



CONSIDERAÇÃO DE REQUISITOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PROJETOS DE AEROPORTOS: UM ESTUDO DE CASO

Fernanda Selistre da Silva Scheidt (1); Ercília Hitomi Hirota (2)

(1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento – Universidade Estadual de Londrina, Paraná, Brasil – e-mail: fselistre@terra.com.br

(2) Departamento de Construção Civil – Centro de Tecnologia e Urbanismo – Universidade Estadual de Londrina, Paraná, Brasil – e-mail: ercilia@uel.br

RESUMO

Este artigo 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 setor da construção civil é caracterizado pela fragmentação entre os diversos agentes da cadeia produtiva e a falta de integração entre eles. O atendimento aos requisitos de eficiência energética aumenta ainda mais a complexidade do PDP (Processo de Desenvolvimento do Produto) na construção civil. Torna-se necessário, então, buscar instrumentos gerenciais que auxiliem o projetista a analisar as restrições e *trade offs* no PDP 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. A decisão de analisar o processo de projeto de aeroportos surgiu pelo fato destas edificações serem caracterizadas pela complexidade, apresentarem alto consumo energético e grande impacto ambiental. A partir de uma etapa de revisão bibliográfica, foram identificados os requisitos de eficiência energética a serem considerados na prática de projeto. O estudo teve seqüência com a elaboração do macro mapeamento do PDP, em um estudo de caso. 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. O artigo conclui apresentando diretrizes para a inserção dos requisitos de eficiência energética identificados a partir da revisão bibliográfica no processo de projetos de aeroportos.

Palavras-chave: processo de projeto, gestão da informação, eficiência energética, aeroportos.

1. INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento de um produto (PDP) envolve um conjunto de atividades interdisciplinares que se iniciam com a identificação de requisitos do cliente e terminam com a entrega do produto fabricado, passando pela concepção, projeto e fabricação (ULRICH e EPPINGER, 2000). A maior ou menor eficácia desse processo quanto à agregação de valor ao produto está vinculada à eficácia na captura dos requisitos do cliente, na etapa inicial do processo, e no uso eficiente da informação ao longo do PDP.

Codinhoto (2003) discute o conceito de PDP adotado na manufatura e sua adaptação ao contexto da Construção Civil. Esse autor destaca a falta de sistematização na captura de requisitos de cliente e o envolvimento de um grande número de profissionais ao longo desse processo, sem um controle adequado sobre a consideração desses requisitos nas decisões tomadas, como problemas recorrentes no desenvolvimento de produtos na construção civil. No entanto, Codinhoto (2003) ressalta que a maior competitividade do mercado tem exigido maior agregação de valor ao produto e, portanto, maior atenção ao gerenciamento de requisitos de cliente ao longo do PDP.

A consideração dos requisitos de eficiência energética no PDP 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* na etapa de desenvolvimento do projeto 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. Kornevall (2008) afirma que a fragmentação e falta de integração entre os diversos agentes da cadeia produtiva, características do setor da construção, representam barreiras importantes à eficiência energética em edifícios.

O custo de uma construção ambientalmente correta não difere significativamente de um empreendimento usual (JOHN, 2008). 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 sensivelmente mais significativas do que a economia obtida.

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. 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).

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 complexidade da infra-estrutura necessária para operação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O Processo de Projeto no PDP e suas abordagens

A literatura fornece diversas definições para o 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 identificação dos requisitos do cliente, a tradução destes em especificação de projeto, o desenvolvimento de um conceito, o projeto do produto, a validação do produto, o lançamento no mercado e, por fim, a coleta e disseminação de informações para retroalimentação do processo.

A etapa de projeto do produto, no PDP, é caracteristicamente aquela que transforma os requisitos do cliente em atributos do produto. No entanto, Koskela (2000) ressalta que a ênfase no processo de projeto não deve recair apenas nessa transformação de informações, mas deve considerar também a eficiência no fluxo de informações e a eficácia no atendimento às necessidades dos clientes, ou seja, na agregação de valor ao produto. Tal entendimento deu origem à Teoria TFV (Transformação, Fluxo e Valor), a qual se aplica tanto ao processo de produção como ao projeto. Koskela (2000) argumenta que, apesar do sistema de produção e a prática de projeto apresentarem métodos e práticas diferentes, a teoria TFV fornece uma base teórica para o projeto.

Ao equiparar o processo de projeto ao de produção, Huovila et al. (1997) consideram que no processo de projeto somente 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. No entanto, Koskela (2000) pondera que os conceitos de transformação, fluxo e geração de valor não são alternativos e não competem entre si, muito pelo contrário, se complementam no processo de gestão da produção.

2.2. 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.

Muitas vezes, os termos dados e informações são usados indistintamente, quando na verdade designam dois diferentes conceitos. Segundo Davenport (1998, p. 19), dados são incapazes de diminuir o grau de nossas incertezas e não fornecem qualquer base sustentável para a tomada de decisão. São elementos brutos, desvinculados da realidade e sem significado (ANGELONI,2003) que constituem a matéria-prima da informação. Desta forma, dados sem qualidade levam a informações e decisões da mesma natureza.

Sendo o dado a matéria-prima para a informação, Nascimento (1999) define a informação como 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) 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.

Aouad (1996) 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 inicio 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.

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, aumento da produtividade.

2.3. Requisitos

Requisitos do cliente correspondem às funções, atributos e demais características do produto ou serviço requerido por um cliente (KAMARA et al., 2000) e se referem às expectativas e necessidades do cliente final, bem como de outros clientes (internos e externos ao processo).

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. A bibliografia permite 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 (WOODRUFF, 1997; SALIBA E FISHER, 2000; ULAGA E CHANCOUR, 2001).

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 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.

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

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.

2.4. A eficiência energética com o enfoque de requisito

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. No entanto, até o presente momento, no que se refere à 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.

No cenário internacional, o uso de diretrizes e normas tem sido efetivo no estabelecimento de medidas de eficiência energética em edificações. No Brasil, embora as edificações sejam responsáveis por 48% da energia consumida no país, ainda não foram implementadas normas de eficiência energética em edificações (ELETROBRAS, 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.

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 buscando fontes alternativas para o suprimento de energia elétrica nos Aeroportos. Dentre essas alternativas, destaca-se a implantação de uma Planta de Co-geração de Energia, na qual 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 co-geração 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 deste sistema 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, 2003).

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 vigor no Brasil o Programa Brasileiro de Etiquetagem, com o Regulamento Técnico do Nível de Eficiência Energética de Edificações

Comerciais, de Serviço e Públicas (RTQ-C) em vigor desde junho de 2009. 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 eficientização da edificação a serem observados na fase de projeto.

Diante da análise dos diversos programas de certificação e etiquetagem de edificações em utilização no Brasil, é possível apurar os construtos 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 1 apresenta o mapeamento dos construtos e variáveis e as relações entre elas durante o processo de projeto.

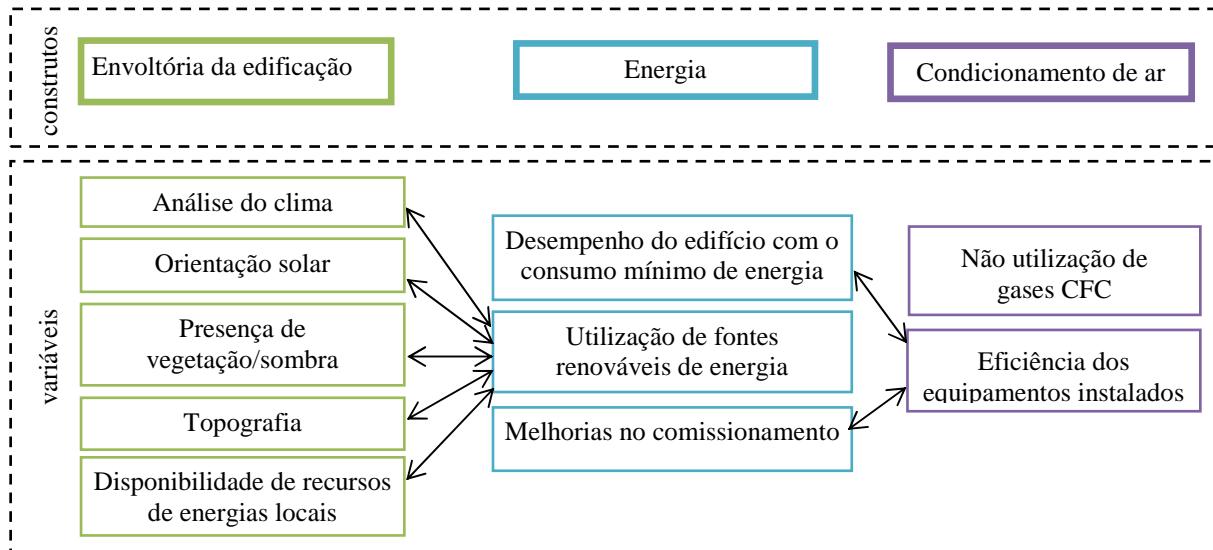


Figura 1 – Mapa de construtos e variáveis do estudo.

A partir disso, conclui-se que os requisitos a serem observados na etapa de projeto de edificações que buscam a eficientização 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.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Após uma revisão de literatura, o estudo teve início com a identificação dos requisitos de eficiência energética, também realizada através de revisão bibliográfica, resultando em um mapa de construtos e

variáveis para a elaboração de um protocolo para o processo de coleta e análise de dados no estudo de caso desenvolvido. Paralelamente, 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.

Buscou-se 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. 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 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 no modelo de 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.

3.1. 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. 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 permitiu elencar os envolvidos no processo de projeto para posteriormente entender como funciona a estrutura dos principais órgãos envolvidos. A figura 2 ilustra o número de clientes internos e a relação criada entre eles ao longo do processo de concepção e obra do aeroporto de Joinville.

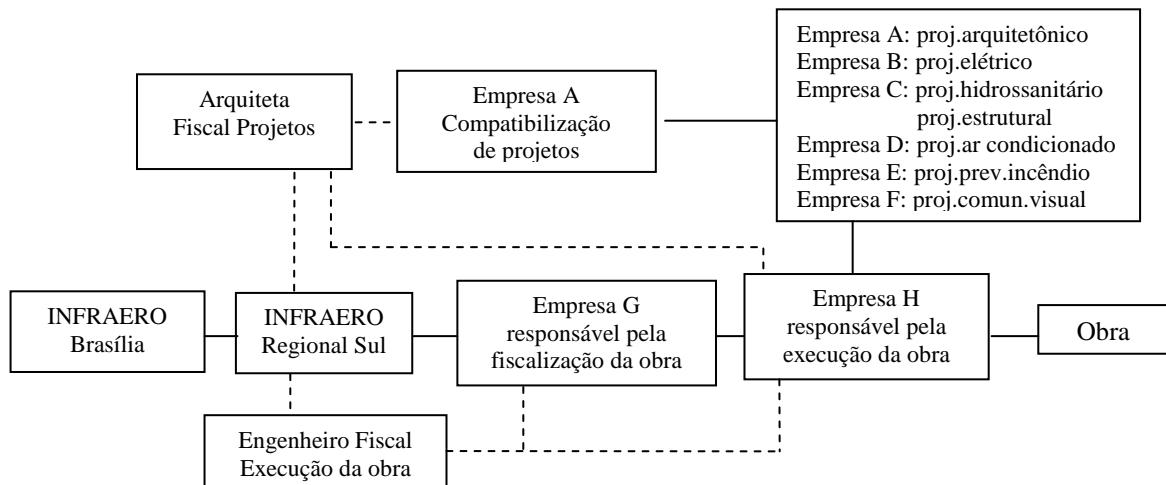


Figura 2 – Clientes envolvidos no processo e a relação entre eles.

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 desta.

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 são responsáveis por todas as obras de sua regional (RS,SC e PR), se fez necessária a contratação, através de processo licitatório, de uma empresa para fiscalização direta da obra. Após a seleção da empresa que executará a obra, esta passa a ser responsável pela contratação de todos os projetos complementares e a compatibilização dos mesmos com o projeto arquitetônico.

Cada empresa subcontratada passa a administrar 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 cabe 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 uma série de retrabalhos para muitos dos especialistas envolvidos, implicando, consequentemente, em maior demanda de tempo para a finalização do projeto.

4. RESULTADOS ALCANÇADOS

Por meio das entrevistas também foi possível traçar o macro mapeamento, conforme figura 3, levantando todas as etapas que antecedem e influenciam 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 para a etapa de elaboração do projeto.

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. O mapeamento do fluxo de informações possibilitou a identificação de lacunas importantes para a aplicação de requisitos de eficiência energética no PDP.

A partir da análise do mapa fica claro que durante o processo de projeto a preocupação com eficiência energética foi praticamente nula. Cabe lembrar que na época em que foi desenvolvido o projeto do aeroporto de Joinville, entre os anos de 2002 e 2004, 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 normas desenvolvidas no campo das edificações, como por exemplo, a norma de desempenho térmico e a 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 eletricista, sem que houvesse um projeto luminotécnico específico para o aeroporto.

A falta de autonomia do arquiteto projetista nas decisões de projeto, o torna dependente dos 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 3 mostra as principais lacunas identificadas no processo no que diz respeito à consideração dos requisitos de eficiência energética já identificados.

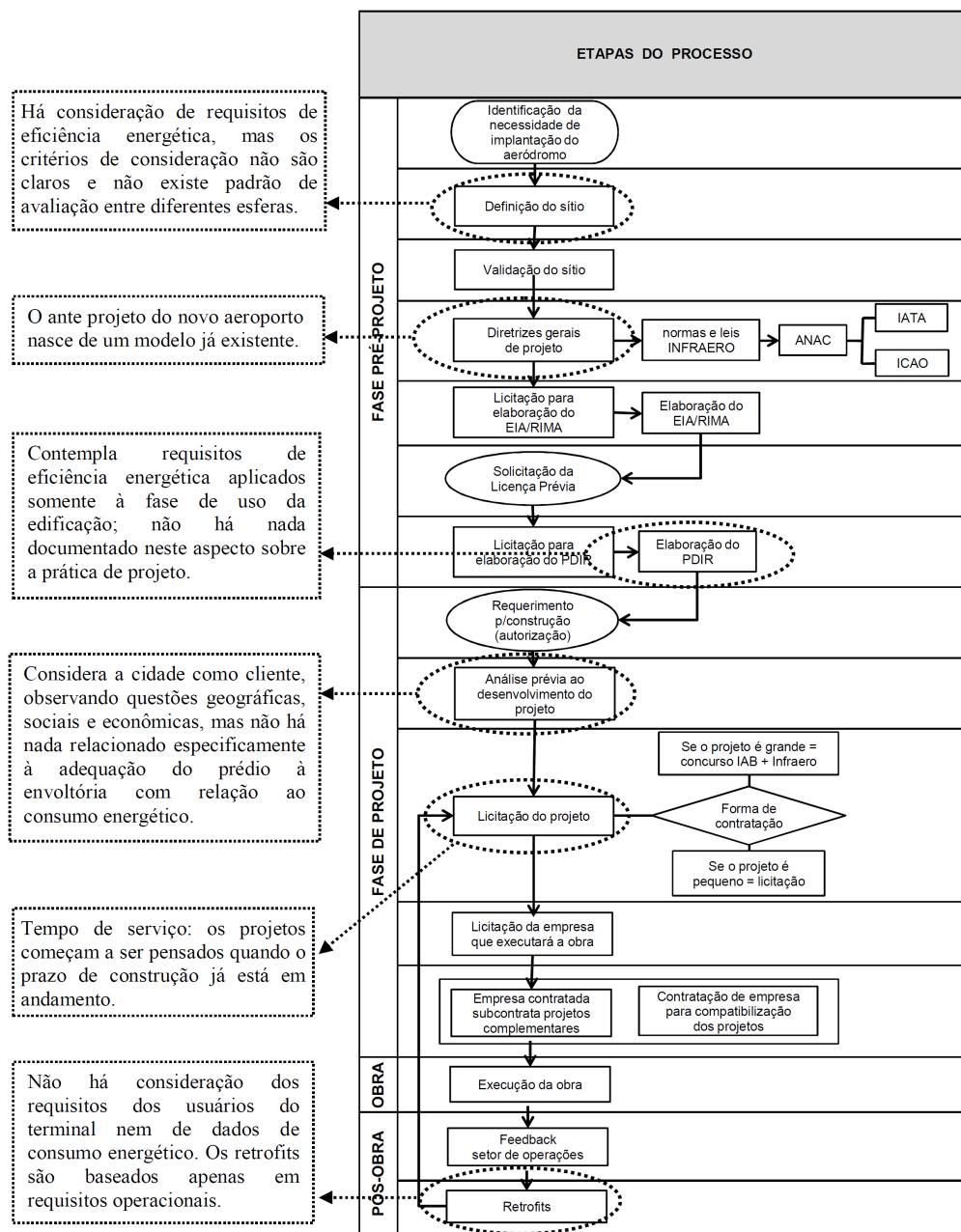


Figura 3 – Macro mapa do processo de projeto e identificação das lacunas relacionadas à aplicação da eficiência energética em projetos de aeroportos

5. 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 projetos aeroportuários.

O fluxo do processo de projeto teve característica sequencial, 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. 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.

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. Através das entrevistas foi constatado que estes *retrofits* possuem como *input* apenas informações relacionadas ao setor operacional do aeroporto, sem considerar requisitos dos usuários neste processo. 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. 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 país. A simulação das edificações em programas computacionais específicos surge 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, a medida 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 (*International Civil Aviation Organization*); 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, baseada nas recomendações do Tribunal de Contas da União (TCU), a Infraero hoje licita 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.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à CAPES pela concessão de bolsa de mestrado a Fernanda Selistre da Silva Scheidt.

6. BIBLIOGRAFIA

- ANGELONI, M.T. *Elementos intervenientes na tomada de decisão*. Revista Ciência da Informação, Brasília, v. 32, n. 1, p. 17-22, jan./abr. 2003.
- DAMELIO, R. *The Basics of Process Mapping*. New York: Taylor & Francis, Inc., 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.
- ELETROBRAS. Relatório Anual 2003. 44pg.
- 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.
- INFRAERO. Relatório Anual 2002. Brasilia, DF. Março de 2003.
- JACQUES, Jocelise J. *Contribuições para a gestão da definição e transmissão de informações técnicas no processo de projeto*. PPGEC, UFRGS, Porto Alegre, 2000.
- JOHN, Vanderley M. *Premissas para modelos de certificação*. In: Encontro Internacional de Sustentabilidade na Construção. Junho de 2008. São Paulo.
- KORNEVALL, C. *Relatório Síntese*. CIB Megatrends, 2008. São Paulo.
- KOSKELA, L. *An exploration towards a production theory and its application to construction*. 2000. 296 f. Thesis. Technical Research Center of Finland, VTT Building Technology, Helsinki, 2000.
- KOSKELA, L., HUOVILA, P. *On Foundations of Concurrent Engineering*. In: *Lean Construction*, A.A.Balkema, Rotterdam, 1997.
- LAMBERTS,R; TRIANA,M. *Documento 2.2 - Levantamento do estado da arte: Energia*. 2007. 94p. Projeto Finep 2386/04. São Paulo.
- LIMA, L.P.. *Proposta de uma sistemática para o processamento de requisitos do cliente em empreendimentos habitacionais de interesse social*. 2007. 178p. PPGEC, UFRGS, Porto Alegre.
- MASCARÓ, J.L. *O custo das decisões arquitetônicas*. Porto Alegre, RS. Masquatro Editora, 2006. 192p.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. *Implementação da Lei de Eficiência Energética: Relatório de atividades – maio a dezembro de 2002*. 88pg.
- MIRON, L.I.G. *Proposta de diretrizes para o gerenciamento dos requisitos do cliente em empreendimentos da construção*. 2002. 150pg. PPGEC, UFRGS, 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*. PPGEP, UFSC, Florianópolis, 1999.
- PANDOLFO, Adalberto. *Modelo de avaliação e comparação de projetos de habitação com base no valor*. Florianópolis, 2001. 176 p. PPGEP, UFSC, 2001.
- 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.
- ULAGA, W; CHACOUR, S. *Measuring customer-perceived value in business markets: a prerequisite for marketing strategy development and implementation*, Industrial Marketing Management, 2001. Vol.30 p.525-40.
- ULRICH, K.T.; EPPINGER, S.D. *Product Design and Development*. International Edition, UK: McGraw-Hill, 2000.
- WINCH, Graham M. *Managing Construction Projects: An Information Processing Approach*. UK:Blackwell Science Ltd., 2002.
- WOODRUFF, Robert.B. *Customer Value: The Next Source for Competitive Advantage*. Journal of the Academy of Marketing Science. Vol.25, nº2, 1997. p.139-153.