

IDENTIFICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS QUE CONTRIBUEM PARA A DIMINUIÇÃO DA VARIABILIDADE DOS PROCESSOS¹

CRUZ, H., Centro Universitário Ages, email: hmc_014@hotmail.com; SANTOS, D. G., Universidade Federal de Sergipe, email: deboragois@yahoo.com.br

ABSTRACT

One of the major challenges faced by construction management is the implementation of activities within schedule, because variability frequently. This research study aims to identify the best practices that contribute to reduce processes variability. The methodology consisted of direct observations with nine construction sites visited. The study analyzed reinforced concrete works (conventional), structural masonry and concrete walls cast on-site. The results showed that 21 best practices were raised in the construction sites and they were relationship with reduction of 42% of the causes of variability. The study also showed deficiencies, on the part of managers, to deal with the impacts of process variability. The best practices are shown as an alternative to reduce the impacts and consequences of this specific type of variability, but still inefficiently. The results were part of Master's dissertation whose theme refers to the analysis of the causes of process variability in different construction systems.

Keywords: Best practices. Causes. Variability.

1 INTRODUÇÃO

Apesar dos benefícios trazidos pelas melhorias no campo tecnológico, o avanço rumo à industrialização torna o processo global de construção mais complexo, exigindo uma maior necessidade de coordenação, já que requer uma maior precisão dimensional, menos improvisações e maior cooperação entre os processos de projeto, planejamento e execução.

Um dos problemas gerenciais que desafiam as empresas construtoras é o cumprimento da programação das atividades, ou seja, executá-las em tempo consoante ao planejado. Neste cenário, a variabilidade dos processos pode ser tomada como uma das fontes desta dificuldade.

Mas de que forma os gestores estão atuando para combater as causas da variabilidade? Partindo deste questionamento, o objetivo deste trabalho foi o de identificar as boas práticas que contribuem para a diminuição das causas da variabilidade dos processos.

A discussão e os resultados trazidos neste artigo representam parte de um trabalho maior apresentado em uma dissertação de mestrado – por Cruz (2017) - cujo tema se refere à análise das causas da variabilidade dos processos em diferentes sistemas construtivos.

¹ CRUZ, H. M.; SANTOS, D. G. Identificação de boas práticas que contribuem para a diminuição da variabilidade dos processos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

2 OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS E A VARIABILIDADE NA CONSTRUÇÃO

Os sistemas construtivos abrangem um conjunto de métodos construtivos comumente empregados que se interagem de maneira peculiar em cada um desses sistemas (CRUZ; SANTOS; MENDES, 2018).

Os autores supracitados discutem que uma das principais diferenças entre os sistemas construtivos são suas etapas de execução, o que impacta diretamente na organização e na redução da quantidade de ciclos. A medida que há uma redução dos ciclos, há uma tendência de redução da variabilidade.

Conforme Maués et al. (2017), vários autores tratam sobre empresas que não conseguem cumprir os prazos na construção.

Segundo De Filippi e Melhado (2015), as construtoras não atrasam suas obras em busca de benefícios, mas por não conseguirem cumprir o planejamento. Neste sentido, Cruz, Santos e Mendes (2018) questionam sobre quais as causas que levam a essa situação de variabilidade.

Corroborando com conceitos de outros autores², Cruz, Santos e Mendes (2018) sintetizam a classificação da variabilidade na construção em três categorias: variabilidade de tempo do processamento; variabilidade de fluxo; e variabilidade geométrica. As duas primeiras estão ligadas às variações de tempo observadas na execução dos processos, tendo como parâmetro comparativo a programação de atividades, sendo estas o foco deste trabalho. A variabilidade geométrica tem ligação com a qualidade da produção, e sua definição é importante porque tem relação com a ocorrência das outras duas categorias.

Identificar as causas da variabilidade é importante pois os gestores podem priorizar aquelas a serem combatidas, permitindo obter maior economia no processo construtivo. Em outras palavras, eles podem concentrar seus esforços na eliminação das causas da variabilidade que fornecerão o maior benefício em termos de desempenho do projeto (WAMBEKE, HSIANG; LIU, 2011).

Tão importante quanto a identificação das causas da variabilidade, analisar e prever meios de lidar com elas é um desafio gerencial. Há décadas atrás Koskela (1992) apontou a tendência dos profissionais da construção em investir e implantar soluções tecnológicas que potencializem as atividades de conversão, deixando em segundo plano melhorias que reduzam as atividades de fluxo.

3 METODOLOGIA

A pesquisa consistiu em observações diretas em que os objetos foram nove obras, sendo três para cada um dos sistemas construtivos: concreto armado com vedação em alvenaria (CAVA); alvenaria estrutural (AE); paredes de

² KOSKELA, 2000; HOPP; SPEARMAN, 1996; SANTOS; FORMOSO; TOOKEY, 2002; WAMBEKE; HSIANG; LIU, 2011

concreto moldadas no local (PCML).

Como o objetivo foi a identificação de boas práticas que contribuíssem para a diminuição da variabilidade nos processos, foi elaborado um roteiro para padronizar e registrar as informações.

Os canteiros de obras foram percorridos, visando analisar as formas de transporte dos materiais, seu *layout* e demais características, os interiores das torres e a execução dos serviços. Durante todo este passo, buscou-se identificar as boas práticas em questão.

A partir das observações em campo, foi elaborado um quadro mostrando as principais boas práticas identificadas, bem como sugestões de melhorias.

4 RESULTADOS

A seguir, são descritos os resultados da identificação e análise das boas práticas, bem como a comparação com os resultados referentes à identificação das causas da variabilidade apresentados por Cruz (2017), que podem ser encontrados com mais detalhes em seu trabalho.

Para facilitar a leitura e interpretação das discussões desta pesquisa, o Quadro 1 traz a lista de causas de variabilidade indicadas por Cruz (2017) e alguns outros dados relevantes. Pode-se perceber que o autor dividiu as 31 causas de variabilidades em oito categorias, sendo sete baseadas nas condições prévias de Koskela (2000).

Quadro 1 – Lista de causas de variabilidade dos processos

Categoria	Causas de variabilidade		Ranking
1. Pré-requisito do trabalho	1	Obtenção de autorizações para iniciar o trabalho	
	2	Conclusão dos trabalhos prévios (trabalho anterior que ainda não foi realizado)	8°
	3	Retrabalho exigido devido à qualidade do trabalho anterior	4°
	4	Baixa qualidade do trabalho anterior (nível que ainda não requer retrabalho)	2°
	5	Inspeções de trabalhos previamente concluídos	
2. Detalhamento do projeto e método de trabalho	6	Construtibilidade do projeto	
	7	Qualidade dos documentos (erros no projeto e/ou desenhos)	
	8	Requisitos de controle de qualidade	6°
	9	Complexidade do trabalho	
	10	Planejamento da sequência ou método do trabalho	
3. Mão de obra	11	Baixo grau de repetição (incapacidade de desenvolver um sistema eficiente devido a atividades em constante mudança)	
	12	Socialização (conversas com colegas de trabalho)	3°
	13	Absentismo (faltas)	
	14	Pessoas que chegam tarde e/ou saem mais cedo por causa de doença, acidente ou motivo pessoal	
	15	Baixa disposição e/ou falta de motivação	5°
4. Ferramentas e Equipamentos	16	Falta de habilidade dos trabalhadores/equipes na execução de tarefas que foram pedidas a eles	
	17	Confiabilidade de equipamentos ou ferramentas	
	18	Disponibilidade de equipamento ou ferramentas	
5. Materiais e Componentes	19	Capacidade (produtividade) de equipamentos e ferramentas	
	20	Falhas no recebimento dos materiais (quantidade ou tipo incorreto)	
	21	Tentativa de solicitação de materiais para serem utilizados	7°
6. Condições de trabalho e do local de trabalho	22	Recebimento de materiais para a atividade mais tarde do que o programado/esperado	1°
	23	Área de trabalho superlotada ou desordenada / canteiro de obras congestionado	
	24	Layout do local de trabalho: distância excessiva entre o local de armazenamento do material e o local de sua utilização	
7. Gestão, supervisão e fluxo de informações	25	Forma de transporte do material do local de armazenamento até o local de utilização	
	26	Espera para obter respostas sobre perguntas ou orientações sobre o projeto	
	27	Pouco compromisso por causa de um cronograma de trabalho apertado	
	28	Mudanças nas atividades causadas por alterações (do cliente, dono da obra)	
8. Condições climáticas	29	Comunicação entre engenheiro da obra e mestre/encarregado	
	30	Comunicação entre mestre/encarregado e operários	
	31	Impactos climáticos (calor excessivo, frio, vento, chuva)	

Fonte: Adaptado de Cruz (2017)

4.1 Identificação e análise das boas práticas

Foram identificados, entre os nove empreendimentos visitados, 21 tipos de boas práticas que podem contribuir para a redução da variabilidade. Foram levantadas 66 aplicações referentes a estes tipos. A Figura 1, mostra a quantidade de aplicações de boas práticas por sistema construtivo.

O sistema construtivo onde mais foram identificadas aplicações de boas práticas foi o PCML (42%), seguido do AE (38%) e na terceira colocação está o sistema CAVA (20%). Este resultado aponta que obras com sistemas construtivos mais industrializados tendem a apresentar aplicações de boas práticas em maior quantidade.

Apesar do sistema CAVA ser um dos sistemas mais utilizados e de aplicação já

consolidada no ambiente da construção, os resultados sugerem uma deficiência quanto à presença de tecnologias e outros meios que levem à melhoria dos processos.

O Quadro 2, traz a descrição das boas práticas observadas, as vantagens de aplicação, o nível hierárquico responsável, os serviços impactados, as causas de variabilidade evitadas, além das obras em que foram encontradas sua aplicação.

Dentre as boas práticas mais aplicadas estão a 21 (utilização de nível a laser), 20 (escoramento metálico), 13 (kits de portas prontas) e 11 (contrapiso autonivelante). A boa prática 3 (uso de *shafts* em *dry wall*) foi vista em apenas um dos sistemas construtivos (PCML).

Outra análise importante é quanto aos serviços impactados pelas boas práticas. Das 21 levantadas, foram identificados oito serviços que podem ser impactados diretamente, além de outros que podem ser impactados indiretamente, como os acabamentos ou, até mesmo, todos os serviços. A Figura 2 detalha a porcentagem de boas práticas que pode impactar cada serviço.

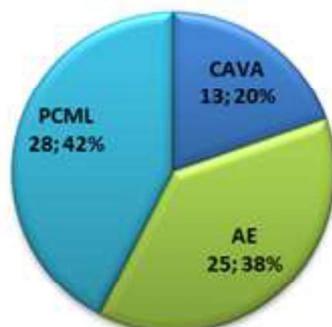
Observando as descrições do Quadro 2, percebe-se que nem todas as causas tiveram boas práticas de redução de variabilidade associadas. No total foram 31 causas identificadas. Para uma análise mais detalhada das causas que apresentaram estas boas práticas e suas respectivas quantidades, foi elaborado o Quadro 3, que trata desses dados.

Analisando o Quadro 3, 15 causas apresentaram boas práticas associadas, correspondendo a 48% do total.

As causas da categoria 2 (Detalhamento do projeto e método do trabalho) foram as que mais apresentaram boas práticas, seguida das causas da categoria 1 (Pré-requisito do trabalho) e 5 (Materiais e componentes). Isto mostra a preocupação dos gestores das obras para a diminuição dos impactos da variabilidade dos processos.

As categorias que não apresentaram nenhuma boa prática foram a 3 (Mão de obra) e 1 (Condições climáticas). Segundo Cruz (2017), uma situação preocupante é justamente a ausência de boas práticas para a categoria mão de obra, já que esta tem algumas causas inclusas no *ranking* das principais e consideradas de risco extremamente alto.

Figura 1 – Quantidade de aplicação de boas práticas por sistema construtivo



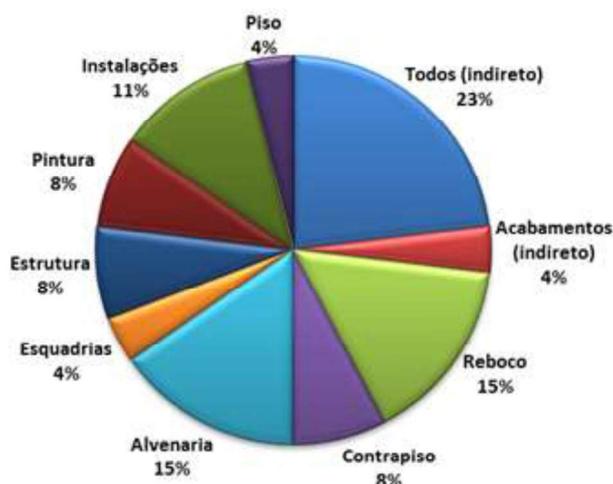
Fonte: Os autores

Quadro 2 – Identificação das boas práticas que auxiliam na redução da variabilidade dos processos

Item	Atividade	Vantagens	Serviços Impactados	Nível Hierárquico	Causas / Categorias evitadas	Local de observação
1	Utilização de palheta para aplicação de argamassa de assentamento	Aumenta a eficiência da operação de assentamento de alvenaria; Reduz perda de material (argamassa)	Alvenaria	Operacional	9 (2); 19 (4)	AE 3
2	Uso de tubulações hidráulicas flexíveis	Facilita a execução do serviço, diminui o número de conexões	Instalações Hidráulicas	Operacional	6 (2); 9 (2)	PCML 1; PCML 3
3	Uso de <i>shafts</i> em <i>Drywall</i>	Facilita a montagem dos shafts; contribui com a construtibilidade	Instalações; Acabamentos	Tático	6 (2); 9 (2)	PCML 1; PCML 2; PCML 3
4	Paredes dos banheiros em <i>Drywall</i>	Facilita a montagem das instalações	Instalações	Operacional	6 (2); 9 (2)	PCML 1; PCML 2
5	Preparação de <i>Kits</i> de materiais para um serviço	Diminui a falta de material durante o serviço; Facilita o controle dos materiais	Todos	Tático	20 (5); 21 (5)	PCML 1; PCML 2
6	Utilização de manipulador telescópico para transporte dos materiais	Aumenta a eficiência do transporte de materiais	Todos	Tático	22 (5); 25 (6)	PCML 1; PCML 2; AE 2; AE 3
7	Utilização de grua para transporte dos materiais	Aumenta a eficiência do transporte de materiais	Todos	Tático	22 (5); 25 (6)	PCML1
8	Utilização de mini-carregadeira para transporte horizontal de materiais	Aumenta a eficiência do transporte de materiais	Todos	Tático	22 (5); 25 (5)	PCML 1; AE 3; CAVA 2
9	Utilização de manipulador telescópico para pintura da fachada	Aumenta a eficiência do serviço de pintura; Melhora a mobilidade do trabalhador	Pintura Externa	Operacional	9 (2); 19 (4)	PCML 1; AE 3
10	Aplicação de argamassa de revestimento mineral decorativa para fachada	Simplifica o número de passos para o acabamento da fachada	Pintura Externa	Tático	9 (2)	PCML 1; PCML 2; AE 2
11	Contrapiso autonivelante	Reduz o tempo de ciclo do serviço contrapiso; Aumenta a qualidade do produto	Contrapiso; piso	Tático	3 (1); 4 (1); 10 (2)	PCML 1; PCML 2; AE 1; AE 2; AE 3; CAVA 1; CAVA 2
12	Utilização de " <i>bits</i> " para auxílio da montagem das janelas	Facilita a instalação das janelas; Aumenta a qualidade do serviço, prevenindo retrabalhos	Acabamentos	Operacional	3 (1); 4 (1); 6 (2); 9 (2)	PCML 3
13	Utilização de <i>kits</i> de portas prontas	Simplifica o número de passos; Facilita a instalação das portas	Esquadrias	Operacional	3 (1); 4 (1); 9 (2)	Todas PCML; Todas AE; CAVA 1; CAVA 2
14	Utilização de argamassa usinada	Eliminação de etapas de preparação no canteiro; Melhoria da logística; Diminuição de atividades de fluxo	Alvenaria; Reboco	Tático	3 (1); 4 (1); 22 (5)	AE 1; AE 3
15	Utilização de caminhão <i>munk</i> para transporte dos materiais	Aumenta a eficiência do transporte de materiais	Todos	Tático	22 (5); 25 (6)	AE 1
16	Betoneira com carregador de agregados	Facilita a operação do preparo de argamassas; Reduz atividades de fluxo	Elevação; Reboco	Operacional	19 (4); 22 (5); 25 (6)	AE 2; AE 3; CAVA 2
17	Argamassadeira nos pavimentos	Diminui a movimentação do material no canteiro	Elevação; Reboco; Contrapiso	Tático	18 (4); 19 (4); 21 (5); 22 (5); 24 (6); 25 (6)	AE 2; CAVA 2
18	Argamassa projetada	Aumenta a produtividade do serviço	Reboco	Operacional	9 (2); 19 (4)	AE 2
19	Disponibilização de projetos no local de realização dos serviços	Aumenta a transparência das informações; Diminui os problemas de comunicação; Evita erros de execução	Todos	Tático	10 (2); 26 (7); 29 (7); 30 (7)	CAVA 1
20	Escoramento metálico com regulagem de nível	Melhora a qualidade da execução da estrutura; Aumenta a facilidade para nivelamento das fôrmas	Estrutura	Operacional	3 (1); 4 (1); 9 (2); 19 (4);	Todas
21	Utilização de nível a <i>laser</i> para nivelamento das fôrmas	Melhora a qualidade da execução da estrutura; Aumenta a facilidade para nivelamento das fôrmas	Estrutura	Operacional	3 (1); 4 (1); 9 (2); 19 (4);	Todas

Fonte: Os autores

Figura 2 – Porcentagem de boas práticas relacionadas aos serviços



Fonte: Os autores

Quadro 3 – Quantidade de boas práticas associadas por causas

Causa / Categoria	Descrição	Qtd. Boas práticas
9 (2)	Complexidade do trabalho	11
19 (4)	Capacidade de equipamentos/ ferramentas	7
22 (5)	Recebimento atrasado de materiais	7
3 (1)	Retrabalho devido à qualidade anterior	6
4 (1)	Baixa qualidade do trabalho anterior	6
25 (6)	Forma de transporte do material	6
6 (2)	Construtibilidade do projeto	4
10 (2)	Planejamento da sequência/ método do trabalho	2
21 (5)	Tentativa de solicitação de materiais	2
18 (4)	Disponibilidade de equipamento/ ferramentas	1
20 (5)	Falhas no recebimento dos materiais	1
24 (6)	Layout do local de trabalho	1
26 (7)	Espera para obter respostas/ orientações	1
29 (7)	Comunicação entre engenheiro da obra e mestre	1
30 (7)	Comunicação entre mestre/e operários	1

Fonte: Os autores

4.2 Relação entre as boas práticas identificadas e a classificação das causas da variabilidade dos processos

Para realizar uma análise mais detalhada se as principais causas de variabilidade³ possuem boas práticas relacionadas, foi elaborado o Quadro 4, que cruza estas informações.

Somente três, das oito principais causas, possuem boas práticas associadas. Isto não exime que as demais causas não tenham atividades ou meios de tratamento para evitá-las, porém, durante as observações não foram identificadas boas práticas claras sobre as mesmas.

Quadro 4 – Principais causas versus Boas práticas

<i>Ranking</i>	Causa	Descrição	Categoria	Qtd. de Boas práticas
1	22	Recebimento atrasado dos materiais	5. Materiais e componentes	7
2	4	Baixa qualidade do trabalho anterior	1. Pré-requisito do trabalho	6
3	12	Socialização	3. Mão de obra	0
4	3	Retrabalho devido qualidade anterior	1. Pré-requisito do trabalho	6
5	15	Baixa disposição/motivação	3. Mão de obra	0
6	8	Requisitos de controle de qualidade	2. Detalhamento do projeto/ método do trabalho	0
7	21	Tentativa de solicitação de materiais	5. Materiais e componentes	0
8	2	Conclusão dos trabalhos prévios	2. Pré-requisito do trabalho	0

Fonte: Os autores

³ Disponível em Quadro 16 (CRUZ, 2017)

Um ponto positivo foi que, dentre as causas mais críticas – 22 (recebimento atrasado de materiais), 4 (baixa qualidade do trabalho) e 3 (retrabalho) –, foram identificadas quantidades elevadas de boas práticas. Isto quer dizer que os gestores estão atentos a reduzir estes impactos, porém, sugere-se que estas ações ainda não estão sendo suficientes, já que estas causas estão apontadas no *ranking*.

As boas práticas levantadas mostram-se como uma alternativa de diminuir os impactos e as consequências deste tipo específico de variabilidade, porém ainda de forma ineficiente. Isto pode corroborar com algumas discussões apresentadas no campo literário, sobretudo o equilíbrio entre melhorias na conversão e nas atividades de fluxo (KOSKELA, 1992). Talvez ainda persista nos gestores a visão de que melhorias tecnológicas pontuais são eficientes, o que sugere o pouco reconhecimento da ocorrência das atividades de fluxo. Isto tem consequências relevantes na presença da variabilidade dos processos.

5 CONCLUSÕES

A identificação das boas práticas durante as observações em campo permitiu pontuar 21 tipos distintos, que representavam 66 aplicações nas obras visitadas. Dentre os sistemas construtivos analisados, o PCML apresentou mais aplicações, sendo apontada uma possível deficiência no sistema CAVA quanto à presença de meios que levem à melhoria dos processos.

As boas práticas impactaram oito serviços de forma direta, e em alguns casos, todos os serviços de forma indireta. Observou-se também que estas foram responsáveis por combater 48% das 31 causas de variabilidade; apesar disto, somente três das oito principais causas apresentaram boas práticas associadas.

Como evidenciado em outros estudos, conclui-se que a variabilidade do tempo de execução dos processos é um tema complexo e ainda pouco explorado.

REFERÊNCIAS

CRUZ, H. M. **Análise das Causas da Variabilidade do Tempo de Execução dos Processos em Diferentes Sistemas Construtivos**. São Cristóvão, 2017. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

CRUZ, H. M.; SANTOS, D. de; MENDES, L. A. Causas da variabilidade do tempo de execução dos processos em diferentes sistemas construtivos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 51-67, jan./mar. 2018.

DE FILIPPI, G. A.; MELHADO, S. B. Um Estudo Sobre as Causas de Atrasos de Obras de Empreendimentos Imobiliários na Região Metropolitana de São Paulo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 161-173, jul./set. 2015.

HOPP, W. J.; SPEARMAN, M.L. **Factory Physics: foundations of manufacturing management**. Boston: Irwin Mc Graw-Hill, 1996.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Technical Report nº. 72. CIFE. Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University, 1992, 87p.

KOSKELA, L. **An Exploration Towards a Production Theory and Its Application to Construction**. Espoo, 2000. 296 f. Thesis (Doctor) – Technical Research Centre of Finland, Espoo, 2000.

MAUÉS, L. M. F. et al. Construction Delays: a case study in the Brazilian Amazon. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 167-181, jul./set. 2017.

SANTOS, A. dos; FORMOSO, C. T.; TOOKEY, F. E. Expanding the Meaning of Standardization with in Construction Processes. *The TQM Magazine*, v. 14, n. 1, p. 25-33, 2002.

WAMBEKE, B. W.; HSIANG, S. M.; LIU, M. Causes of Variation in Construction Project Task Starting Times and Duration. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 137, n. 9, p. 663-677, 2011.