

Diretrizes para a melhoria dos processos de projeto, aquisição e instalação de elevadores utilizando conceitos de gestão da cadeia de suprimentos

Guidelines for the improvement of design, procurement and installation of lifts using supply chain management concepts

Marcelo Menna Barreto Azambuja
Carlos Torres Formoso

Resumo

O presente artigo propõe diretrizes para a melhoria dos processos de projeto, aquisição e instalação de elevadores utilizando conceitos de gestão da cadeia de suprimentos. A pesquisa foi dividida em três etapas. Inicialmente, foi realizada uma caracterização inicial dos processos e problemas existentes, compreendendo uma revisão bibliográfica e a aplicação de entrevistas com arquitetos, engenheiros e especialistas em construção civil. Na segunda etapa foi realizado um estudo de caso do relacionamento dos agentes da cadeia, de forma a detalhar os fluxos de materiais e informações entre os mesmos. Assim, foram realizadas entrevistas com fabricantes e montadores de elevadores, visitas em canteiros de obras, análise de documentos e um levantamento de percepções com usuários finais de elevadores. Finalmente, os dados foram analisados visando propor melhorias nos processos estudados. Problemas relacionados às práticas de cooperação, à falta de integração e coordenação dos fluxos de materiais e informações entre os agentes indicam oportunidades para a aplicação dos conceitos na melhoria dos processos.

Palavras-chave: gestão da cadeia de suprimentos, integração de processos, fluxos de materiais e informações, elevadores

Abstract

This paper proposes guidelines to improve the process of design, procurement and installation of lifts, using supply chain management concepts. The research study was divided into three stages. Initially, the lift design, procurement and installation process and its main problems were described in general terms, based on a literature review and also on interviews with architects, engineers and specialists in construction management and engineering. In the second stage, a case study on the relationship between the agents was carried out, aiming to identify problems in both material and information flows. That involved interviews with lift manufacturers and installers, visits to construction sites, analysis of documents, and also a survey with lift final users. In the final stage, data were analyzed and a set of guidelines for improving the process under investigation was proposed. Problems related to the insufficient co-operation between agents and to the lack of coordination and integration of material and information flows were identified, suggesting that there are opportunities to apply supply management concepts for process improvement.

Keywords: supply chain management, process integration, materials and information flows, lifts

Marcelo Menna Barreto Azambuja
Núcleo Orientado para a
Inovação da Edificação
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio
Grande do Sul
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º
Andar, Centro
CEP 90035-190 - Porto Alegre,
RS - Brasil
Tel. (51) 3316 3518
Fax (51) 3316 4054
E-mail: euricoga@terra.com.br

Carlos Torres Formoso
Núcleo Orientado para a
Inovação da Edificação
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio
Grande do Sul
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º
Andar, Centro
CEP 90035-190 - Porto Alegre,
RS - Brasil
Tel. (51) 3316 3518
Fax (51) 3316 4054
E-mail: formoso@ufrgs.br

Recebido em 10/09/03
Aceito em 03/02/04

Introdução

A importância de gestão da cadeia de suprimentos

Ao longo dos últimos anos, a economia brasileira e também a mundial têm sofrido mudanças importantes. No âmbito interno das empresas, continuam os esforços para tornar os processos mais eficientes e pela adoção de sistemas de gestão mais modernos. No âmbito externo, multiplicam-se as fusões, aquisições, terceirizações e alianças estratégicas entre as empresas (WOOD; ZUFFO, 1998).

Parte considerável destas mudanças está inserida em um contexto maior de alterações em diversos segmentos industriais, entre as quais se pode destacar as seguintes: clientes mais exigentes e informados a respeito dos produtos e serviços oferecidos, avanços tecnológicos nas áreas de informação e comunicação, a utilização da internet, a crescente pressão competitiva sobre as empresas, a redução do ciclo de vida dos produtos e a tendência de globalização das operações (BALLOU et al., 2000; BOVET; MARTHA, 2001; CHING, 1999; CHRISTOPHER, 1997).

Neste sentido, para poder adaptar as suas estruturas às atuais exigências do mercado, as empresas estão sendo forçadas a reformular as suas atividades e decisões, e também a oferecer produtos e serviços com menor preço e melhor qualidade, tendo como objetivo primordial a satisfação dos seus clientes (CHING, 1999).

Segundo Handfield e Nichols Jr (1999), qualquer que seja a atividade realizada por uma empresa, seja fornecendo serviços, fabricando componentes ou vendendo produtos diretamente para clientes finais, esta faz parte de uma ou mais cadeias de suprimentos. Logo, os custos totais dos produtos e o nível de serviço prestado ao cliente são afetados não apenas pela estrutura da cadeia de suprimentos, mas também pela eficácia da sua coordenação (CHRISTOPHER, 1999). O mesmo autor afirma que algumas empresas perceberam este fato e passaram a dar uma maior ênfase ao gerenciamento da cadeia de suprimentos no desenvolvimento das suas estratégias empresariais.

Segundo Ballou et al. (2000), a cadeia de suprimentos é o conjunto de atividades relacionadas com a transformação e o fluxo de bens e serviços, incluindo os fluxos de informações associados, desde as fontes de matérias-primas até o consumidor final. Para os mesmos autores, a sua gestão refere-se à

integração destas atividades, tanto no ambiente interno, como no âmbito externo das empresas. Lambert e Cooper (2000), por sua vez, entendem que a gestão da cadeia de suprimentos compreende a integração e coordenação das atividades e processos ao longo das empresas integrantes da cadeia.

Se o movimento pela qualidade chamou a atenção para as perdas relacionadas a retrabalhos e refugos na produção, o novo foco na gestão das cadeias indica que as ineficiências são ainda maiores quando se analisa uma cadeia como um todo. Neste contexto, normalmente cada membro da cadeia busca atingir individualmente os seus objetivos, demonstrando uma preocupação com o seu próprio desempenho (LUHTALA et al., 1994). Conseqüentemente, pode ocorrer uma subotimização do desempenho da cadeia como um todo. Segundo Womack e Jones (1998) e Davis (1993), a melhoria de processos isolados pode ocasionar um aumento considerável no nível de estoques de produtos intermediários e finais dentro do sistema, acarretando não apenas um aumento dos custos totais e do *lead time*¹ do produto na cadeia, mas também um impacto reduzido na geração de valor para o cliente final. Desta forma, para que as empresas consigam obter vantagens competitivas no mercado, o esforço de melhoria não deve estar restrito apenas aos seus limites, mas também deve estender-se a todas as partes envolvidas, fora do seu domínio de atuação.

Alguns elementos relevantes envolvidos na gestão da cadeia de suprimentos, que serviram de referência para o desenvolvimento do presente trabalho foram:

Envolvimento dos agentes durante o desenvolvimento do produto: o envolvimento de projetistas e fornecedores em etapas iniciais do projeto pode levar à redução dos tempos de ciclo no desenvolvimento de produtos e facilita a coordenação entre as funções de compra e engenharia dos clientes. Assim, muito tempo e custos associados com as atividades da função de compras são economizados e os esforços podem ser direcionados para a gestão dos fornecedores (COOPER; ELLRAM, 1993).

¹ *Lead time* significa o tempo total decorrido entre o pedido de um produto e a entrega do mesmo para o cliente final (LUHTALA et al., 1994). Buscou-se utilizar a expressão em inglês, devido ao fato de não existir um consenso sobre qual o melhor termo em português que expresse o mesmo conceito.

Parceria: pode ser definida como o compromisso de longo prazo entre duas ou mais organizações que se relacionam com base na confiança, dedicação a propósitos comuns e conhecimento mútuo das expectativas e valores individuais. Através de parceiras as cadeias de suprimentos buscam melhorar a eficiência das operações, reduzir custos, aumentar a inovação e introduzir a melhoria contínua de produtos e serviços (CHRISTOPHER, 1999).

Compartilhamento e monitoramento de informações: a verdadeira integração da cadeia está diretamente ligada à disposição dos participantes em compartilhar informações, sobretudo aquelas relativas à demanda, disponibilidade de estoque e programação da produção (CHRISTOPHER, 1999). Com relação ao monitoramento da informação, não é necessário que todos os membros tenham acesso às mesmas informações, porém devem ter em mãos as informações que precisam para melhor gerenciar suas interfaces na cadeia (COOPER; ELLRAM, 1993).

Planejamento conjunto: no modelo tradicional de gestão, o planejamento entre os membros da cadeia está focado na transação e no curto prazo. A diferença fundamental da gestão da cadeia de suprimentos é a consideração de um planejamento que envolva mais de um par de membros no planejamento do processo, incluindo fornecedores de vários níveis da cadeia. Para atingir esse propósito, estas empresas devem estabelecer objetivos comuns de longo prazo (no nível de planejamento estratégico do negócio de cada agente) e compartilhar informações em tempo real, a fim de operacionalizar de uma forma eficaz os planejamentos de nível tático e operacional da produção (COOPER; ELLRAM, 1993).

Resposta rápida do sistema e gerenciamento eficaz da demanda: a presença de grandes quantidades de estoques distribuídos pela cadeia pode ser consequência de três fontes de variabilidade. A variabilidade inerente ao processo de produção, a variabilidade dos fornecedores e, por fim, a variabilidade na demanda dos clientes (DAVIS, 1993). Esta última tem origem nos padrões irregulares de pedidos e, portanto, a gestão da demanda é muito importante para a gestão da cadeia de suprimentos. A gestão da demanda deve equilibrar os requisitos dos clientes com as capacidades de suprimento dos fornecedores. Aliado a isto, os processos de produção devem ser flexíveis para que tenham capacidade de resposta às alterações do mercado. Mudanças como processamento de pedidos *just-in-time*, prioridades

de produção estipuladas conforme as datas de entrega e alterações no fluxo de produção podem levar à redução dos tempos de ciclo e do *lead time* do produto na cadeia e, assim, introduzir melhorias na qualidade da resposta aos clientes. Um sistema eficiente pode, por exemplo, informar dados diretamente dos pontos de venda e, desse modo, reduzir a incerteza e introduzir melhorias nos fluxos da cadeia (LAMBERT; COOPER, 2000).

A gestão da cadeia de suprimentos na indústria da construção

A indústria da construção civil também está inserida neste cenário de transformação na gestão das empresas, mais especificamente em sua estrutura produtiva, o que tem gerado uma maior preocupação com o desenvolvimento e gestão da cadeia de suprimentos (PEREIRA et al., 2000). Os mesmos autores justificam que o setor de construção de edifícios, em especial, tem sido afetado por essas transformações principalmente devido a algumas particularidades inerentes ao processo fragmentado de construção, tais como o crescente número de projetistas envolvidos, o aumento da parcela de trabalho subcontratado e o elevado número de fornecedores de insumos.

Em um estudo realizado pelo McKinsey Global Institute (1998), concluiu-se que a falta de integração entre os agentes é efetivamente uma das principais causas da baixa produtividade da indústria da construção civil brasileira. Existe, portanto, a necessidade de integrar os processos e operações realizadas pelos agentes da cadeia, principalmente construtores e fornecedores de materiais e componentes de construção (ISATTO, 1996; SILVA; CARDOSO, 1999). Assim, da mesma forma como acontece em outras indústrias, os agentes das cadeias pertencentes à construção civil precisam conscientizar-se sobre a importância da adoção de uma visão sistêmica da cadeia de suprimentos.

No âmbito das pesquisas realizadas na área de construção civil, grande parte dos trabalhos a respeito do tema explora a descrição e modelagem qualitativa das cadeias da construção através de conceitos da gestão da produção visando a identificar potenciais de melhorias para os processos como um todo (O'BRIEN et al., 2002).

Vrijhoef e Koskela (2000) identificaram três principais características comuns às cadeias de suprimentos da construção civil. Primeiramente, existem muitos problemas e perdas nestas cadeias, embora estes sejam frequentemente desprezados

ou não sejam transparentes para os seus membros. Em segundo lugar, as causas dos problemas e perdas raramente situam-se no mesmo estágio da cadeia em que estes são descobertos, mas, em geral, numa atividade ou processo previamente executado por outro membro da cadeia. Finalmente, a maioria das perdas e problemas é causada por um “controle míope” das cadeias de suprimentos, ou seja, os membros da cadeia não estão preparados para considerar os efeitos das suas decisões e atividades sobre o sistema.

No entanto, segundo O’Brien et al. (2002), é fundamental o desenvolvimento de pesquisas que abordem a modelagem das cadeias de forma integrada com os conceitos da economia industrial, ou seja, há a necessidade de estudos que enfoquem não apenas o contexto dos empreendimentos de construção, mas também o contexto industrial no qual as empresas se encontram. Dessa forma, questões relativas à caracterização dos relacionamentos entre as empresas, dos mercados em que as mesmas atuam, da distribuição de poder entre as empresas rivais e da organização industrial do setor no qual as empresas estão incluídas podem contribuir efetivamente para um melhor entendimento dos modelos gerados.

O presente artigo apresenta parte dos resultados de uma dissertação de mestrado (AZAMBUJA, 2002), que se insere no esforço de melhoria da gestão das cadeias de suprimentos da construção civil. O seu objetivo é identificar, explorar e sugerir melhorias, baseadas nos conceitos da gestão da cadeia de suprimentos, para os problemas dos processos de projeto, aquisição e instalação de elevadores relacionados com a falta de integração da cadeia produtiva. As razões que justificaram a escolha da cadeia foram: (a) os altos custos relacionados com a aquisição, produção e manutenção deste componente; (b) a cadeia de suprimentos do elevador está relacionada com a produção de um componente tecnologicamente avançado, que não possui problemas básicos de qualidade a resolver, sendo possível concentrar maior atenção nas questões de integração; (c) o elevador é um produto que traz consigo a lógica de subsistema, no qual o fabricante fornece o projeto, a instalação e outros serviços associados – é, portanto, uma cadeia que possui algumas características que se espera para as outras cadeias no futuro; (d) como os elevadores, em geral, são projetados e produzidos sob encomenda (*engineer-to-order*) e são altamente customizados, podem ter grande impacto no processo de projeto e no planejamento da produção; e (e) existem poucos

estudos sobre os problemas existentes nessa cadeia.

Método de pesquisa

O desenvolvimento da pesquisa foi dividido em três grandes etapas: revisão de literatura e estudo exploratório sobre os processos constituintes da cadeia de suprimentos de elevadores (Etapa 1); realização de um estudo de caso do relacionamento dos agentes envolvidos na produção de elevadores para edifícios no mercado de Porto Alegre - RS (Etapa 2); análise dos resultados e proposição de diretrizes (Etapa 3).

Revisão bibliográfica

Nessa primeira etapa do trabalho, buscou-se compreender a origem do conceito da gestão da cadeia de suprimentos, os principais elementos envolvidos na sua definição, bem como a sua aplicação no ambiente tradicional de manufatura e, recentemente, na indústria da construção civil.

Pesquisa Exploratória

A coleta de dados nesta etapa contemplou a realização de entrevistas abertas com seis gerentes de empresas de construção, com formação em engenharia civil e seis arquitetos, todos atuantes no mercado de construção de edificações de Porto Alegre – RS, e cinco especialistas, três consultores em gerenciamento da construção e dois consultores em transporte vertical.

O objetivo dessas entrevistas foi caracterizar em linhas gerais o processo de projeto, aquisição e instalação de elevadores, desde a especificação do componente, passando pelo contrato e concluindo com a instalação do equipamento em obra. Buscou-se entender o fluxo de informações e materiais entre os agentes, fazer um levantamento inicial dos problemas de integração que ocorrem nas interfaces destes, identificar os principais requisitos das construtoras e dos usuários finais, bem como caracterizar o relacionamento existente entre construtoras, arquitetos e fabricantes de elevadores.

Estudo de caso

O estudo de caso do relacionamento dos agentes envolvidos na produção de elevadores para edifícios no mercado de Porto Alegre – RS envolveu a realização de uma segunda série de entrevistas, desta vez envolvendo agentes envolvidos na produção e instalação de elevadores; observação direta de alguns processos em canteiros de obras;

análise documental; e um levantamento (*survey*) com usuários finais de elevadores.

Entrevistas focalizadas

Nessa etapa, o esforço de coleta de informações focou-se principalmente nos fabricantes de elevadores e nas empresas que realizam a montagem de elevadores nos canteiros de obras. Foram obtidas informações dos três principais fabricantes do país, que possuem instalações ou filiais em Porto Alegre-RS. Ao todo, foram entrevistadas dezesseis pessoas, sendo quatro gerentes responsáveis pela área de instalação de elevadores; três gerentes e um funcionário da área comercial; dois gerentes de filiais; e seis responsáveis por empresas terceirizadas de montagem de elevadores. Além disso, entrevistou-se novamente um dos consultores em transporte vertical, que já havia participado da pesquisa exploratória.

O objetivo destas entrevistas foi elaborar um diagnóstico detalhado dos fluxos de materiais e informações entre os agentes da cadeia de suprimentos, ampliar o levantamento de problemas realizado na pesquisa exploratória e tentar identificar as suas possíveis origens na cadeia, bem como apontar algumas sugestões para a melhoria dos processos de projeto, pré-instalação e instalação de elevadores.

Observação direta - visita aos canteiros de obras

As visitas a canteiros de obra tiveram como propósito conhecer o processo de instalação de elevadores e as suas interfaces com outras atividades desempenhadas no canteiro de obras. Foram visitados dez canteiros de obras, abrangendo tanto as atividades de pré-instalação e instalação de elevadores. As visitas tinham duração de aproximadamente três horas, sendo registradas através de fotografias todas as tarefas realizadas pela equipe de montagem, bem como os imprevistos e problemas surgidos durante o processo. Também, buscou-se observar as condições oferecidas pela obra para o início da montagem; as condições e locais de armazenagem dos componentes do elevador no canteiro; o transporte destes no canteiro; as interferências existentes com outras equipes que desempenhavam atividades simultaneamente; e o andamento da instalação propriamente dita.

Análise documental

Com o objetivo de complementar as informações provenientes das entrevistas e visitas aos canteiros

de obras, foram analisados os seguintes documentos: (a) normas de dimensionamento - NBR 5665 (ABNT, 1983) - e instalação de elevadores - NBR 7192 (ABNT, 1985); (b) listas de verificação das condições de obra utilizadas pelos fabricantes; (c) projetos para produção fornecidos pelos fabricantes às obras; (d) catálogos de dimensionamento de produtos dos principais fornecedores; e (e) contratos de venda de elevadores.

Levantamento realizado com usuários finais

Este levantamento teve o objetivo avaliar o grau de satisfação dos usuários finais de elevadores residenciais de Porto Alegre e identificar oportunidades para a melhoria do processo de produção de elevadores.

Os dados foram coletados através de um questionário, que foi segmentado em quatro grupos de questões para os moradores (desempenho, conforto, estética e segurança) e em cinco grupos para os síndicos – incluiu-se um grupo adicional de questões relativas à assistência técnica do fabricante. A inclusão deste quinto grupo ocorreu pelo fato dos síndicos possuírem um contato mais próximo com os fabricantes e conhecerem melhor as características da assistência técnica prestada ao produto.

Ao final da coleta, obteve-se opiniões de 190 usuários num total de 72 edifícios, com um percentual de retorno de 88% dos questionários.

Proposição das diretrizes

Os dados coletados no estudo exploratório e no estudo de caso foram analisados conjuntamente. Com base nesta análise e também na revisão bibliográfica a respeito da gestão da cadeia de suprimentos, foram propostas diretrizes para a melhoria da gestão da cadeia de suprimentos envolvida nos processos de projeto, aquisição e instalação de elevadores.

Resultados

Estrutura industrial do setor de elevadores

A indústria de elevadores é caracterizada por uma elevada concentração industrial, ou seja, mais de noventa e cinco por cento (95%) da demanda nacional é suprida por apenas três fabricantes. Esta característica é resultado de um forte processo de concentração, iniciado em meados da década de

90, no qual ocorreram fusões e aquisições entre os grandes fabricantes mundiais (multinacionais) de elevadores. Além disso, cabe-se destacar que as barreiras à entrada de novas empresas no setor de elevadores são grandes. Isto se deve ao elevado montante de investimento inicial necessário para concorrer com as multinacionais atuantes nesse mercado e à complexidade e alta tecnologia necessária para a sua fabricação. O elevador é um produto de alto valor agregado, sendo caracterizado pela presença de uma quantidade considerável de componentes (mais de 2000 sub-ítem) com características distintas como, por exemplo, perfis e painéis metálicos e componentes eletrônicos, que são montados ou acoplados em obra de forma a compor o produto final, o subsistema de transporte vertical de edifícios. O mercado consumidor de elevadores é a construção civil. Assim, os fabricantes oferecem produtos que atendem às exigências de vários segmentos, dentre os quais pode-se citar edifícios residenciais, hotéis, hospitais, indústrias, *shopping centers* e aeroportos. Além disso, os fabricantes produzem outros tipos de equipamentos, tais como esteiras e escadas rolantes, e, nos últimos anos, têm atuado também na modernização técnica e estética de elevadores de edifícios antigos. Percebe-se assim que este componente, responsável pelo transporte vertical de passageiros, não possui um produto substituto. Conseqüentemente, os fabricantes possuem um elevado poder de barganha com relação ao seu mercado consumidor.

Tendo em vista que os produtos produzidos pelos três fabricantes possuem um patamar tecnológico muito semelhante, a competição entre estas empresas se dá principalmente através dos preços e também de serviços agregados ao produto, tais

como: projeto executivo, instalação e, principalmente, os serviços de assistência técnica pós-venda, que se constitui em importante fonte de receitas para os fabricantes de elevadores.

Visão geral dos processos

Na Figura 1, é apresentado um mapa do processo de projeto, aquisição e instalação de elevadores, que é resultado das entrevistas com arquitetos, construtores, especialistas e fornecedores de elevadores. Este mapa apresenta as principais atividades (1 a 19), seu seqüenciamento, bem como a localização dos principais problemas à falta de integração da cadeia. O mapa não está relacionado a um projeto ou produto (elevador) específico, sendo, portanto, uma representação das práticas típicas nesta cadeia de suprimentos. A **concepção** do subsistema elevador (atividades: 1 a 4) compreende as atividades relativas ao cálculo de tráfego do equipamento, que devem atender os critérios estabelecidos na NBR 5665 (ABNT, 1983), e o lançamento das dimensões do mesmo no projeto arquitetônico do edifício.

O cálculo de tráfego (atividade 3) determina o número de elevadores, a capacidade (número de passageiros) e a velocidade mínima para que o subsistema atenda à demanda de tráfego do edifício. De posse dos resultados do cálculo de tráfego, o arquiteto pode lançar as dimensões do elevador no projeto arquitetônico (atividade 4). Para isso, deve consultar os catálogos de dimensionamento disponibilizados pelos fabricantes e buscar as dimensões dos produtos que se enquadrem aos resultados do cálculo de tráfego realizado.

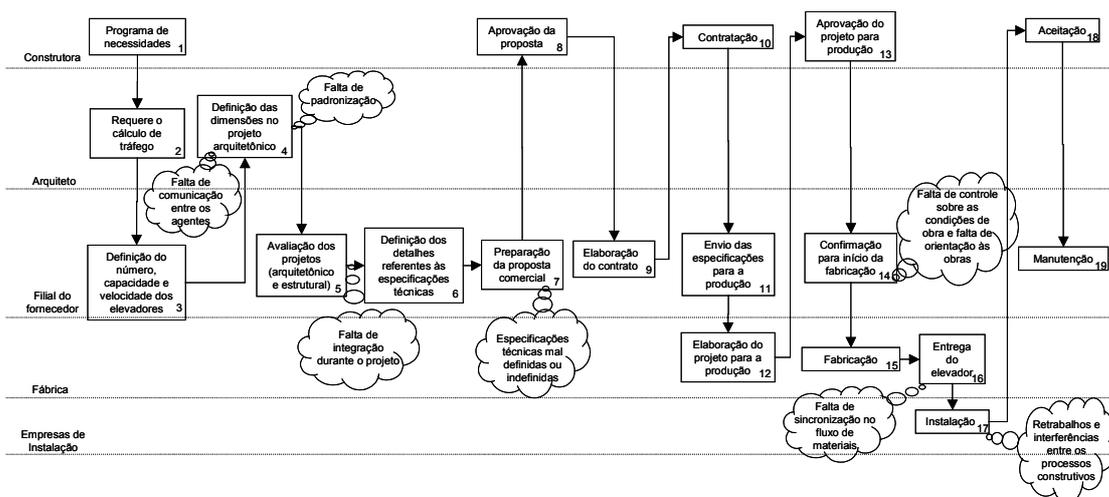


Figura 1 - Visão geral dos processos e problemas típicos da cadeia de elevadores

O processo de **contratação** de elevadores (atividades: 5 a 10) normalmente ocorre nas fases iniciais da execução da obra, devido ao longo *lead time* do subsistema (geralmente 5 a 8 meses).

Como a prática de relações de parcerias com fabricantes de elevadores não é comum no mercado da construção civil, este processo é caracterizado por uma intensa negociação entre os fabricantes e os compradores, os quais visam obter o menor preço possível para a aquisição do produto. Uma vez selecionado o fabricante, inicia-se um processo complexo de detalhamento das especificações técnicas do produto ou tecnologia (atividade 6) e de definições de prazos contratuais a serem cumpridos por ambas as partes (atividades 9 e 10). O detalhamento das especificações é realizado com base principalmente nas características arquitetônicas do edifício e nos catálogos de produtos dos fabricantes.

Essa busca constante pelos menores preços de aquisição pelas empresas de construção, aliada à complexidade inerente ao subsistema elevador, faz com que o processo de contratação de elevadores seja demorado (aproximadamente 1 mês).

O processo de **pré-instalação**, por sua vez, compreende todas as atividades que ocorrem desde a contratação do elevador até o seu respectivo descarregamento no canteiro de obras (atividades: 11 a 16). Primeiramente, o departamento comercial responsável pela venda envia à fábrica os dados da obra (atividade 11), normalmente retirados do projeto arquitetônico, para que se desenvolva o projeto executivo do elevador (atividade 12). Tomando como referência os prazos contratuais, a fábrica encaminha o projeto para a filial responsável pela instalação que, por sua vez, fica responsável por encaminhar ao cliente uma cópia do projeto e confirmar se há ou não alguma necessidade de alteração no mesmo (atividade 13). Após aprovação do projeto executivo pela empresa de construção, o departamento de instalação inicia as atividades de assessoria à obra, acompanhando o andamento dos serviços necessários para o início da instalação do elevador. Dentre as principais atividades destaca-se: orientação e marcação da laje da casa de máquinas, colocação de pré-marcos para definição do local correto das portas e definição do fechamento da alvenaria do elevador, levantamento de prumo e preenchimento de listas de verificação das condições de obra. Executadas as atividades supracitadas e verificadas as condições adequadas para início da instalação, a equipe de pré-instalação dispara o pedido de fabricação do elevador para a fábrica (atividade

14), sendo que o *lead time* mínimo estipulado pelos fabricantes para a entrega do produto em obra varia de um a dois meses (dependendo do fabricante).

Portanto, a pré-instalação é um processo caracterizado pela constante troca de documentos e informações entre a fábrica, os vendedores (área comercial), o departamento de instalação regional e os construtores. A pré-instalação cumpre, portanto, um papel crucial na cadeia de elevadores, pois é o processo responsável pela coordenação entre a fabricação e instalação do elevador em obra. Além disso, deve assegurar o envio das informações corretas e no momento adequado para o início da fabricação e garantir as condições ideais para o descarregamento do produto em obra e andamento da instalação sem interrupções.

Após a fabricação (atividade 15) e recebimento do material em obra (atividade 16), é realizada uma inspeção do material, bem como a sua organização ou distribuição pela obra. Concluídas estas atividades, dá-se início ao processo de **instalação** ou montagem dos componentes do elevador (atividade 17).

A primeira etapa da montagem é essencialmente mecânica, caracterizando-se pelo intenso transporte e união dos grandes componentes do subsistema elevador (máquina, trilhos e estrutura da cabine e portas) na casa de máquinas e na caixa de corrida, ou seja, é a montagem da estrutura do elevador. A segunda etapa do processo (etapa final) corresponde à instalação e ligação dos componentes eletrônicos, montagem final da cabine (painéis), ajustes eletrônicos e testes finais do elevador pelo montador. Normalmente, é executada após a conclusão dos serviços de arremates realizados pela obra, tais como o fechamento e acabamento da alvenaria da caixa do elevador, exigidos pelo montador ao término da primeira etapa de instalação.

O processo de instalação de elevadores possui um nível elevado de interferência com outros processos construtivos do canteiro de obras (estrutura, alvenaria, revestimentos e instalações elétricas), principalmente as atividades de execução da alvenaria e estrutura. Assim, o *lead time* de instalação depende fortemente da eficácia da coordenação dessas interfaces entre o fornecedor e o canteiro de obras. Durante o estudo de caso, foram relatados *lead times* de instalação típicos de 20 a 30 dias. No entanto, é comum encontrar *lead times* de instalação de 60 e 90 dias (para obras de mesmas características), ficando o elevador estocado em obra por um longo tempo sem ter a instalação iniciada.

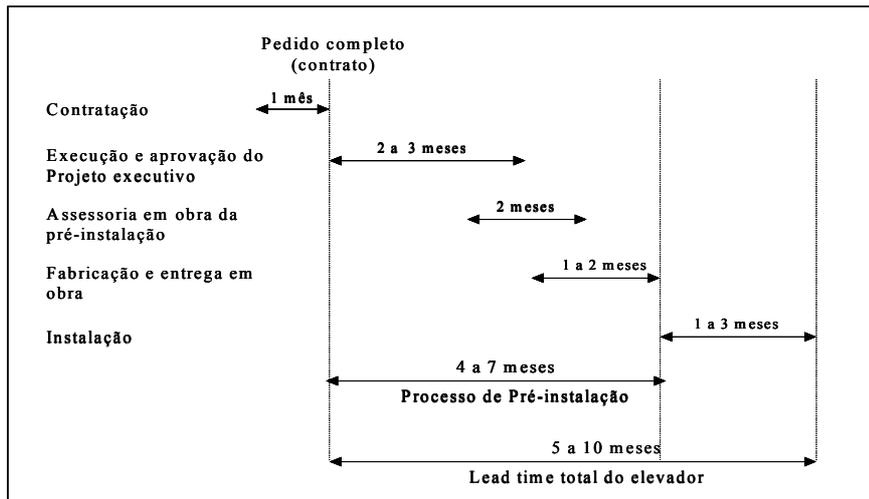


Figura 2 - Lead times típicos dos processos na cadeia de elevadores

A figura 2 apresenta os lead times típicos dos principais processos da cadeia de elevadores. Esses dados também foram extraídos das entrevistas com os agentes da cadeia, sendo dessa forma um resultado da percepção dos mesmos.

Análise crítica dos processos

Análise do processo de projeto

Falta de padronização das medidas entre os fabricantes: apesar do cálculo de tráfego estabelecer o número de elevadores, a capacidade e a velocidade mínimas para atender ao tráfego dos edifícios de uma forma padronizada, algumas dimensões, tais como o comprimento e largura mínimos de caixa de corrida, a altura da casa de máquinas e a altura da última parada, variam entre os fabricantes. Essa variedade de dimensões, formatos de portas e acessos (alçapões) dificulta tanto a seleção da melhor tecnologia de produto a ser adotada no projeto, como o lançamento das dimensões do elevador pelo arquiteto na etapa de projeto.

Entre as possíveis conseqüências da tomada de decisão equivocada no momento da concepção do elevador pelo arquiteto está o aumento dos custos de aquisição e operação do produto. O primeiro ocorre durante a compra do elevador, quando pode haver necessidade de adaptações nas medidas do elevador, caso as dimensões de projeto estejam em desacordo com os padrões de medidas do fornecedor selecionado pelo construtor. De acordo com um consultor em transporte vertical, cada dimensão de projeto fora do padrão do fornecedor pode gerar um acréscimo de até 10% no preço final do elevador. Quanto aos custos de utilização,

estes se manifestam nos defeitos e desgastes de peças de elevadores mal concebidos, que operam além da sua capacidade normal e demandam assistência técnica frequentemente.

Cabe ressaltar que a existência de parcerias entre construtores e fabricantes também pode minimizar este problema na concepção do produto, já que o arquiteto pode trabalhar diretamente com as condições de dimensionamento de apenas um fabricante.

Falta de comunicação entre arquitetos, construtoras e fornecedores na concepção do elevador: muitos arquitetos não trocam informações com os fabricantes e com as construtoras na etapa de projeto, desconhecendo as exigências dos fabricantes quanto ao dimensionamento do elevador e as necessidades das construtoras. Metade dos arquitetos afirmaram não trocar informações com fabricantes na etapa de projeto, principalmente de edifícios residenciais, nos quais, segundo os mesmos, é raro ocorrer problemas de tráfego e o dimensionamento é simplificado.

Outro problema detectado foi o uso de catálogos de dimensionamento desatualizados pelos arquitetos e a realização de dimensionamento de elevadores com base apenas na experiência prática.

As conseqüências dessa despreocupação por parte dos arquitetos são as mesmas citadas no caso anterior, ou seja, um erro de projeto arquitetônico ou de dimensionamento pode comprometer o bom funcionamento do elevador e a qualidade final do empreendimento.

Um importante obstáculo à maior participação dos arquitetos na especificação de desempenho do

subsistema elevador está relacionado ao momento do detalhamento das especificações técnicas e às negociações durante a compra do produto. Como o elevador representa uma elevada percentagem em termos de custos da obra - 5 a 12%, segundo Castro (1997), a negociação e a especificação detalhada deste subsistema em geral ocorre muito tempo após a concepção do edifício, normalmente nos primeiros meses da construção. Portanto, os arquitetos normalmente não participam dessas decisões e os requisitos de desempenho do subsistema são, via de regra, definidos e especificados pelos compradores, que tendem a enfatizar a necessidade de minimizar os custos de aquisição.

Incompatibilização de projetos: o detalhamento de projeto do elevador, ou seja, a elaboração do projeto executivo é realizada pelo fabricante após a sua seleção e contratação pela construtora. Assim, durante a etapa de projeto, algumas informações importantes a respeito do projeto do elevador podem não estar disponíveis para os projetistas da estrutura e das instalações elétricas do edifício, tais como o peso da máquina de tração do elevador para o dimensionamento da laje da casa de máquinas e o posicionamento e tamanho das aberturas dos alçapões que devem ser deixados na laje da casa de máquinas e as especificações elétricas do elevador.

Análise dos processos de contratação e pré-instalação

Especificações técnicas mal definidas: alguns vendedores não conseguem definir todas as especificações técnicas do produto junto aos compradores e passam alguns pedidos incompletos ou errados para a fábrica. Dentre as possíveis causas desse problema, pode-se citar: (a) falha dos vendedores na transformação das solicitações dos compradores em detalhes técnicos do produto; (b) o elevador faz parte de um produto maior, o edifício e um pedido completo não pode ser especificado até que todas as interfaces com a construção do edifício estejam definidas; (c) por serem terceirizados e receberem uma comissão sobre as vendas realizadas, alguns vendedores buscam realizar a maior quantidade de vendas possível, sem dar a devida atenção à qualidade das vendas; (d) as informações para a execução do projeto executivo são provenientes de projetos arquitetônicos não aprovados nas prefeituras e, portanto, com possibilidade de alterações.

Esse problema de indefinição ou erro nas especificações do elevador no momento da venda pode acarretar prejuízos tanto para o processo de

pré-instalação como para a instalação do elevador. Por exemplo, como a fábrica depende das informações de venda para elaborar o projeto executivo do elevador, uma indefinição ou erro na transmissão dessas informações provoca um atraso na entrega do projeto para a obra, bem como pode gerar a necessidade de alterações nas especificações do produto e, conseqüentemente, aumento de custos para o comprador após a assinatura do contrato.

Falhas no acompanhamento e orientações sobre as condições das obras: grande parte dos problemas de instalação de elevadores é oriunda da não realização ou de falhas ocorridas nos serviços de acompanhamento da obra pelas equipes de pré-instalação dos fornecedores e orientações fornecidas pelos mesmos durante a etapa de pré-instalação. Por exemplo, o levantamento de prumo é um dado importante para a fabricação do elevador, pois fornece ao processo de fabricação as dimensões reais encontradas em obra. Caso o levantamento de prumo não seja realizado, a fabricação tomará como base as informações fornecidas pelo comprador na assinatura do contrato, que geralmente são distintas das medidas reais de obra. Assim, poderão ocorrer retrabalhos na caixa de corrida para que as dimensões sejam compatíveis com a do elevador fabricado.

É importante destacar a necessidade de se definir no projeto as tolerâncias admissíveis para a instalação do elevador, que devem ser consideradas na execução da obra para as equipes de estrutura e alvenaria. Isto normalmente não é realizado. Se houvesse um adequado controle das tolerâncias, não haveria a necessidade de uma inspeção (reativa) por parte dos fornecedores.

O fato do processo de instalação depender fortemente do serviço de pré-instalação é agravado pelo desconhecimento da norma de instalação e do processo de montagem de elevadores por um percentual elevado de mestres e engenheiros de obras. Portanto, a qualidade do serviço prestado pelos fornecedores na fase de pré-instalação, informando e explicando para as obras os principais procedimentos da montagem, bem como as condições ideais para que não haja interferência entre as atividades da obra e o processo de instalação, é considerada um ponto crítico na cadeia de produção de elevadores.

Análise do processo de instalação

Condições de obra para início de montagem: segundo a totalidade dos supervisores de instalação entrevistados, o maior obstáculo ao

início da montagem é a dificuldade de sincronizar a chegada do elevador no canteiro de obras com a complementação de todas as condições previstas para início do processo de instalação. Na visão dos mesmos, este problema poderia ser minimizado se a obras cumprissem os prazos contratuais para a entrega dos locais (casa de máquinas, caixa de corrida e poço do elevador) em condições de montagem. Portanto, a falta de confiabilidade da obra em relação aos prazos de execução dos serviços que interferem na instalação do elevador é uma das principais causas do problema. Por outro lado, os montadores e dois engenheiros apontaram a baixa qualidade do serviço de pré-instalação como a principal causa do problema. Para eles, a orientação ou assessoria prestada pelos fornecedores deveria resultar em melhores condições para a montagem do elevador. Para Luhtala et al. (1994), o elevador *lead-time* de fabricação do elevador (4 a 9 semanas) é também outra importante causa para a ocorrência do problema. Um *lead-time* menor tornaria mais fácil a sincronização, pois o cliente poderia fornecer informações mais confiáveis a respeito das reais condições para o início da montagem do elevador. Atualmente, é uma prática comum no mercado a confirmação da execução dos locais (casa de máquinas, caixa de corrida e poço do elevador) com o cliente dois meses antes da entrega do material em obra, um prazo considerado longo pelas empresas de construção. O aumento da confiabilidade de prazos também poderia contribuir para a redução da incerteza na demanda de instalação, facilitando a programação das equipes de instalação, possibilitando um uso mais eficiente da capacidade de instalação pelos fabricantes.

Uma das conseqüências diretas da ineficácia do planejamento e controle da produção é a ocorrência de estoques de materiais espalhados pelas obras. Por esta razão, os fabricantes têm adotado o procedimento de postergar a ordem de fabricação dos materiais até que a obra apresente boas condições de instalação de forma a evitar a necessidade do estoque em obra. Por sua vez, este procedimento pode provocar atrasos na instalação do elevador.

Retrabalhos causados por erros durante a execução da obra: os retrabalhos, normalmente, são conseqüências das falhas do serviço de pré-instalação pelo fornecedor ou de indefinições ou falhas ocorridas nas interfaces entre o projeto de elevador e os outros projetos executivos da edificação.

O retrabalho na laje da casa de máquinas é um problema muito comum na instalação de elevadores. Normalmente, durante a instalação do elevador, os montadores quebram a laje da casa de máquinas para corrigir os erros cometidos durante a concretagem da mesma (Figura 3).



Figura 3 - Retrabalho na laje da casa de máquinas

Outro problema que ocorre com bastante frequência diz respeito aos erros na localização ou não execução dos ganchos estruturais para o içamento da máquina de tração e dos alçapões para a passagem da máquina e acesso à casa de máquinas. Esse problema é originado pelas indefinições na etapa de projeto. O ideal seria o projetista estrutural considerar as medidas e localizações corretas dos alçapões e ganchos no dimensionamento e detalhamento da estrutura. Contudo, isso muitas vezes não pode ser feito devido à indefinição das especificações do elevador na fase de projeto, já que, normalmente, o elevador é comprado após o início da obra. Uma possível solução para o problema seria fazer o projeto de detalhamento num momento posterior, ou seja, o detalhamento da laje pode ser puxado pela produção, após a completa definição das especificações e medidas dos componentes do elevador.

Interferências entre o processo de instalação de elevadores e a obra: o processo de instalação de elevadores está diretamente ligado à execução da estrutura, alvenaria, revestimentos e instalação elétrica das obras. Conforme os relatos de um dos especialistas, dois supervisores de instalação e um consultor em transporte vertical, deve haver uma maior integração entre os serviços de execução dos contra-marcos ou chapas (cada fabricante trabalha de uma forma) para a instalação das portas do elevador e definição da alvenaria da frente da caixa de corrida pela equipe de pré-instalação e os serviços de acabamento do corredor.

O momento da colocação dos contra-marcos em obra é muito importante, pois afeta a conclusão de todos os ambientes de um mesmo pavimento, já que a colocação destes libera a execução dos serviços do corredor. Normalmente, a obra não pode executar os fechamentos da alvenaria da caixa de corrida nas paredes do corredor (fechamento da frente do elevador), revestimentos, contrapisos e toda a seqüência de serviços subsequentes antes da colocação destes contra-marcos. Assim, os serviços realizados nas partes internas dos apartamentos são concluídos antes dos serviços do corredor, fazendo com que algumas equipes tenham que voltar posteriormente ao andar para executarem os serviços no corredor.

Uma alternativa para a solução desses problemas é o envio dos contra-marcos pelo fabricante para a obra durante a etapa de pré-instalação, de forma a não atrasar o início dos serviços no corredor. Desse modo, esses serviços podem ser executados no mesmo momento em que se executam os serviços nos apartamentos. Esta alternativa também exige que a definição do fornecedor e das especificações seja antecipada.

Análise do uso do componente

Neste item, são apresentados os resultados obtidos na aplicação dos questionários junto aos usuários de elevadores. Buscou-se identificar os principais problemas enfrentados pelos mesmos durante o uso de elevadores e avaliar as características do produto e serviço prestado pelos fabricantes que influenciam na satisfação ou insatisfação destes usuários (Figura 4).

O percentual de usuários satisfeitos com as características de desempenho do produto varia de 61% a 92% (somando-se satisfação e forte satisfação). No item “número de elevadores” ocorreu o maior percentual de satisfação (92%). A “velocidade dos elevadores”, que juntamente com o “número de elevadores” também é importante na avaliação da concepção dos elevadores de um edifício, teve um percentual de satisfação de 76%.

Isto, em parte, pode estar relacionado ao fato de que os edifícios residenciais não demandam um volume de tráfego de pessoas intenso, devido aos padrões arquitetônicos dos edifícios de Porto Alegre (RS).

Com relação à insatisfação (forte insatisfação e insatisfação), o item tamanho da cabine

(capacidade do elevador) merece destaque por apresentar 23% de usuários insatisfeitos (item de desempenho com maior insatisfação) e, ainda, por ser uma característica integrante do cálculo de tráfego de elevadores. Alguns usuários manifestaram o desejo por **elevadores** com cabines maiores que os atuais, declarando que as capacidades descritas nas cabines não condizem com a realidade.

Os itens correspondentes à ventilação (23%) e aos dispositivos de segurança (17%) foram os que alcançaram um maior percentual de insatisfação quanto ao conforto pelos usuários dos edifícios (Figura 5). Este resultado ocorreu devido à ausência dos componentes responsáveis por estas funções no produto, ou seja, ventiladores e cortinas de infravermelho ou **interfones** para comunicação do usuário com o exterior da cabine no caso de falta de energia elétrica. A falta destes componentes causa uma sensação de desconforto aos usuários.

Os demais itens relativos ao conforto tiveram percentuais de satisfação elevados (mínimo de 71%). A iluminação da cabine com 92% e a suavidade da viagem com 86% foram os itens de maior satisfação para os usuários. Este resultado pode ser consequência das recentes inovações tecnológicas dos produtos, como, por exemplo, os sistemas de acionamento de máquinas VVVF (variação de voltagem e variação de frequência) e de melhorias no processo de instalação (redução de ruídos) e manutenção (nivelamento preciso).

Quanto aos itens relativos aos aspectos estéticos do produto (Figura 6), estes também apresentam resultados bastante satisfatórios (de 65 a 78% de satisfeitos e fortemente satisfeitos). Contudo, alguns usuários reclamaram da qualidade dos materiais de acabamento de portas e cabines dos produtos, principalmente pelas dificuldades na remoção de manchas e sujeiras ou da impossibilidade de conserto no caso de possíveis danos, por exemplo, arranhões ou amassamentos resultantes do uso do produto. Isto fez com que estes itens apresentassem 18 % (cabines) e 17% (portas de pavimento) de insatisfação com os produtos dos fornecedores.

Como mostra a Figura 7, os resultados das características de segurança dos produtos tiveram

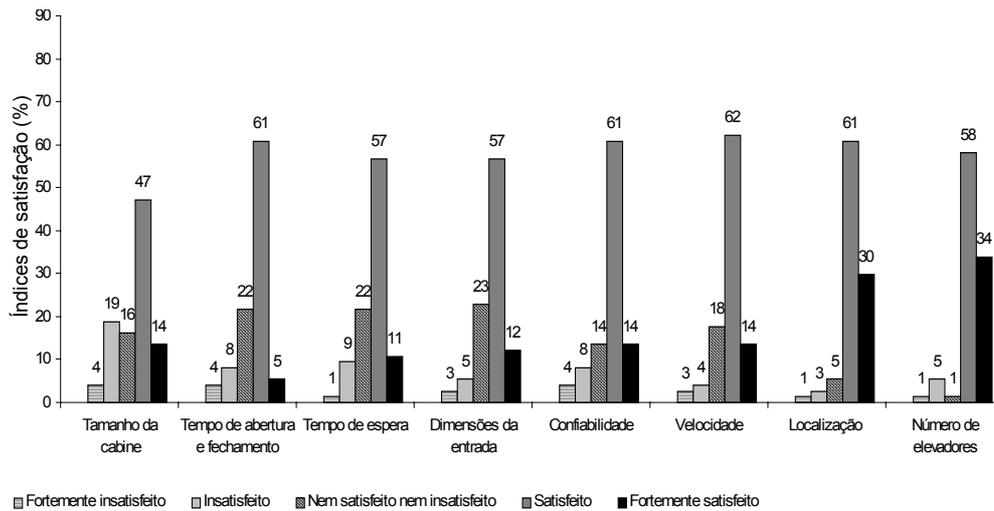


Figura 4 - Avaliação do desempenho do produto pelos usuários

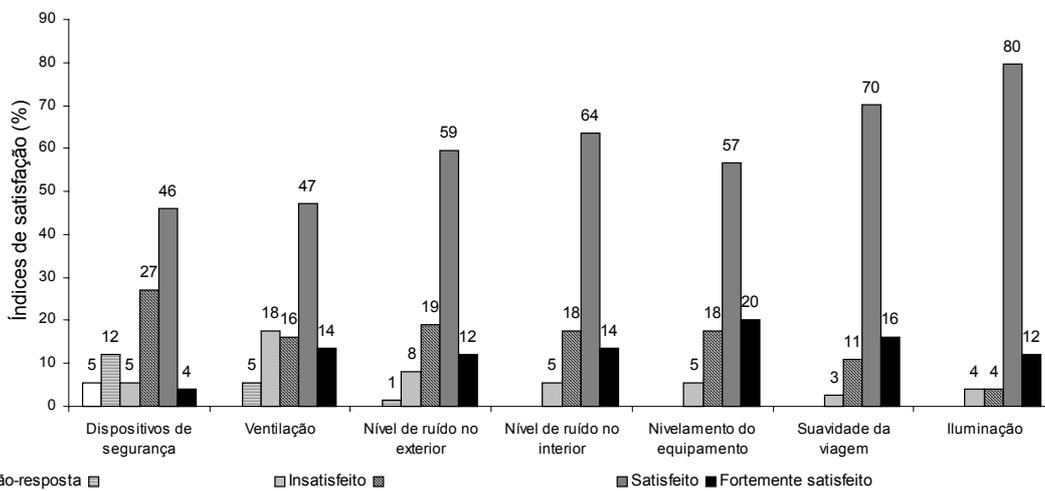


Figura 5 - Avaliação do conforto do produto pelos usuários

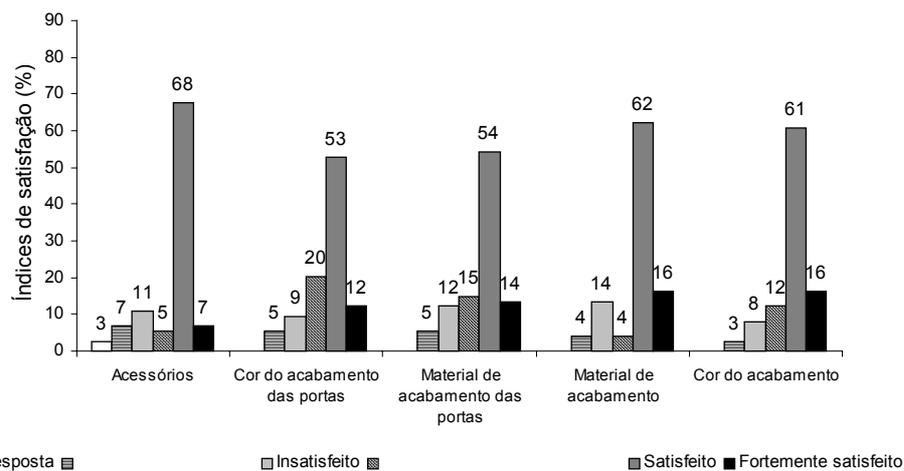


Figura 6 - Avaliação das características estéticas pelos usuários

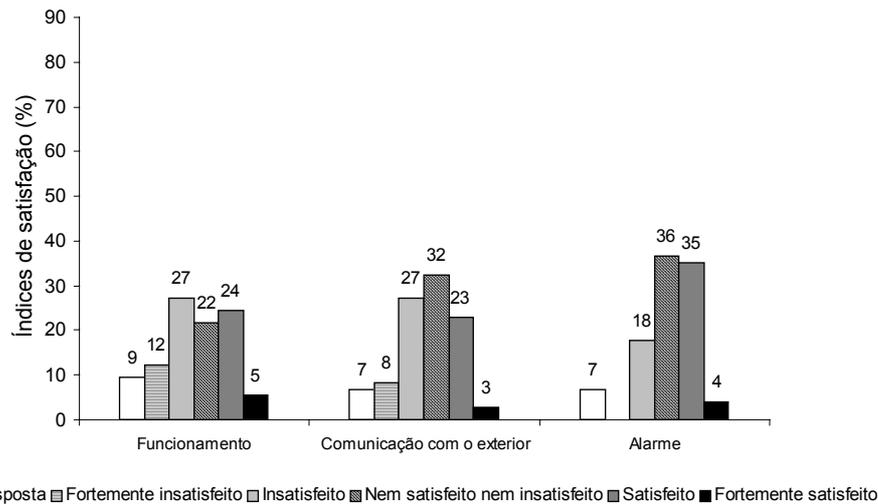


Figura 7 - Avaliação da segurança do produto pelos usuários

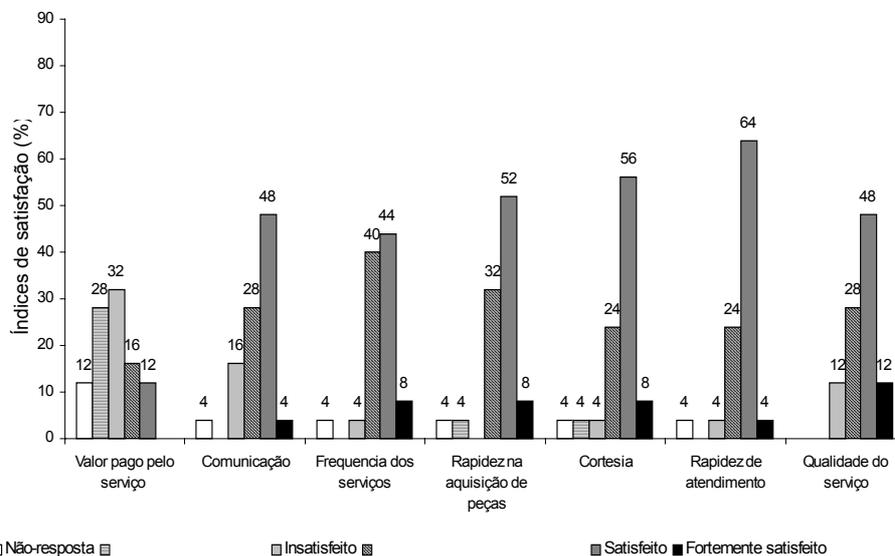


Figura 8 - Avaliação do desempenho dos serviços prestados por fabricantes pelos usuários

percentuais relativamente elevados de insatisfação, obtendo as piores pontuações na percepção dos usuários. O funcionamento no caso de falta de energia elétrica (39%) e a comunicação com o exterior da cabine (35%) foram considerados precários pelos usuários insatisfeitos. Segundo alguns usuários, a falta de uma comunicação eficiente da cabine com o exterior, o baixo volume do alarme de emergência e a pane no funcionamento do produto no caso de falta de energia elétrica estão entre as principais causas de insatisfação.

Os percentuais de usuários satisfeitos com estes itens foram bons (entre 52 e 68%), apontando uma boa qualidade do serviço prestado pelo fabricante e bons níveis de rapidez de atendimento e reposição

de peças. A clareza da comunicação com o usuário (56% satisfeitos) e o valor pago pelos serviços de manutenção, com 60% de insatisfação, estão entre os principais pontos negativos.

Na percepção dos usuários, os valores cobrados são consequência do poder dos fabricantes na área de assistência técnica (problema diretamente relacionado com a estrutura oligopolizada do setor de elevadores), exercido através da garantia ao produto, ou seja, os fabricantes somente oferecem garantia para os produtos sob a responsabilidade da sua assistência técnica. Logo, os usuários preferem pagar os valores cobrados do que se arriscarem a contratar outras empresas especializadas em manutenção de elevadores, as quais oferecem custos de manutenção

extremamente baixos pelos seus serviços. O fato de 100% dos prédios estudados estarem sob a assistência técnica do fabricante do produto, retrata o problema exposto acima.

É importante considerar que a falta de clareza nas informações passadas pelos fabricantes aos usuários, por exemplo, informações relativas aos custos de manutenção (reposição de peças) e das causas dos problemas no equipamento, prejudica a imagem do fabricante junto ao usuário, assim como o pouco tempo de garantia (normalmente 1 ano) oferecido pelo fabricante aos novos produtos instalados.

Finalmente, cabe observar que a Figura 8 ilustra a existência de um percentual considerável de opiniões neutras (nem satisfeito e nem insatisfeito) nesses itens (24 a 40%), indicando oportunidades de introdução de melhorias nos serviços prestados pelos fabricantes de elevadores e firmas de manutenção.

Diretrizes para a melhoria dos processos estudados

Processos de Projeto e Aquisição

Maior envolvimento dos agentes na etapa de projeto através da formação de equipes multifuncionais: os arquitetos, engenheiros e fornecedores devem buscar em conjunto a melhor solução tecnológica, levando em conta a necessidade de reduzir custos (custos de aquisição) e agregar valor para o usuário final da edificação. Existem oportunidades de melhoria na comunicação (troca de informações) entre estes agentes no início do processo, por exemplo, facilitando a compatibilização entre o projeto do elevador e os projetos estrutural e elétrico do empreendimento.

Adoção de parcerias entre os agentes da cadeia: conforme Fabricio e Melhado (1998), a parceria entre construtoras e projetistas cria uma maior integração dos projetos com as obras e com as necessidades dos clientes. Nesse caso, os relacionamentos devem ser pautados pela confiança e cooperação entre os agentes da cadeia, ao contrário das relações pautadas por negociações pelo melhor preço que normalmente ocorrem na construção civil. Entretanto, a configuração da estrutura industrial do setor (oligopólio), aliado à baixa frequência e volume de compras da maioria das empresas de construção (pequeno e médio porte) e o fato das construtoras não se comprometerem com uma determinada tecnologia no projeto (visando opções de negociação por

preços mais baixos na aquisição do elevador) representam um obstáculo para o estabelecimento de parcerias entre os agentes.

Incorporar a retroalimentação de informações dos usuários ao longo da cadeia: os resultados das pesquisas de satisfação com usuários devem fornecer uma retroalimentação para o processo de desenvolvimento de produtos e serviços de assistência técnica dos fornecedores, assim como para os arquitetos e empresas de construção (principalmente para os responsáveis pela aquisição do elevador), indicando possíveis oportunidades de melhoria para a cadeia como um todo.

Processo de Pré-instalação do subsistema

Maior integração entre os fornecedores de elevadores e os canteiros de obras no processo de pré-instalação: a integração nessa etapa do processo visa a antecipar os problemas que podem ocorrer na etapa de instalação de elevadores, principalmente os retrabalhos que atrasam o processo de instalação. A integração pode ser realizada através de reuniões entre as equipes de pré-instalação e as equipes do canteiro de obra, nas quais pode se trocar informações e documentos referentes à instalação do subsistema, tais como a entrega do projeto executivo para o canteiro, análise das restrições para o início da instalação (relatório de pré-instalação), orientação referente ao processo de instalação, particularmente em relação à montagem dos contra-marcos em obra. Dessa forma, pode-se garantir um processo de instalação sem interrupções e melhorar a programação das equipes de instalação nos canteiros de obras.

Melhoria na troca de informações entre as obras, as filiais e a fábrica: as filiais devem fornecer à fábrica as informações corretas e completas referentes às especificações presentes nos contratos de elevadores vendidos. No período de pré-instalação, devem realizar o levantamento de prumo na obra, identificar possíveis alterações ocorridas nos dados de projeto do subsistema e verificar a data de entrega dos materiais no canteiro de obras para o início da instalação. No caso de falhas na troca dessas informações, a programação de compra de matérias-primas e fabricação do componente pela fábrica é dificultada. Em função disto, podem ocorrer atrasos na execução e entrega do projeto executivo do elevador pela fábrica, ou falta de sincronia entre a chegada dos materiais nos canteiros de obras e o início do processo de instalação pode acontecer, ocasionando estoques e possíveis danos de

materiais nos canteiros. De acordo com Holzemer et al. (2000), a sincronização entre as atividades de fabricação e entrega de componentes e subsistemas e as atividades em desenvolvimento nos canteiros de obras é fundamental para a redução dos desperdícios (perdas) e custos de execução de obras.

Redução do *lead-time* de fabricação: a redução do *lead-time* de fabricação pode oferecer uma oportunidade para a introdução de melhorias quanto à previsibilidade da demanda (obras em condições para a instalação) e, portanto, melhorias para a programação da compra e da fabricação do componente pela fábrica devido à redução das alterações de prazos contratuais pelas construtoras e programação das equipes de montagens pelas obras (redução da incerteza). Cabe ressaltar que essas melhorias provenientes da redução de *lead time* não serão alcançadas sem o compromisso da obra com a conclusão das atividades antecessoras ao início da instalação do elevador.

Instalação do subsistema

Melhoria do planejamento dos fluxos físicos entre fornecedores e canteiros de obras: grande parte dos problemas de instalação deve-se a falhas do planejamento dos fluxos físicos dos canteiros de obras. Esse planejamento deve ser efetuado no período de pré-instalação, em conjunto com o fabricante, de forma que se conheça o processo de instalação e as dificuldades inerentes ao mesmo, bem como as possíveis interferências com as atividades em execução no canteiro de obras. Por exemplo, a definição do local de armazenagem dos materiais é fundamental para a melhoria da produtividade no processo de instalação e deve ser estabelecida com antecedência, devido às dificuldades de transporte dos materiais pelo seu peso elevado. Além disso, uma distribuição do material mal planejada pode afetar a execução de outras atividades do canteiro (Figura 9). Novamente, a definição formal das responsabilidades de cada agente no processo e a realização do compromisso assumido podem auxiliar na melhoria do planejamento. A participação de uma equipe do fornecedor durante o desenvolvimento das atividades do canteiro e com uma participação efetiva no processo de planejamento das construtoras pode auxiliar nesse propósito.

Coordenação das equipes e equipamentos pelos fabricantes: a coordenação do fornecimento de mão-de-obra e equipamentos para os canteiros, juntamente com o correto fornecimento de materiais, são fundamentais para a obtenção de



Figura 9 - Estoque de trilhos interrompendo o fluxo de trabalho da obra

uma sincronia eficiente entre a produção (fabricação) de componentes ou subsistemas e as atividades em desenvolvimento nos canteiros de obras (HOLZEMER et al., 2000; MILES; BALLARD, 2001; LEIRINGER 2000). Portanto, da mesma forma que ocorre com as equipes do canteiro, o fabricante deve integrar as equipes terceirizadas no planejamento das atividades de instalação. Desse modo, o fabricante pode planejar a sua capacidade para melhor atender a demanda de instalação, bem como evitar atrasos ou paralisações nas instalações, os quais aumentam consideravelmente o tempo entre o pedido inicial e a entrega final do produto (*lead time*).

Conclusões

O diagnóstico realizado apontou que os principais problemas da cadeia de suprimentos dos elevadores não diferem substancialmente dos problemas encontrados nas outras cadeias da construção civil, destacados por Vrijhoef e Koskela (2000). Inicialmente, constatou-se que existem problemas e perdas espalhados em diversas interfaces entre os agentes constituintes da cadeia dos elevadores. Aliado a isto, devido à interdependência entre as atividades realizadas por diferentes agentes, a maioria desses problemas normalmente têm origem em etapas que antecedem a produção propriamente dita. Estes problemas estão diretamente relacionados com questões de caráter gerencial, principalmente no tocante ao fluxo de informações, às práticas de cooperação e à coordenação entre os agentes da cadeia de suprimentos.

Um dos principais problemas observados no estudo de caso foi a falta de sincronização do fluxo de materiais entre as fábricas e os canteiros de obras. A principal causa deste problema é a existência de falhas na comunicação entre o departamento de instalação das filiais, que enviam

as datas requeridas para a chegada dos materiais nos canteiros para as fábricas, e a gerência do canteiro de obras. Nesse caso, constata-se que uma falha no fluxo de informações em uma única interface da cadeia pode gerar perdas para o sistema produtivo como um todo, neste caso estoques de produtos intermediários espalhados por diversos canteiros de obras, que podem resultar em custos adicionais, principalmente devido a possíveis danos aos materiais estocados. Os resultados também revelaram a inexistência de métodos e ferramentas formais para o planejamento conjunto e controle das atividades dos canteiros entre os fornecedores do subsistema e a gerência das obras. Identifica-se, portanto, uma oportunidade para a reestruturação do planejamento das empresas construtoras, visando a uma participação mais efetiva dos seus subempreiteiros e fornecedores de materiais e subsistemas nesse processo.

Ainda com relação ao planejamento e controle da produção, pôde-se observar a relevância da redução da variabilidade dos processos de produção em obra para uma efetiva implantação de conceitos da gestão da cadeia de suprimentos. Devido à alta variabilidade e incerteza na execução das atividades nos canteiros de obra, os fornecedores ou fabricantes não conseguem planejar de um modo eficaz a entrega de materiais no canteiro, o planejamento das equipes ou a capacidade de instalação. A programação da produção da fábrica também é prejudicada por este comportamento das empresas construtoras na ponta da cadeia.

Pôde-se observar também um desconhecimento de cada agente da cadeia com relação à satisfação e aos problemas enfrentados pelos seus clientes, ou seja, com o processo subsequente. Por exemplo, os arquitetos não são informados pelas construtoras sobre possíveis falhas cometidas no dimensionamento do subsistema, os problemas no processo de instalação são freqüentemente resolvidos pelas empresas terceirizadas de montagem e não chegam ao conhecimento dos fabricantes do subsistema, e os usuários finais raramente são consultados sobre o desempenho do subsistema e do serviço de assistência técnica. A implantação de mecanismos ou ferramentas para a realização da retroalimentação aos agentes da cadeia deve ser analisada futuramente, visando à melhoria de desempenho da cadeia como um todo, desde o processo de desenvolvimento do produto até a fase de utilização e manutenção do subsistema.

Finalmente, verificou-se que a estrutura oligopolizada do setor de elevadores exerce uma influência sobre a forma como se moldam as relações comerciais com as empresas de construção civil e os usuários finais dos seus produtos e serviços. O fato dos fornecedores terem elevado poder de barganha nessa configuração de estrutura industrial certamente é uma barreira para o desenvolvimento de relacionamentos baseados na parceria e cooperação entre os membros da cadeia de suprimentos, ou seja, na constituição de um sistema eficiente no qual os processos e atividades entre os membros da cadeia sejam integrados.

De forma geral, observou-se que há uma baixa integração entre os processos estudados e, portanto, oportunidades de se aplicar conceitos do gerenciamento da cadeia de suprimentos para a melhoria destes. Também há uma necessidade de novas pesquisas que abordem as cadeias de suprimentos da indústria da construção sob o enfoque da economia industrial, visando entender como a estrutura industrial de cada cadeia afeta o seu desempenho em termos de custos, nível de serviço e qualidade do produto final. Assim, o presente trabalho buscou identificar algumas oportunidades e lacunas para a aplicação e consolidação da gestão da cadeia de suprimentos no contexto da indústria da construção civil.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5665**: Cálculo do tráfego nos elevadores. Rio de Janeiro, 1983. 12p.

_____. **NBR 7192**: Projeto, fabricação e instalação de elevadores. Rio de Janeiro, 1985.

AZAMBUJA, M.M.B. **Processo de projeto, aquisição e instalação de elevadores em edifícios**: diagnóstico e propostas de melhoria. 2002. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

BALLOU, R.H.; GILBERT, S.M.; MUKHERJEE, A. New managerial challenges from supply chain opportunities. **Industrial Marketing Management**, New York, v.29, n.1, p.7-18, Jan. 2000.

BOVET, D.; MARTHA, J. **Redes de valor**. São Paulo: Negócio, 2001.

- CASTRO, J.E.A. Transporte vertical. **Construção**, São Paulo, n.2.554, jan. 1997.
- CHING, H.Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada**. São Paulo: Atlas, 1999.
- CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Pioneira, 1997.
- _____. **O Marketing da Logística: otimizando processo para aproximar fornecedores e clientes**. São Paulo: Futura, 1999.
- COOPER, M.C.; ELLRAM, L.M. Characteristics of supply chain management and the implications for purchasing and logistics strategy. **The International Journal of Logistics Management**, Florida, v.4, n.2, p.13-24, 1993.
- DAVIS, T. Effective Supply Chain. **Sloan Management Review**, Massachusetts, v.34, n.4, p.35-46, Summer 1993.
- FABRICIO, M.M.; MELHADO, S.B. A importância do estabelecimento de parcerias construtoras-projetistas para a qualidade na construção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. **Qualidade no Processo Construtivo**: anais. Florianópolis: ANTAC, UFSC, 1998. p.453-459.
- HANDFIELD, R.B.; NICHOLS JR, E.L. Managing the Flow of Materials Across the Supply Chain. In: _____. **Introduction to supply chain management**. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. Chapter 3, p. 40-66.
- HOLZEMER, M.; TOMMELEIN, I.D.; LIN, S. Materials and information flows for HVAC ductwork fabrication and site installation. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8., 2000, Brighton. **Proceedings...** Brighton: IGLC, 2000. 13 p.
- ISATTO, E.L. **As Relações entre Empresas Construtoras de Edificações e seus Fornecedores de Materiais**. 1996. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- LAMBERT, D.M.; COOPER, M.C. Issues in Supply Chain Management. **Industrial Marketing Management**, New York, v.29, n.1, p.65-83, Jan. 2000.
- LEIRINGER, R. Construction process models-enabling a shared project understanding. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8., 2000, Brighton. **Proceedings...** Brighton: IGLC, 2000. 7 p.
- LUHTALA, M; KILPINEN, E.; ANTTILA, P. **LOGI: managing make-to-order supply chains**. Espoo, Finland: Helsinki University of Technology, 1994.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Produtividade: a chave do desenvolvimento acelerado no Brasil**. [S.l.], 1998. Relatório
- MILES, R.S.; BALLARD, G. Problems in the interface between mechanical design and construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9., 2001, National University of Singapore, Singapore. **Proceedings...** Singapore: IGLC, 2001. 12 p.
- O'BRIEN, W.J.; LONDON, K.; VRIJHOEF, R. Construction supply chain modeling: a research review and interdisciplinary research agenda. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre. **Proceedings...** Gramado: IGLC, 2002. 19 p.
- PEREIRA, S.R.; OHNUMA, D.K.; BARBOSA, A.L.S.; CARDOSO, F.F. Desenvolvimento e Gestão da Cadeia de Fornecedores na Construção de Edifícios. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL LEAN CONSTRUCTION, 5., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Engenharia, 2000.
- SILVA, F.B.; CARDOSO, F.F. Conceitos e perspectivas para a organização da logística em empresas construtoras de edifícios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1999, Recife. **A Competitividade da Construção Civil no Novo Milênio**: anais. Recife: UPE, ANTAC, 1999. p 20-29.
- VRIJHOEF, R.; KOSKELA, L. The Four Roles of Supply Chain Management in Construction. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, Netherlands, v.6, n.3-4, p.169-178, Dec. 2000.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 3.ed. São Paulo: Campus, 1998.

WOOD, T.; ZUFFO, P.K. Supply chain management. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.38, n.3, p.55-63, 1998.