



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

SELEÇÃO DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS ATRAVÉS DA SEGMENTAÇÃO DE PROCESSOS EM SUAS ATIVIDADES CONSTITUINTES: CASO DAS VEDAÇÕES VERTICAIS

Débora de Gois Santos (1); Luiz Fernando M. Heineck (2)

(1) Professora do Curso de Engenharia Civil/UFS, Mestre em Engenharia Civil, Doutora em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Sergipe. Brasil. E-mail: deboragois@ufs.br

(2) Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção/UFSC, PhD. Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, Trindade, Brasil. E-mail: heineck@deps.ufsc.br

RESUMO

Proposta: O artigo seleciona processos construtivos que reduzam o número de atividades que não agreguem valor ao produto, bem como evitem paradas durante a sua execução. Ao investigar as paradas nos processos construtivos verifica-se que é necessário realizar a pesquisa em termos de suas atividades constituintes. Nesta sistemática, passa-se pelo estudo das atividades que agregam ou não valor ao produto e das atividades facilitadoras de processos, o que recai na elaboração de fluxogramas operacionais. Uma das aplicações práticas deste estudo é a comparação entre técnicas construtivas.

Método de pesquisa: Para isto, o artigo apresenta a elaboração dos fluxogramas operacionais com as atividades facilitadoras para os processos construtivos de vedações verticais, como: painéis de parede de concreto armado, alvenaria convencional de bloco cerâmico ou de concreto, alvenaria racionalizada, alvenaria estrutural e gesso acartonado. Os mapas destes processos foram elaborados a partir de aplicações práticas em canteiros de obras, no período de 2001 a 2005. **Resultados:** Como resultado, verifica-se que as tecnologias mais racionalizadas e/ou industrializadas apresentam redução no número de atividades que não agregam valor ao produto e na quantidade de paradas. Isto reflete na redução de prazo e custo com retrabalhos, bem como no desperdício de materiais.

Contribuições/Originalidade: Uso da análise de atividades constituintes para a seleção de processos construtivos no planejamento estratégico.

Palavras-chave: paradas, fluxogramas operacionais, tecnologias de vedações verticais, processos construtivos.

ABSTRACT

Propose: This paper selections construction processes that reduce the activity number which do not value addition and avoid interruption during execution process. When its interruption are studied, they verify who is necessary to investigate processes components activities. Thus, this paper studies value addition activities, do not value addition activities and easy-maker activities of process. This results in the flowcharts elaboration. The flowcharts aid in comparative between construction techniques.

Methods: For this, the work presents flowchart elaboration with easy-maker activities to compare walls types, how: reinforced concrete panel, conventional masonry of ceramic or concrete block, rationalized masonry, structural masonry and drywall. Flowcharts were elaborated of practical situations in site, between 2001 and 2005. **Findings:** Finally, the paper shows that technologies more rationalized or industrialized present reduction in the activities number that do not value addition to product and in the quantity of interruptions in process. Then, this reflects in time and cost reduction with rework and material wastes. **Originality/value:** The contribution this paper is in use of components activities for selection construction processes in the strategic planning.

Key words: interruptions, flowcharts, wall technologies, construction processes.

1. INTRODUÇÃO

Quando se procura selecionar processos construtivos, pesquisadores e empresários têm em mente a estratégia de produção a ser adotada em determinado empreendimento, de modo que este se torne competitivo. Ao analisar as estratégias competitivas de custo, prazo (velocidade), inovatividade, flexibilidade e qualidade, verifica-se que estas possuem um ponto em comum. Este ponto refere-se ao fato de que a estratégia recai em produzir mais, em menos tempo e com a qualidade exigida. Alia-se a isto as necessidades particulares de cada empreendimento.

Assim, quando se procura aumentar a produção, reduzir o custo e garantir a qualidade, esbarra-se nas vantagens e desvantagens dos processos construtivos disponíveis.

Neste momento, insere-se a ferramenta de mapeamento de processos, através dos fluxogramas operacionais de construção, que permite a investigação micro, em termos de suas atividades constituintes. Estas, porém, ao serem segmentadas apresentam-se na forma de atividades que agregam valor ao produto (processamento ou conversão), que não agregam valor (fluxo) e que facilitam o processo (ou seja, aquelas que evitam interrupções do trabalho).

Desta forma, o objetivo do artigo é selecionar processos construtivos de vedações verticais, por meio do estudo de suas atividades constituintes. Afinal, as atividades são inseridas nos canteiros de obras e quando agem sobre determinado tipo de gerência ditam a continuidade entre os processos, dentro deles e por fim repercutem no uso de recursos extras para corrigir os desvios.

O estudo busca com esta seleção fornecer informações à direção da empresa, no momento da elaboração do planejamento estratégico do empreendimento, ao definir quais tecnologias serão adotadas e o que necessitam em termos de gerenciamento.

O que ocorre na prática de canteiro é a não consideração das interrupções e a sequência do trabalho sem correção de desvios. Isto acontece porque ainda se adota a cultura de que canteiro eficiente é aquele em que todos trabalham interruptamente, o que mascara problemas de interrupções, atividades que não foram antecipadas, retrabalhos devidos à má qualidade, dúvidas na interpretação de informações e de projetos.

Na realidade, um observador atento verifica que todos trabalham continuamente para “apagar incêndio” e recuperar o tempo perdido, porque os planejamentos do trabalho e do *layout* de canteiro não foram adequados. Assim, facilmente constata-se, nas situações práticas, o que foi evidenciado em publicações como Oglesby, Parker e Howell (1989) e Koskela (2004).

É sabido que a melhoria contínua dos processos produtivos passa necessariamente pela redução de perdas. Por isto, a análise dos processos acaba sendo feita com foco na eliminação do desperdício de situações irracionais e inconsistentes, conforme afirmam Lee *et al.* (1999).

Em Koskela (2004) observa-se a preocupação com as perdas na construção, que se trata do trabalho interrompido a qualquer preço. Neste caso, é chamada de oitava categoria de perdas, uma vez que os autores do Sistema Toyota de Produção (Shingo, 1996; Ohno, 1997) apresentam uma lista com sete categorias, amplamente divulgada e adotada. Segundo Koskela, esta oitava categoria representa os operários produzindo continuamente. Neste caso, para a equipe da obra, o problema é visto como não poder parar, quando na verdade o correto seria interromper a produção assim que um problema for sinalizado para solucioná-lo, ou ainda, deve-se antever esta situação de risco. Esta nova situação é mais lógica e a favor do gerenciamento de obras, principalmente no planejamento e controle dentro do processo.

Ao falar deste novo tipo de perda, Koskela sugere a necessidade de antecipar decisões, para garantir a continuidade do fluxo do trabalho, tanto na forma de provimento de materiais - tipos e quantidades necessárias-, como projetos mais detalhados e informações completas para o início da produção.

Neste ponto, Koskela ressalta a preocupação com a antecipação de atividades, cuidados com retrabalhos e com o ambiente (equipes trabalhando em um mesmo local). Em resumo, esta oitava categoria é chamada por ele de *making-do*, ou seja, é uma perda que se refere a uma situação onde a tarefa é iniciada sem que todos os seus dados de entrada estejam disponíveis ou ainda quando a continuidade da execução da tarefa está ameaçada pela ausência de dados de entrada. Entende-se aqui

dado de entrada como materiais, máquinas/equipamentos, ferramentas, pessoal, instruções, projetos e condições externas, necessários ao início e à continuidade do trabalho.

Assim, ao selecionar um processo construtivo, busca-se aquele que apresenta uma parcela de atividades que agregam valor superior as que não agregam; uso de ferramentas e materiais que possibilitem a continuidade do fluxo do trabalho; bem como que os projetos estejam suficientemente detalhados e que o planejamento seja eficiente, de modo a se atingir o objetivo da estratégia competitiva para a qual o processo foi selecionado.

A seleção de tecnologias já foi objeto de estudos, como nos trabalhos desenvolvidos por San Martin (San Martin, 1998; San Martin e Formoso, 1998; San Martin, 1999), ao trabalhar com habitações de interesse social e com inovações tecnológicas. O autor aplicou os princípios da Construção Enxuta descritos por Koskela (1992). Destes, o mais representativo e que influencia os demais é o de redução da parcela de atividades que não agregam valor ao produto. Segundo Shingo (1996) e Ohno (1997), isto é conseguido ao estudar as atividades constituintes do processo e buscar reduzir aquelas que correspondem ao fluxo, como transporte, espera, decisão, armazenagem e verificação.

Ao observar o processo construtivo como um todo, um processo eficiente é aquele que possibilita a conclusão do produto final no menor número de etapas, conforme San Martin (1998). Para isto, deve-se estudar que tipos de atividades constituintes são realmente necessários.

San Martin (1999) estabeleceu indicadores a serem usados como critérios de seleção, a exemplo de eficiência do desenho dos processos, flexibilidade, grau de interdependência de processos, grau de habilidade exigida da mão-de-obra, grau de dependência de fornecedor, variedade de materiais, grau de padronização/industrialização (artesanal, manufatureiro, parcialmente mecanizado, totalmente mecanizado) e peso dos subelementos (leve-manual, leve-mecanizado, pesado); ainda natureza do processo de produção (tradicional, pré-fabricado, tradicional racionalizado, pré-moldado, misto), ciclo de produção (curto, médio, longo), grau de liberdade do sistema (fechado, semi-aberto, aberto) e tamanho dos elementos (pequeno, médio, grande).

Outros critérios que podem ser adotados são os indicadores de desempenho de produtividade (com intervalo de variação para os diferentes processos construtivos) e de qualidade (em termos de espessuras dos revestimentos) (AMBROZEWICZ, 2003).

Koskela (1992, 2000), ao delinear a Construção Enxuta, mudando o paradigma na construção civil de foco no processo de conversão para foco no processo de conversão e de fluxo, introduziu a preocupação com a redução das atividades que não agregam valor ao produto e acentuou a necessidade de introduzir melhorias no gerenciamento de obras.

Segundo Santos (2004), a Construção Enxuta possibilita ainda a identificação de atividades que causam interrupções no fluxo do trabalho. Estas ocasionam uma variabilidade que é nociva ao processo produtivo, por isto devem ser minimizadas. Nesta realidade, os fluxogramas operacionais contribuem para o seqüenciamento do processo, ao fazer com que as pessoas trabalhem de forma padronizada e com a visão do todo.

Ainda, conforme Santos (2004), as atividades que facilitam o processo são aquelas que quando colocadas no sistema de produção impedem ou minimizam as interrupções ao longo do processo produtivo. Elas podem estar incorporadas no processo ou auxiliá-lo. Apresentam-se como atividades de produção, de apoio à produção ou ainda como informações. Estão divididas em dois tipos, as antecipações e as restrições¹.

¹ Bernardes e Bortolazza (2004, p.13) definem restrição como “todo o tipo de atividade, informação ou elemento que quando não disponível no momento oportuno e na quantidade adequada causa algum tipo de interrupção no fluxo de trabalho no canteiro de obras”. Codinhoto *et al* (2003), por sua vez, define como atividades gerenciais, necessidades físicas, financeiras e de informações de projeto, que se não disponibilizadas no momento, na quantidade e especificações corretas, impedem a definição correta dos pacotes de trabalho que lhe são relacionados. Necessitam, portanto, de um responsável e de uma data limite para removê-las, bem como de uma tarefa a ser executada e atribuída a elas.

Estas atividades facilitadoras apresentam-se nos canteiros de obra de três formas, como atividades incorporadas ao processo de produção e formalizadas, logo já não podem ser mais consideradas facilitadoras; incorporadas, mas não formalizadas; e não consideradas, resultando na interrupção.

Por fim, segundo Oglesby, Parker e Howell (1989), as surpresas comuns na construção civil incluem mudanças no escopo de projetos, condições de canteiro não antecipadas e climáticas não usuais, distribuição de materiais críticos ou equipamentos atrasados, paralisações do trabalho ou escassez de mão-de-obra e acidentes.

2. METODO DE TRABALHO

O método consiste em comparar processos construtivos de vedações verticais de edificações. Os processos selecionados foram: painel de paredes (I), alvenaria convencional de blocos cerâmicos ou de concreto (II), alvenaria racionalizada (III), alvenaria estrutural (IV) e gesso acartonado (V). Cada uma destas tipologias foi mapeada para a elaboração de fluxogramas operacionais. O estudo destes processos foi inicialmente realizado para o conhecimento de suas atividades constituintes e conseqüente investigação do que causava interrupções nos processos. Assim, no período compreendido entre os anos de 2001 e 2005, investigou-se os processos de construção comumente adotados para compor as edificações. Esta investigação ocorreu nas cidades de Florianópolis/SC, grande Florianópolis/SC e Aracaju/SE. Este universo de processos mapeados corresponde à cerca de 200 fluxogramas. Deste selecionou-se somente os que compõem as vedações verticais para análise de seleção.

Para a elaboração destes fluxogramas foi realizada observação direta dos processos desenvolvidos em canteiro. Foram observações diárias por períodos não inferiores a duas semanas. Ainda, realizou entrevistas não estruturadas, cujo objetivo principal era o conhecimento dos processos e a identificação de atividades facilitadoras. Informações a respeito de qualidade do produto, dados de produtividade, escolha dos processos, equipamentos de transporte adotados, critérios competitivos, foram dados secundários fruto das observações e das entrevistas.

Como resultado obteve-se procedimentos de trabalho expressos de forma visual, fluxogramas, compostos por suas atividades constituintes e por aquelas que facilitam os processos de produção.

Na segmentação dos processos utilizou os símbolos aplicados nos processos produtivos da indústria tradicional deste a década de 1940, sendo desenvolvidos por Gilbreth em 1921, em um total de quarenta símbolos (BARNES, 1977).

Neste artigo utiliza-se os símbolos de:

Processamento	○
Armazenagem	△
Verificação	□
Transporte	↔
Decisão	◇
Espera	D

Fonte: Barnes (1977)

Atividades facilitadoras	↶
Retrabalho	●

Santos (2004)

Na revisão da literatura observa-se para avaliar os processos construtivos são adotados critérios de acordo com a estratégia competitiva que se quer. No presente artigo para avaliar os processos construtivos será utilizada uma matriz que correlaciona processos e critérios, como atividades constituintes e atividades facilitadoras; informações complementares que caracterizam os processos construtivos, na forma dos indicadores extraídos de San Martin (1999); e indicadores de desempenho de qualidade e produtividade (AMBROZEWICZ, 2003).

Em pesquisa à literatura, os critérios escolhidos com relação às atividades constituintes são: número de atividades que agregam valor ao produto (conversão), número de atividades que não agregam valor ao

produto (fluxo) e número de atividades que facilitam o processo (atividades facilitadoras). Estas últimas subdivididas ainda naquelas que já estão incorporadas e formalizadas nos processos (a); as que são aplicadas, mas não estão formalizadas (v); e as que foram esquecidas e causam a interrupção (ve)².

As informações complementares dos processos construtivos são representadas por indicadores de flexibilidade do produto, grau de dependência do fornecedor, variedade de materiais, grau de padronização, peso dos subelementos, natureza do processo, ciclo de produção, grau de liberdade do sistema e tamanho dos elementos.

Ainda, foram pesquisados os índices de desempenho de produtividade da equipe executora por metro quadrado de vedação vertical, bem como o índice de qualidade do produto, que é passado para o próximo cliente da cadeia, no caso a equipe de revestimento argamassado, onde quanto menor a espessura mais eficiente será o processo construtivo adotado na vedação vertical.

A ilustração 1 exemplifica a planilha adotada para a seleção segundo as atividades constituintes. A ilustração 2, por sua vez, apresenta as informações complementares e suas classificações.

Pontuação		Situação para a empresa							
		5	1	5 ou 1	Atividades facilitadoras	5	3	1	5, 3 ou 1
Processos construtivos	Número total de atividades	% de atividades				%			
		Fluxo	Conversão			(a)	(v)	(ve)	
I									
II									
III									
IV									
V									

Ilustração 1: Seleção segundo as atividades constituintes.

Na ilustração 1, as situações que agregam valor ao produto ou que minimizam interrupções recebem o valor 5 e aquelas que não agregam valor ao produto, consomem tempo e levam a interrupções recebem o valor 1. Por exemplo, com relação à percentagem de atividades, se tiver mais atividades de fluxo o processo receberá o valor 5, se tiver mais atividades de conversão o valor 1; o mesmo ocorre com relação à percentagem de atividades facilitadoras, se tiver mais atividades tipo (a) pontua-se com o valor 5, mais do tipo (v) com o valor 3 e mais do tipo (ve) com o valor 1.

	Informações complementares	Situação para a empresa			
			Ideal	Satisfatória	Insatisfatória
	Pontuação	0	5	3	1
i	Flexibilidade do produto		Variedade na disposição do produto	Permitir pequenas alterações	Layout fixo
ii	Grau de dependência do fornecedor		Produto facilmente encontrado	Vários fornecedores	Um único fornecedor
iii	Variedade de materiais		Produto único	Múltiplos tipos	Dois elementos
iv	Grau de padronização	Artes anal	Manufatureiro	Parcialmente mecanizado	Totalmente mecanizado
v	Peso dos subelementos		Leve-manual	Leve-mecanizado	Pesado
vi	Natureza do processo		Pré-fabricado	Tradicional racionalizado	Tradicional
vii	Ciclo de produção		Curto	Médio	Longo
viii	Grau de liberdade do sistema		Aberto	Semi-aberto	Fechado
ix	Tamanho dos elementos		Pequeno	Médio	Grande

Ilustração 2: Indicadores de desempenho e suas classificações.

² Os símbolos (a), (v) e (ve) significam que nos fluxogramas estas atividades estarão destacadas em azul, verde e vermelho respectivamente.

A empresa irá selecionar a tecnologia de acordo com o tipo de empreendimento adotado, equipamentos e máquinas disponíveis ou a serem adquiridas, familiaridade da equipe de produção com o processo selecionado e treinamento da mão-de-obra. Por isto, a situação para a empresa é dividida em Ideal, Satisfatória e Insatisfatória. A distribuição é a que se apresenta na ilustração 2, de modo a atender, por exemplo, a uma empresa de construção civil de pequeno porte, que prima pela produtividade e qualidade em seus processos, mas que não dispõe de recursos para utilizar equipamentos de transporte altamente mecanizados em canteiro e, por consequência, as questões relacionadas com peso são fundamentais. As escolhas estarão relacionadas com a disponibilidade financeira da empresa e com o risco que esta quer correr. Assim, é possível pontuar de forma geral os subitens do critério de informações complementares. Deste modo, as situações que se tornam pontos positivos para as empresas ou nas quais ela garante a qualidade e a produtividade, sem a necessidade de investimentos vultosos recebe o valor 5, as intermediárias 3 e aquelas que exigem alto investimento inicial com equipamentos ou que exigem um maior gerenciamento da produção recebem o valor 1.

Escolheu-se este tipo de empresa porque é a que representa melhor o universo das empresas construtoras existentes no Brasil.

Com relação aos índices de desempenho, quanto menor o valor da produtividade melhor (Hh/m²), assim como quanto menor a espessura dos revestimentos argamassados melhor. Salienta-se que estes índices independem do porte da empresa e são reflexo das necessidades dos clientes externos.

Os dados correspondentes às informações complementares são tratados na ilustração 3, onde são pontuados cada um dos itens descritos na ilustração 2.

Com estas considerações ao preencher e analisar a ilustração 4, a empresa será capaz de selecionar processos construtivos que reúnam as características de produtividade, qualidade, maior racionalização do trabalho e velocidade (redução de interrupções e de atividades que não agregam valor).

Processos Construtivos		Informações complementares									Total
		i	ii	iii	iv	v	vi	vii	viii	ix	
I	Painel de paredes										
II	Alvenaria convencional de blocos cerâmicos ou de concreto										
III	Alvenaria racionalizada										
IV	Alvenaria estrutural										
V	Gesso acartonado										
Total											

Ilustração 3: Tratamento dos itens correspondentes ao critério de informações complementares.

Processos Construtivos		Critérios				Total	
		Desempenho		Atividades constituintes (%)			Informações complementares
		P (Hh/m2)	e (mm)	Atividades	Facilitadoras		
I	Painel de paredes						
II	Alvenaria convencional de blocos cerâmicos ou de concreto						
III	Alvenaria racionalizada						
IV	Alvenaria estrutural						
V	Gesso acartonado						

Ilustração 4: Correlação entre os critérios adotados com os processos construtivos a serem selecionados.

3. DISCUSSÃO E RESULTADOS

O artigo fez uma simulação de seleção de processos construtivos para uma empresa de construção hipotética. Esta empresa é de pequeno porte e não dispõem de equipamentos de transporte altamente mecanizados como a grua. Tal posicionamento tornou-se necessário uma vez que as empresas de construção normalmente não correm riscos e acabam adotando sempre as mesmas tipologias construtivas, para aproveitar os recursos disponíveis na empresa (físicos, humanos e de informações).

Com a caracterização da empresa, e mediante consulta e elaboração de fluxogramas de processos construtivos para vedações verticais, parte-se para a seleção do processo de acordo com os critérios propostos.

Foi selecionado um fluxograma de cada tipo de vedação vertical para análise, conforme ilustrações 5, 6 e 7. Por meio da coleta de dados para sua elaboração foi obtido o valor de produtividade, as espessuras de revestimento argamassado e foi acompanhado o processo para verificar quais seriam as atividades facilitadoras e se estas eram adotadas. O resultado é apresentado na ilustração 8. As atividades facilitadoras não foram computadas no rol de atividades constituintes, estão em separado. Outro detalhe é que de acordo com a empresa os processos de vedações eram divididos em marcação e elevação da alvenaria, ou, em outros, tudo era considerado em um mesmo pacote de trabalho, sendo assim os dados aqui trabalhados correspondem ao somatório marcação e elevação.

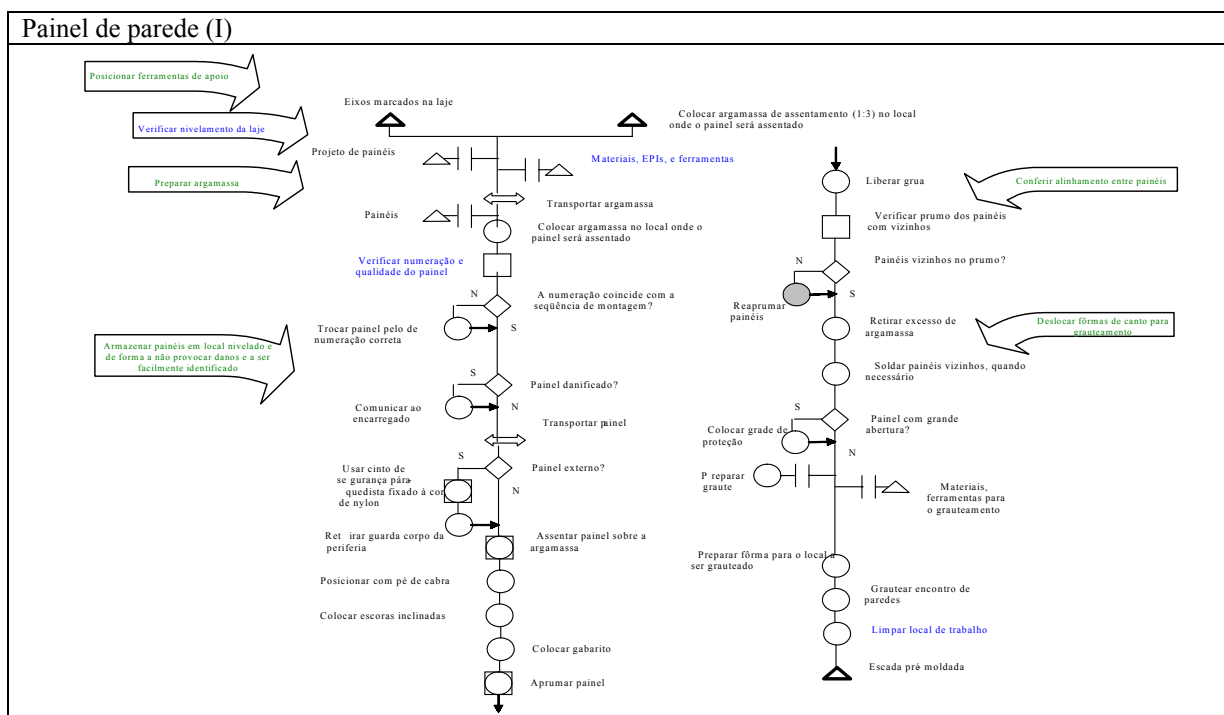


Ilustração 5: Fluxograma operacional para o processo de Paineis de parede em concreto armado.

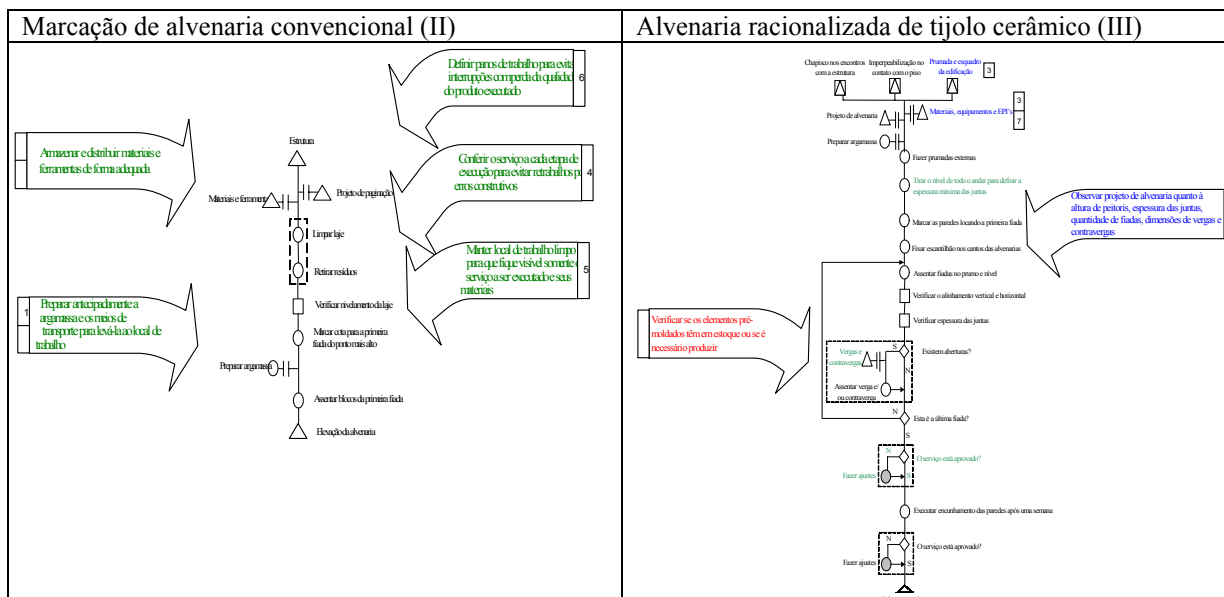


Ilustração 6: Fluxogramas operacionais para os processos de alvenaria convencional e racionalizada.

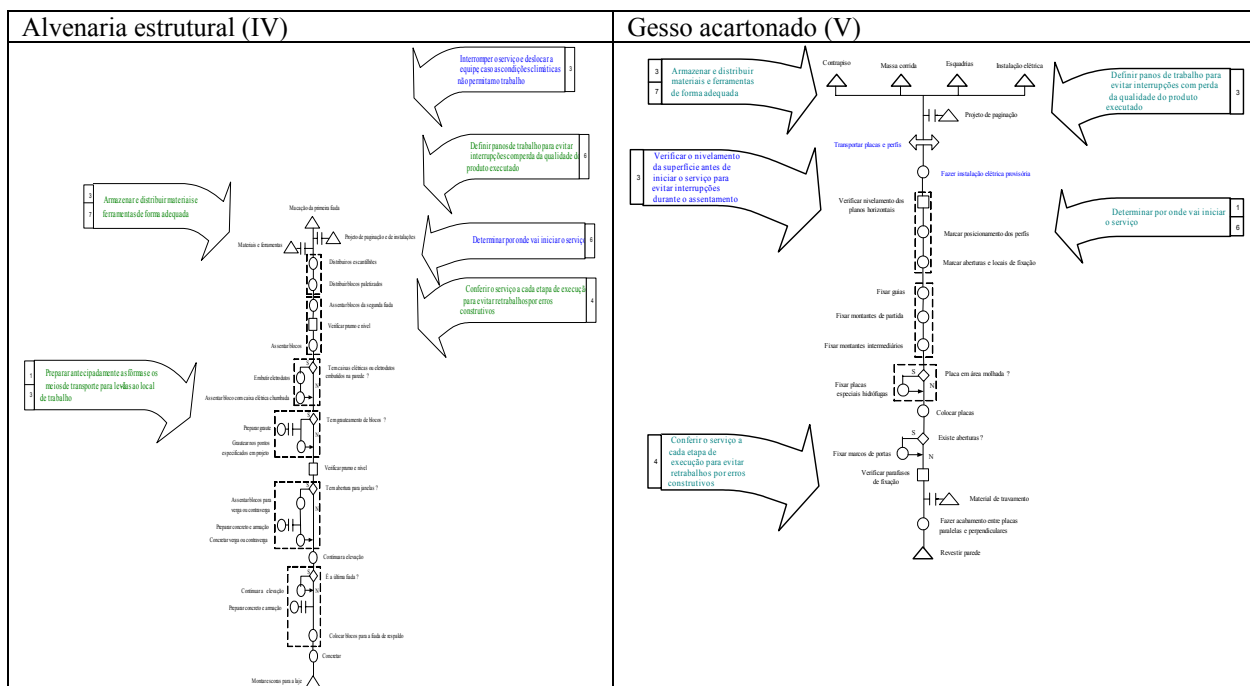


Ilustração 7: Fluxogramas operacionais para os processos de alvenaria estrutural e de gesso acartonado,

Pontuação		Situação para a empresa							
		5	1	5 ou 1	Atividades facilitadoras	5	3	1	5, 3 ou 1
Processos construtivos	Número total de atividades	% de atividades				%			
		Fluxo	Conversão			(a)	(v)	(ve)	
I	35	51	49	5	9	55,5	33,3	0,0	5
II	25	52	48	5	10	30,0	20,0	50,0	1
III	26	55	45	5	13	2,9	49,0	45,1	3
IV	31	45	55	1	13	5,1	38,5	56,4	1
V	22	55	45	5	9	33,0	67,0	0,0	3

Ilustração 8: Preenchimento da planilha de seleção, segundo as atividades constituintes.

Com relação ao critério de informações complementares, os dados são apresentados na ilustração 9.

Processos Construtivos		Informações complementares									Total
		i	II	III	IV	v	vi	vii	viii	ix	
I	Painel de paredes	1	1	1	1	1	5	5	1	1	17
II	Alvenaria convencional de blocos cerâmicos ou de concreto	3	5	1	0	5	1	1	5	5	26
III	Alvenaria racionalizada	3	5	3	5	5	3	3	5	5	37
IV	Alvenaria estrutural	1	3	5	5	5	5	3	5	5	37
V	Gesso acartonado	5	3	1	5	3	5	3	3	3	31
Total		13	17	11	16	19	19	15	19	19	

Ilustração 9: Preenchimento da planilha de critérios de informações complementares.

Finalmente, a ilustração 10 apresenta o resultado final de seleção de processos construtivos de vedações verticais, segundo a situação hipotética apresentada.

Processos Construtivos		Critérios						Total
		Desempenho			Atividades constituintes (%)		Informações complementares	
I	Painel de paredes	0,2	0	5	5	5	17	32
II	Alvenaria convencional de blocos cerâmicos ou de concreto	1,7	15	1	5	1	26	33
III	Alvenaria racionalizada	1,0	10	3	5	3	37	48
IV	Alvenaria estrutural	1,2	5	5	1	1	37	44
V	Gesso acartonado	0,6	0	5	5	3	31	44

Ilustração 10: Critérios adotados versus processos construtivos de vedações verticais.

Pela ilustração 9, verifica-se que os itens v, vi, viii e ix foram os que apresentaram resultados mais expressivos e justamente estão relacionados a elementos de baixo peso, que não necessitam de equipamentos mecanizados para o deslocamento. Em seguida, verifica-se que por parte das empresas a preocupação está em não ficar a mercê de um único fornecedor, para evitar interrupções no abastecimento.

Em termos de percentagem de atividades, em sua maioria os processos têm mais atividades de conversão do que de fluxo, mas esta margem é pequena, ou seja, somente 55% das atividades são de conversão. Quanto às espessuras de revestimento, a ilustração 10 evidencia que as espessuras são reduzidas de acordo com o aumento da industrialização do processo, ou até mesmo eliminadas. Isto resulta na qualidade do processo anterior, bem como no aproveitamento do potencial construtivo por parte da empresa.

Com relação à produtividade, é sabido que quanto maiores forem os elementos construtivos e melhor o treinamento da mão-de-obra melhores serão os resultados, conforme ilustração 10.

Em termos gerais, para a situação da empresa hipotética, considerando todos os critérios analisados, o processo de alvenaria racionalizada foi o que obteve um melhor resultado, seguindo pela alvenaria estrutural e pelo gesso acartonado. Ambos, formados de elementos leves, com produtos industrializados e de ampla disposição de elementos no mercado, além de não necessitarem de equipamentos de transporte robustos para a sua execução.

4. CONCLUSÃO

Constata-se que o estudo da segmentação dos processos construtivos em suas atividades constituintes é de grande importância para a seleção de processos praticados em canteiros de obras, uma vez que é no canteiro de obras o local onde os problemas de interrupções do trabalho ocorrem, como reflexo de falhas no gerenciamento de obras, provenientes de abastecimentos de materiais, detalhamento de projetos e desconhecimento das potencialidades da tecnologia.

Verifica-se ainda que, para a seleção dos processos é necessário delimitar o porte da empresa, o risco que ela está disposta a correr e os equipamentos de transporte que dispõe. Ainda, ao conhecer os processos de modo visual, verifica-se a quantidade de atividades de fluxos que deveriam ser reduzidas para tornar determinado processo ainda mais competitivo. É importante observar que as atividades de fluxos estão presentes fortemente em todos os processos, até mesmo nos mais industrializados. Neste a situação é preocupante porque o canteiro deveria ser apenas um local de montagem, com redução da parcela de atividades de transporte, decisão, retrabalho, verificações e esperas.

Outro ponto são as atividades facilitadoras, verifica-se que as que auxiliam na continuidade dos processos construtivos, representadas pelas letras (a) e (v), estão mais presentes nos processos com maior grau de industrialização como as paredes painéis, a alvenaria estrutural e o gesso acartonado.

Não foi realizado, porém, estudo de redução de desperdício a partir da racionalização/industrialização do processo construtivo adotado, embora este seja um importante aspecto de sustentabilidade. Outro ponto a ser investigado futuramente é o cumprimento de normas técnicas (procedimentos).

5. BIBLIOGRAFIA

- AMBROZEWICZ, P. R. L. **Sistema de qualificação de empresas de serviços e obras (SIQ-C). Metodologia de implantação:** procedimentos, serviços e materiais. Curitiba: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Qualidade na Indústria da Construção. 1ª edição. SENAI, Departamento Regional do Paraná, 2003, 732p.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos:** projeto e medida do trabalho. Tradução da 6ª edição americana. São Paulo: Edgard Blücher, 1977, 635p.
- BERNARDES, M. M. S., BORTOLAZZA, R. C. Estado da arte do processo de identificação de restrições em um grupo de empresas de construção civil de Porto Alegre/RS. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável / X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 2004, CD-ROM, 14p.
- CODINHOTO, R., MINOZZO, D., HOMRICH, M., FORMOSO, C. Análise de restrições: definição e indicador de desempenho. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, III, 2003, São Carlos, SP. Anais... São Carlos, 2003, CD-ROM.
- KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction.** 2000. 298p. Doctor of Philosophy. VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo.
- KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **Technical Report 72**, 1992, 75p.
- KOSKELA, L. Making-do – the eighth category of waste. In: Conference of the International Group for Lean Construction, 12., 2004. Dinamark. **Proceedings...** Dinamark. 2004. 10p.
- LEE, S-H, DIEKMANN, J. E., SONGER, A. D., BROWN, H. Identifying waste: applications of construction process analysis. In: International Group of Lean Construction, 7, Berkeley, 1999. **Proceedings...** Berkeley, 1999, p.63-72.
- OGLESBY, C. H., PARKER, H. W., HOWELL, G. A. . Productivity Improvement in construction. McGRAW-HILL Series Engineering and Project management, 1989, 588p.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de produção:** além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149p.
- SAN MARTIN, A. P., FORMOSO, C. T. Evaluating building systems based on production's process management and lean construction's concepts. In: Conference of the International Group for Lean Construction, 6., 1998. Guarujá. **Proceedings ...** Guarujá, 1998. 8p.
- SAN MARTIN, A. P. Definindo a tecnologia construtiva segundo a gestão dos processos de produção. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1998. Niterói. **Anais...** Niterói, 1998. 8p.
- SAN MARTIN, A. P. **Método de avaliação de tecnologias de edificação para a habitação de interesse social sob o ponto de vista da gestão dos processos de produção.** Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999. 150p.
- SANTOS, D. G. **Método para a integração entre os planejamentos tático e operacional utilizando antecipação de atividades:** estudos de caso na construção civil. Qualificação de doutorado, 132p, 2004, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção:** do ponto de vista da engenharia de produção. 2ª edição. Porto Alegre: Bookman, 1996, 291p.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à agência que financiou esta pesquisa: CNPq, bem como às empresas que colaboraram com o trabalho, abrindo seus canteiros de obra.