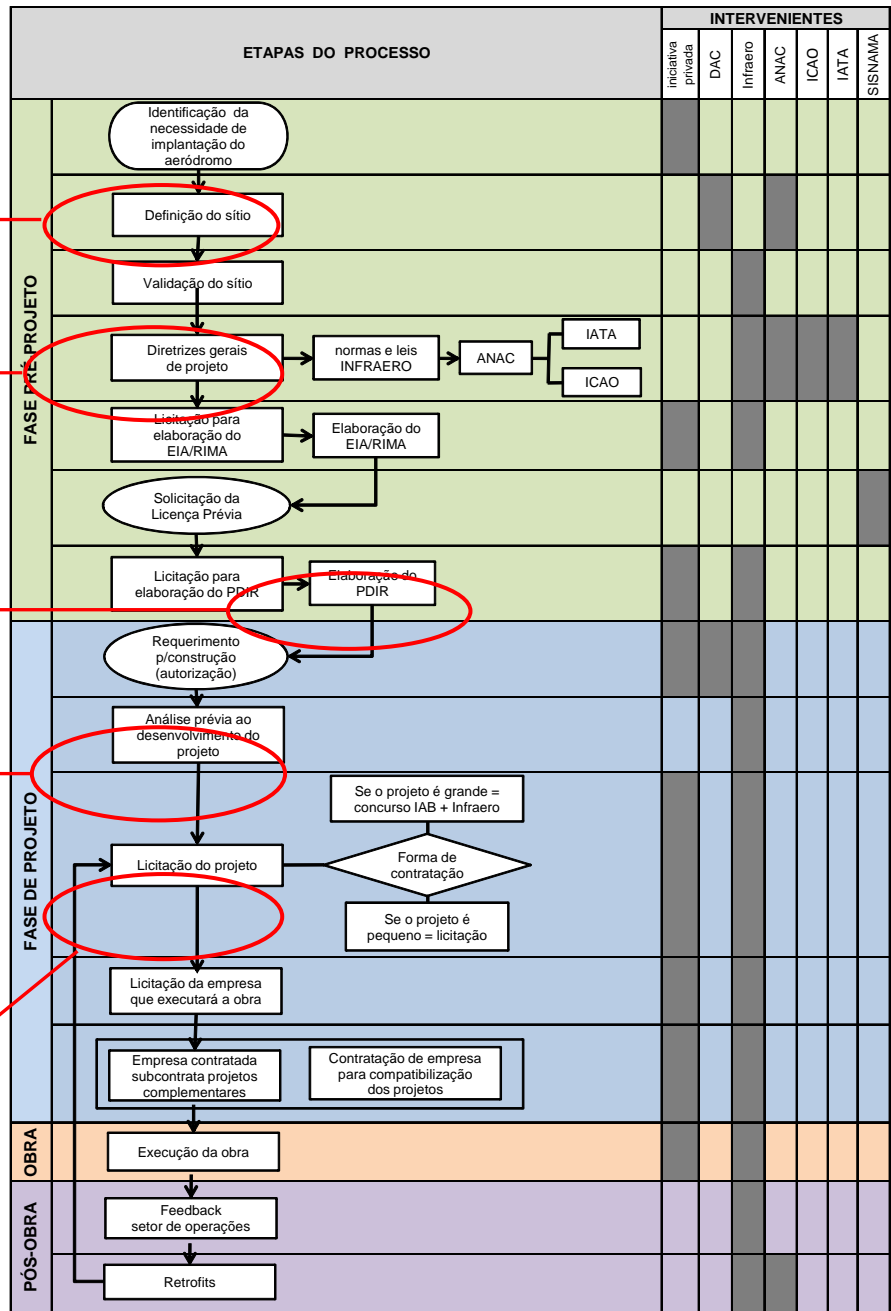


Figura 14 – Identificação das lacunas relacionadas à aplicação da eficiência energética em projetos de aeroportos

7.2 PRINCIPAIS CONCLUSÕES

O estudo exploratório permitiu a identificação de uma série de deficiências no processo de projeto que interferem diretamente na consideração dos requisitos de eficiência energética em edificações.

O fluxo do processo de projeto tem característica seqüencial, no qual cada aspecto ou especialidade de projeto foi desenvolvida de maneira independente. Assim, a interação entre as diversas especialidades de projeto foi praticamente nula, fazendo com que as interferências fossem resolvidas com uma compatibilização ao final do processo. A sobreposição dos diversos projetos apontou a necessidade de adaptações das incompatibilidades. Nesta fase, qualquer alteração de projeto é onerosa, tendo em vista que a construção já estava em andamento, com ciclos já encerrados com decisões que precisaram ser revistas em decorrência de demandas eventuais das etapas consecutivas. Fabrício(2002) aponta que a falta de interação entre as partes tem como conseqüência a eliminação da possibilidade de discussão de propostas alternativas de projeto.

Diante do exposto, o grande desafio consiste na transformação cultural dos agentes envolvidos no processo de construção de edificações aeroportuárias, inclusive dos órgãos públicos que gerenciam o projeto e a construção de tais edifícios. O poder público precisa perceber a importância do uso racional dos seus recursos e da modernização de seus métodos de gestão das obras.

A consideração de requisitos de eficiência energética pode e deve ser realizada já nas fases iniciais de concepção dos projetos. Profissionais habilitados para a confecção de cada projeto devem ser contratados. Para que a eficiência energética seja aplicada de maneira a não prejudicar os usuários dos terminais, algumas especialidades antes não consultadas devem ser envolvidas no processo de projeto, como por exemplo, um projetista especialista em iluminação que confeccionará um projeto lumínico que considere o fator conforto.

Neste ponto é importante salientar que a demanda atual é maior no campo das reabilitações e retrofits dos terminais. Por meio de entrevistas constatou-se que estes retrofits possuem como input apenas informações relacionadas ao

setor operacional do aeroporto, sem considerar requisitos dos usuários neste processo. Técnicos do departamento de engenharia da estatal afirmam que já houve interesse em realizar uma Avaliação Pós-ocupação, mas esta intenção não foi levada adiante. Um dos pontos vulneráveis do departamento de engenharia da Infraero é que ele projeta e executa obras com base em alguns requisitos operacionais que são dinâmicos e não estão documentados.

A envoltória do edifício é item que afeta diretamente o desempenho energético de um aeroporto. Assim, a elaboração de planos diretores e propostas para a construção de terminais devem obrigatoriamente considerar fatores ambientais e locais na escolha dos sítios. Projetos-padrão não são eficientes em qualquer sítio. Em muitos casos a eficiência energética seria beneficiada se fossem utilizados materiais locais que se adaptassem às características próprias de cada região do Brasil. A simulação destas edificações em programas computacionais específicos surgem como uma alternativa de auxílio à tomada de decisão na fase de projeto. Fazer uso destas ferramentas pode contribuir para a construção de edificações mais eficientes. Os planos diretores dão maior ênfase ao consumo de energia durante a fase de uso, mas deveriam considerar também os impactos das decisões de projeto sobre o desempenho energético da edificação.

A seleção de empresas com sede próxima ao local da obra é um facilitador para que haja maior interação entre os agentes envolvidos no processo de projeto. Neste aspecto, a legislação brasileira é um limitador, na medida em que não permite restringir a participação de empresas advindas de municípios, estados e países, mesmo distantes do local da obra licitada. É evidente a importância desta interatividade desde as fases iniciais de projeto, tornando o processo de compatibilização mais simples, visando à diminuição das alterações de projetos quando ciclos de produção já estiverem finalizados.

É importante relatar que avanços no campo de gestão de energia também foram observados junto a Infraero durante a realização da pesquisa. Hoje a empresa possui na sua estrutura uma área de meio ambiente e energia que cuida exclusivamente das questões ambientais e eficiência energética. Já se trabalha com energias alternativas, mas sempre considerando duas variáveis soberanas: a primeira delas é a segurança operacional dos terminais, que exige, por exemplo, níveis mínimos de iluminação de pista determinados pelo ICAO; e a outra variável é

o conforto do passageiro com relação, principalmente, ao condicionamento de ar. No entanto, a preocupação com a questão energética é muito recente e ainda está em processo de estruturação e desenvolvimento de soluções em fase piloto.

No que diz respeito à gestão da informação no processo de projeto, o aeroporto de Joinville foi o primeiro projeto da Infraero a contar com um profissional responsável pela compatibilização. Por recomendação do Tribunal de Contas da União (TCU) a Infraero passou a licitar os projetos de forma fracionada e no final do processo responsabilizar um único profissional para o trabalho de compatibilização. Alterações no projeto original podem surgir e estas são de responsabilidade do departamento técnico da Infraero, sem interferência da empresa que fez o projeto executivo.

No caso de Joinville, a empresa executora da obra é que subcontratou os projetos escolhendo por sua conta as empresas com as quais trabalharia. Baseada nas recomendações do TCU, a Infraero licita, atualmente, cada um dos projetos de um aeroporto, assim como a compatibilização final. Assim, um profissional que pode não ter acompanhado absolutamente nada do processo de projeto pode vir a ser o responsável pela compatibilização dos projetos arquitetônico e complementares. Ou seja, a gestão da informação neste processo é extremamente dificultada pelo processo burocrático desenvolvido.

Apesar da Infraero já demonstrar preocupação com variáveis ambientais e de energia, os critérios utilizados para avaliação destas em projetos não são claros e são balizados pelas questões operacionais. Não existe nenhum estudo ou intenção de mudanças na operação dos aeroportos em função do consumo energético ou impacto ambiental.

Diante do exposto, um grande passo seria a gestão do processo de projeto de aeroportos, a partir da consideração dos requisitos aqui identificados, nos programas de certificação e inclusive utilizando a metodologia proposta por estes para a inclusão e análise da eficiência energética nos projetos.

7.3 DIRETRIZES PARA INSERÇÃO DE REQUISITOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO PROCESSO DE PROJETO DE AEROPORTOS

As conclusões apresentadas propiciaram a geração das seguintes diretrizes para a inserção de requisitos de eficiência energética em projetos aeroportuários:

- a) Promoção de maior grau de interação entre os agentes participantes do processo de projeto;
- b) Preocupação com a compatibilização dos projetos desde a fase inicial de desenvolvimento;
- c) Inclusão da contratação de projetos específicos, elaborados por especialistas, como por exemplo, o projeto de programação visual aliada a um projeto lumínico que proporcione conforto aos usuários do terminal;
- d) Maior ênfase na consideração da envoltória na concepção dos projetos, evitando a utilização dos projetos padrão;
- e) Simulação computacional de desempenho energético dos projetos arquitetônicos propostos;
- f) Revisão das estratégias que norteiam a elaboração dos Planos Diretores Aeroportuários, deixando de enfatizar o consumo de energia apenas na fase de uso dos terminais;
- g) Previsão da implantação de fontes de energias alternativas já na fase de projetos dos terminais, ou adaptação dos projetos para a implantação destas fontes no futuro;
- h) Realização de reformas e retrofits considerando não apenas requisitos operacionais, mas também o conforto dos usuários aliado à economia de energia.

7.4 SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS

A presente pesquisa pode ser incentivo para estudos acerca dos temas aqui discutidos. Assim apresenta-se como sugestões para trabalhos futuros:

- a) Realização de estudos desta natureza, aplicados a outros tipos de obras de grande porte e confrontação dos resultados obtidos, objetivando a generalização da hipótese supracitada;
- b) Desenvolvimento de ferramentas de auxílio ao gerenciamento dos requisitos de eficiência energética durante o processo de projeto de obras complexas;
- c) Análise das influências no desempenho energético final de edificações em situações onde a empresa executora utilizar sistemas de certificação ambiental;
- d) Análise dos custos e benefícios da implementação de sistemas de certificação em terminais aeroportuários;
- e) Propor formas de utilização da tecnologia da informação visando a comunicação mais efetiva dos intervenientes do processo de projeto de obras complexas.

8 BIBLIOGRAFIA

8.1 BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA

ANGELONI, M.T. Elementos intervenientes na tomada de decisão. *Revista Ciência da Informação*, Brasília, v. 32, n. 1, p. 17-22, jan./abr. 2003.

AOUAD, G. Managing Construction Information Effectively Using Integrated Databases. In : PROCEEDINGS OF CIB W65 INTERNATIONAL SYMPOSIUM FOR THE ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION. London, 1996. *Anais...* London: CIB, 1996. v. III p. 14-22.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Instituto de Aviação Civil. *Manual de implementação de aeroportos*. 2004. 65 p. Disponível em:<<http://www.anac.gov.br/arquivos/pdf/manuallImplementacaoGeral.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2009.

_____. Comando da Aeronáutica. *IAC – 4301: Instrução para Autorização de Construção e de Registro de Aeródromos Privados*, de 21 de dezembro de 2001. 31p.

_____. Comando da Aeronáutica. *NSMA 58-146 - Norma para Elaboração, Revisão, Aprovação e Tramitação de Planos Diretores Aeroportuários*, de 06 de dezembro de 1994.

_____. Ministério da Aeronáutica. Departamento de Aviação Civil. *Instrução para concessão e autorização de construção, homologação, registro, operação, manutenção e exploração de aeródromos civis e aeroportos brasileiros*. Rio de Janeiro, 1990. (IMA 58-10 – IAC 2328-0790).

_____. Ministério da Aeronáutica. Comando Geral de Apoio. Diretoria de Engenharia da Aeronáutica. *Norma de Infra-estrutura*. Rio de Janeiro, 1979. (NSMA 85-2).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. *Implementação da Lei de Eficiência Energética: Relatório de atividades – maio a dezembro de 2002*. 88 p. 2002.

_____. Ministério das Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional*. MME On-line disponível em:<<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: jan. 2009.

_____. Ministério das Minas e Energia. Eletrobras. PROCEL On-line. Disponível em:<<http://www.procel.gov.br>>. Acesso em: jan. 2009.

BRITO, Alessandra M.A. *Diretrizes e padrões para produção de desenhos e gestão do fluxo de informações no processo de projeto utilizando recursos computacionais*. 2001. 149p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BUTZ, H.E.; GOODSTEIN, L.D. *Measuring Customer Value: Gaining the Strategic Advantage*. Organizational Dynamics, 1996. v. 24, p.63-77.

CSILLAG, J. M. *Análise do valor*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

CODINHOTO, Ricardo. *Diretrizes para o Planejamento e Controle Integrado dos Processos de Projeto e Produção*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CRUZ, A. L. G; RODRIGUES, C.T; NOVAES, A. G. Modelo Logístico para a Construção Civil. In: ENTAC 98 - VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, 1998. v.2, p. 81-89.

DAMELIO, R. *The Basics of Process Mapping*. New York: Taylor & Francis, 1996. 65p.

DAVENPORT, T. H. *Ecologia da informação: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação*. São Paulo: Futura, 1998.

DRUCKER, Peter. *O advento da nova organização*. Gestão do conhecimento. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

ELETRORBRAS. Relatório Anual 2003. 44pg.

ELETRORBRAS. *Extranet Eletrobrás: Apresentação do Programa PROCEL*. Disponível em: http://www.eletrorbras.gov.br/EM_Programas_Procel/default.asp
Acesso em: 20 out. 2009.

EVRARD, Y. *A satisfação dos consumidores: situação das pesquisas*. Tradução Ana Maria Machado Toaldo. Porto Alegre: PPGA/UFRGS, 1995. Tradução para fins acadêmicos.

FABRICIO, Márcio Minto. *Projeto simultâneo na construção de edifícios*. 2002. 350p. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

FARAH, M. F. S. *Tecnologia processo de trabalho e construção habitacional*. 1992. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FUNDAÇÃO CA VANZOLINI. Referencial técnico de certificação "Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA". Escritórios e Edifícios escolares – Out. 2007 - Versão 0.

FONTANINI, Patricia S. P. *Mentalidade enxuta no fluxo de suprimentos da construção civil* – aplicação de macro-mapeamento na cadeia de fornecedores de esquadrias de alumínio. 259p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola

de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

FORMOSO, C.T. *As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do Setor*. Texto apresentado na mesa redonda sobre perdas na construção civil. SINDUSCON/SP. São Paulo, maio 1996;

FORMOSO, C.; PITHAN, D. *Gestão da Qualidade na Construção Civil: estratégias e melhorias de processos em empresas de pequeno porte: relatório de pesquisa*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

FREITAS, H.; BECKER, J. L.; KLADIS, C. M.; HOPPEN, N. *Informação e Decisão - Sistemas de Apoio e Seu Impacto*. Porto Alegre: Ortiz, 1997.

GIAMPPÁ, S. Engenharia de Valor: uma possível saída diante da crise. *Revista da Associação Brasileira de Fundição – ABIFA*. Edição 90. Jul. 2008.

HORONJEFF, Robert. *Planning & Design Airports*. Ed.McGraw-Hill, 1975.

HUOVILLA, P; KOSKELA,L; LAUTANALA, M. *Fast or concurrent: the art of getting construction improved*. In: ALARCÓN, L. (Ed.). *Lean Construction*. Rotterdam: A.A. Balkema, 1997. p.143–159.

HUOVILA, P.; SÉREN, K. J. *Customer-oriented Design Methods for Construction Projects*. *Journal of Engineering Design*, v. 9, n. 3, 1998.

INFRAERO. *Relatório Anual 2002*. Brasília, Mar. 2003.

INFRAERO. *Tarifário: tarifas aeroportuárias e de navegação aérea*. Brasília, Set., 2009.

JACQUES, Jocelise J. *Contribuições para a gestão da definição e transmissão de informações técnicas no processo de projeto*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

JOHN, Vanderley M. Premissas para modelos de certificação. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO, 2008, São Paulo.

KAMARA, J. M.; ANUMBA, C. J.; EVBUOMWAN, N. F. Establishing and processing client requirements: a key aspect of concurrent engineering in construction. *Engineering, Construction and Architectural Management*, v. 7, n. 1, p. 15- 28, Mar. 2000b.

KARASINSKI, M.; ANTUNES, R. C.; DAMBROSKI, S. Psicologia Organizacional como Diferencial na Formação Empreendedora. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PARQUES TECNOLÓGICOS, 16., INCUBADORAS DE EMPRESAS; WORKSHOP ANPROTEC, 14., 2006, Brasília.

KORNEVALL, C. *Relatório Síntese: Factos e Tendencias EEE*. São Paulo: CIB Megatrends, 2008.

KOSKELA, L. Application of the New Production philosophy to Construction. *Technical Report n 72*. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University, 1992, 72 p

KOSKELA, L. *An exploration towards a production theory and its application to construction*. 2000. 296 f. Thesis (Doctor of Technology) - Technical Research Center of Finland, VTT Building Tecnology, Helsinki, 2000.

KOSKELA, L., HUOVILA, P. *On Foundations of Concurrent Engineering*. In: Lean Construction, A.A.Balkema, Rotterdam, 1997.

LAMBERTS, R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW, 1997.

LAMBERTS,R; TRIANA, M. *Documento 2.2 - Levantamento do estado da arte: Energia*. 2007. 94p. Projeto Finep 2386/04: Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. São Paulo.

LAMBERTS, R.; GOULART,S.; CARLO,J.; WESTHPAL,F.; PONTES, R. Regulamentação de Etiquetagem Voluntária de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais e Públicos. In: ENCONTRO NACIONAL, 9., LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., 2007, Ouro Preto.

LIMA, L.P. *Proposta de uma sistemática para o processamento de requisitos do cliente em empreendimentos habitacionais de interesse social*. 2007. 178p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MASCARÓ, J.L. *O custo das decisões arquitetônicas*. 4.ed. Porto Alegre: Masquatro Ed., 2006. 192p.

MANZIONE, Leonardo. *Estudo de métodos de planejamento do processo de projeto de edifícios*. 2006. 267p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

MARCHIORI, Patricia Zeni. A ciência e a gestão da informação: compatibilidades no espaço profissional. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 31, n. 2, p. 72-79, maio/ago. 2002.

MIRON, L.I.G. *Proposta de diretrizes para o gerenciamento dos requisitos do cliente em empreendimentos da construção*. 2002. 150p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

_____. *Gerenciamento dos requisitos dos clientes de empreendimentos habitacionais de interesse social: proposta para o programa integrado entrada da cidade em Porto Alegre/RS*. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

NASCIMENTO, V. de M., *Método para Mapeamento do Fluxo de Informações do Processo de Suprimento na Indústria da Construção Civil: um Estudo de Caso Múltiplo em Empresas do Subsetor Edificações*. Dissertação (Mestrado de

Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

NASCIMENTO, V. de M.; SCHOELER, S. L. *A contribuição do estudo do fluxo de informações para a integração da gerência de canteiro de obras e gerência central: uma abordagem teórica para o subsector edificações*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 18., 1998, Niterói. *Anais*. Niterói, 1998.

PANDOLFO, Adalberto. *Modelo de avaliação e comparação de projetos de habitação com base no valor*. Florianópolis, 2001. 176 p. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

PINTO, J.P. *Glossário de termos e Acrônimos*. Comunidade Lean Thinking. Julho de 2008. Disponível em: <http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/clt_glossario_leanthinking.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2009.

PIZZOL, W.A. O Mapeamento do fluxo de valor além da empresa. *Revista de Ciência e Tecnologia*, v.11, n. 22, p.67-68.

PMI. *Guia PMBOK*: um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de Projetos. 405p. Pensilvânia: PMI, 2004.

PRASAD, B. Review of QFD and related deployment techniques. *Journal of Manufacturing Systems*, v.17, n. 3, p. 221-234, 1998.

REIS, Tathiana. *Aplicação da mentalidade enxuta no fluxo de negócios da construção civil a partir do mapeamento do fluxo de valor*. estudos de caso. 113p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

RODRIGUES, Alana A. *O Projeto do Sistema de Produção no Contexto de Obras Complexas*. 2006. 166p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SALES, A.L.F.; BARROS NETO, J.P.; FRANCELINO, T.R. O fluxo de informação na construção civil: estudo aplicado em uma empresa construtora de Fortaleza. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto.

SALIBA, M.; FISHER, C. Managing customer value: a framework allows organisations to achieve and sustain competitive advantage. *Quality Progress*, Milwaukee, v. 33, n. 6, p. 63-69, Jun. 2000.

SBT - Siemens Building Technologies. *Eficiente gestão energética pode levar a diminuição de consumo de 40%* - Siemens ajuda a poupar energia nos aeroportos. Informação à Imprensa - 30 Out. 2007. Disponível em: https://www.swe.siemens.com/portugal/web/pt/sbt/imprensa/press/Documents/press_release_pdf_30_10_2007_1467389.pdf

SELIG, Paulo M. *Gerência e avaliação do valor agregado empresarial*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1993.

TAKINAMI, F. K. *Análise da cadeia de negócios: identificação de oportunidades de melhoria e gargalos*. 2009. 85p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Londrina.

TZORTZOPOULOS, P. *Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de Projeto de Edificações em Empresas Construtoras Incorporadoras de Pequeno Porte*. 1999.163p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ULAGA, W; CHACOUR, S. Measuring customer-perceived value in business markets: a prerequisite for marketing strategy development and implementation. *Industrial Marketing Management*, v. 30, p.525-40, 2001.

ULRICH, K.T.; EPPINGER, S.D. *Product Design and Development*. International Edition, UK: McGraw-Hill, 2000.

USGBC. LEED NC Versão 3.0. Rating System for New Constructions and Renovations, User Manual. Disponível em: <<https://www.usgbc.org/>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

WHITELEY, Richard C. *A empresa totalmente voltada para o cliente*. Trad. Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Campus; São Paulo: Publifolha, 1999.

WINCH, Graham M. *Managing Construction Projects: An Information Processing Approach*. UK: Blackwell Science, 2002.

WOOD, Hannah; GIDADO, Kassim. *Project Complexity in Construction*. In: The construction and building research conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors. London , United Kingdom.2008.

WOODRUFF,Robert.B. *Customer Value: The Next Source for Competitive Advantage*. *Journal of the Academy of Marketing Science*. v. 25, n. 2, p.139-153, 1997.

WOODRUFF,R.; SCHUMANN,D.W.; GARDIAL,S.F. *Understanding Value and Satisfaction from the Customers´s Point of View*. *Survey of Business*; Summer/Fall 1993; 29,1; ABI/INFORM Global. p. 33.

YIN, R. K. *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

8.2 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BARBOSA, M.J. *Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

CARLO, J., GUISI, E., LAMBERTS, R. e MASCARENHAS, A. *Energy Efficiency in the building regulation of Salvador*. In: Entac. Florianopolis-Brazil: ANTAC, 2006.

CRUZ, P.T.A. *Processo de Regulamentação da Eficiência Energética no Brasil*. In: Fórum de Eficiência Energética em Edificações. Rio de Janeiro, 2008.

FIDELIS, J.R.F.; CÂNDIDO, C.M. *A administração da informação integrada às estratégias empresariais*. Revista Perspectivas em Ciência da Informação, Belo Horizonte, v.11 n.3, p. 424-432, set./dez. 2006.

GRILO, Leonardo. *Diretrizes para a gestão do processo de projeto no segmento de obras por encomenda*. 2002. 370p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

ICAO. *Aerodrome Design Manual*. 2nd. Ed. [Montreal], 1984. 5v. V. 1: Runways. (Doc 9157-AN/901).

_____. *Aerodrome Design Manual*. 3. Ed. [Montreal], 1991. 5v. V. 2: Taxiways, aprons and holding bays. (Doc 9157-AN/901).

KAMARA, J.M.; ANUMBA, C. *Client Processing for Concurrent Life-Cycle Design and Construction*. In: Concurrent Engineering: Research and Applications. Vol.8, Number 2. June, 2000.

LABEEE/ Universidade Federal de Santa Catarina. LABEEE On-line. Disponível em <http://labeee.ufsc.br>

LAMBERTS, R.; MELO, A.P. *Eficiência nas Construções Sustentáveis – Etiqueta de Eficiência Energética em edificações comerciais*. In: Seminário Green Building Council, FEICON. São Paulo, 2009.

PAHL G.; BEITZ, W. *Engineering Design: a Systematic Approach*. London: Springer-Verlag, 1996.

PANDOLFO, A.; SELIG, P.; PANDOLFO, L.; KUREK, J.; BRANDLI, L.; LUBLO, R. *Modelo para avaliação e comparação de projetos de habitação com base no valor*. Gest. Prod., São Carlos, v. 14, n. 3, p. 521-533, set.-dez. 2007

PLETSCH, Estela. *O fluxo de Informações como Apoio à Tomada de Decisão: O caso da Central de Atendimento da Telet S.A.* 2003. 105p. Dissertação (Mestrado em

Administração) – PPGA, Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul , Porto Alegre.

RIBEIRO, J.L.D.; ECHEVESTE, M.E.; DANILEVICZ, A.M.F. *A utilização do QFD na otimização de produtos, processos e serviços*. Série Monográfica Qualidade. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Ed.FEENG/UFRGS. Porto Alegre, RS.