

CONTROLE DE CRONOGRAMA DE UM PROJETO EM UMA EMPRESA DE ENGENHARIA

SCHEDULE CONTROL OF A PROJECT IN AN ENGINEERING COMPANY

GIULIANO PINHEIRO MACHADO JUNIOR
UNESP

SERGIO RICARDO DO NASCIMENTO
UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

CONTROLE DE CRONOGRAMA DE UM PROJETO EM UMA EMPRESA DE ENGENHARIA

Objetivo do estudo

O objetivo do estudo foi implementar a técnica de análise de variação da produtividade como ferramenta de controle do cronograma de uma obra de construção civil e avaliar os indicadores de produtividade obtidos.

Relevância/originalidade

O setor de construção civil enfrenta uma crise de projetos atrasados no Brasil, resultado da ausência do emprego de métodos de gestão de projetos adequados.

Metodologia/abordagem

Para emprego da técnica de análise de variação da produtividade foram coletados dados de produção reais de atividades em uma obra civil e comparados com os dados de produção estimados na linha de base do projeto, gerando indicadores de produtividade.

Principais resultados

Observou-se que os indicadores de produtividade apresentavam uma relação adequada entre as produtividades reais e estimadas e que os atrasos observados no estudo foram resultado da aplicação inadequada de recursos ao longo do período.

Contribuições teóricas/metodológicas

Constata-se que a análise da variação da produtividade é um método adequado para o controle do cronograma de um projeto e que a avaliação de indicadores de produtividade contribui para o entendimento das causas dos atrasos de uma atividade.

Contribuições sociais/para a gestão

Nota-se que um sistema de gestão não necessita ser complexo para que seja efetivo. Basta encontrar uma ferramenta que esteja adequada aos recursos e informações disponíveis em um projeto e utilizá-la de maneira adequada.

Palavras-chave: Gestão de projetos, Variação de produtividade, Cronograma

SCHEDULE CONTROL OF A PROJECT IN AN ENGINEERING COMPANY

Study purpose

The objective of the study was to implement the productivity variation analysis technique as a tool to control the schedule of a civil construction work and to evaluate the productivity indicators obtained.

Relevance / originality

The civil construction sector is facing a crisis of delayed projects in Brazil, resulting from the lack of use of adequate project management methods.

Methodology / approach

In order to use the productivity variation analysis technique, actual production data from activities in a civil work were collected and compared with the estimated production data in the baseline of the project, generating productivity indicators.

Main results

It was observed that the productivity indicators presented an adequate relation between the real and estimated productivity and that the delays observed in the study were the result of the inadequate application of resources throughout the period.

Theoretical / methodological contributions

It appears that the analysis of productivity variation is an adequate method for controlling the schedule of a project and that the evaluation of productivity indicators contributes to the understanding of the causes of delays in an activity.

Social / management contributions

Note that a management system does not need to be complex to be effective. Just find a tool that is suited to the resources and information available in a project and use it accordingly.

Keywords: Project management, Productivity variation, Schedule

CONTROLE DE CRONOGRAMA DE UM PROJETO EM UMA EMPRESA DE ENGENHARIA

1 Introdução

Segundo a Câmara Brasileira de Indústria da Construção [CBIC] e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], o setor de construção civil no Brasil teve um aumento de 9,7% no PIB em 2021 após uma queda no ano anterior, com expectativas positivas para 2022. Contudo, o país enfrenta uma crise de obras atrasadas e paralisadas, conforme indicado por estudos do Tribunal de Contas da União [TCU] e Tribunal de Contas do Estado de São Paulo [TCESP]. O PROCON (2019) também destaca que empresas de construção lideram reclamações devido a atrasos. A falta de gestão eficaz é um fator contribuinte para esses atrasos (De Filippi e Melhado, 2015; Gido et al., 2020).

Moraes e Serra (2009) salientam desafios na adequação entre planejamento e recursos na gestão de projetos. Barcauí et al. (2019) reforçam a necessidade de um sistema de monitoramento eficaz, particularmente em obras civis, onde o controle do cronograma é vital. Mazutti (2021) destaca a importância de alocar recursos corretamente para maximizar a eficiência do projeto. Barcauí et al. (2019) discutem a análise de variação da produtividade como um instrumento chave, corroborado pelo Guia PMBOK (PMI, 2017), que enfatiza a mensuração do desempenho. Este estudo propõe a aplicação dessa análise em uma empresa de engenharia de São Paulo para melhorar o controle de cronograma.

2 Metodologia

A equipe adotou a técnica de controle do cronograma chamada análise de valor agregado (EVM), conforme destacado por Barcauí et al. (2019) e PMI (2017). A pesquisa concentrou-se em um projeto em São Paulo e buscou avaliar um método alternativo, tendo como base fontes como PMBOK (PMI, 2017). Utilizando um estudo de caso, conforme Yin (2015) e Gerhardt e Silveira (2009), a coleta de dados ocorreu quantitativamente, seguindo as diretrizes de Gerhardt e Silveira (2009) e Creswell e Creswell (2021). Optando pela análise de variação da produtividade, citada em Barcauí et al. (2019), a pesquisa se focou em um gráfico Gantt do Microsoft Excel, de acordo com Cavalcanti e Silveira (2016), e avaliou dados semanais e recursos materiais, recolhidos de setembro de 2022 a março de 2023.

Para a primeira etapa do trabalho, foram coletadas as informações do cronograma, também chamado de linha base do projeto, para as atividades selecionadas para este estudo. Estes dados foram reproduzidos através de um cronograma Gantt, um gráfico de barras distribuídas no tempo para informar a duração das atividades (Cavalcanti e Silveira, 2016), preparado utilizando o software Microsoft Excel, através da fórmula “DIATRABALHOTOTAL()”, na qual as variáveis de entrada “data_inicial” e “data_final” foram obtidas através das datas fornecidas pela linha de base do projeto. Neste caso, desconsideraram-se os finais de semana como dias de trabalho. Logo, através da eq. (2) determinou-se a quantidade média estimada para cada escopo.

No estudo, a produtividade foi avaliada usando gráficos no Microsoft Excel, baseando-se na eq. (3) para analisar o progresso físico percentual. O tempo total estimado para as atividades foi apresentado em horas e a eq. (4) foi empregada para determinar as produtividades previstas por setor e atividade. Informações adicionais sobre mão de obra foram obtidas

De maneira análoga, propõe-se uma adaptação desta equação, que implica na substituição da variável “Trabalho” sendo medida em homens/hora por “Quantidade total prevista”, sendo medida em quantidade de recursos materiais a serem entregues. Como resultado, a variável “Número de recursos” apresentada na eq. (1), medida em quantidade de recursos humanos, torna-se “Quantidade média prevista”, medida em quantidade de recursos materiais por unidade de tempo. A eq. (2) apresenta as alterações propostas:

$$\text{Quantidade média prevista} = \frac{\text{Quantidade total prevista}}{\text{Duração}} \quad (2)$$

onde, Quantidade média prevista: é a quantidade média estimada de recursos materiais necessários para executar atividade em unidades métricas por unidade de tempo; Quantidade total prevista: é a quantidade de recursos materiais totais necessários para concluir a atividade em unidades métricas; e Duração: é a duração total da atividade em dias.

Desta maneira, considerando as variáveis “Quantidade total prevista” e “Duração” como valores fixos e pré-definidos, a variável “Quantidade média prevista” representará a quantidade média necessária de recursos que deverá ser atingida em cada unidade de tempo para que as atividades sejam concluídas de acordo com a duração proposta.

Portanto, baseado nas durações propostas para cada atividade na Figura 1, nas quantidades de recursos estimadas para cada atividade na Tabela 1 e nas conclusões propostas a partir da eq. (2), apresentam-se na Tabela 2, os valores de quantidades médias previstas para que cada atividade seja concluída de acordo com o prazo proposto na linha de base do projeto.

Tabela 2: Quantidade média prevista
Fonte: Resultados originais da pesquisa

Atividade	Setor	Dias úteis (linha de base)	Quantidade média prevista	Unidade
Concretagem de fundações	1	54	26,2	m ³ /dia
Concretagem de fundações	2	44	11,5	m ³ /dia
Reaterro de fundações	1	30	159,5	m ³ /dia
Reaterro de fundações	2	23	192,3	m ³ /dia
Concretagem de piso	1	37	19,9	m ³ /dia
Concretagem de piso	2	37	19,2	m ³ /dia

Ainda, de acordo com Barcauí et al. (2019), a informação mais importante para medir o desempenho de uma atividade é o controle do progresso físico, que pode ser calculado através da eq. (3):

$$\% \text{ físico executado} = \frac{\text{Quantidade realizada}}{\text{Quantidade total prevista}} \quad (3)$$

onde, % físico executado: é o progresso físico percentual total da atividade; Quantidade realizada: é a quantidade realizada da tarefa em unidades métricas; e Quantidade total prevista: é a quantidade de recursos materiais totais necessários para concluir a atividade em unidades métricas.

Para calcular o percentual físico executado, dados das quantidades realizadas em cada atividade e setor foram coletados, medidos pelos recursos materiais usados. Gráficos foram

criados para comparar a produção semanal prevista com a realizada durante a duração de cada atividade. O percentual físico executado foi determinado pela eq. (3) e indicado pelo eixo vertical secundário.

Observa-se na Figura 2 que as quantidades médias semanais previstas para a concretagem de fundações foram superadas em apenas 4 períodos ao longo das 13 semanas em que a atividade foi executada. Nota-se ineficiência em manter a produção semanal registrada constante, ilustrada pela oscilação semanal da curva de diferença acumulada. Entretanto, pode-se inferir que o contratado possuía os recursos necessários para atingir as quantidades projetadas, já que em seu pico de performance atingiu valor de quantidade realizada cerca de 90% superior ao valor projetado inicialmente.

Esta análise foi realizada para todas as atividades descritas na linha de base apresentada na Figura 1 e as características observadas nos gráficos foram semelhantes as características do gráfico apresentado na Figura 2.

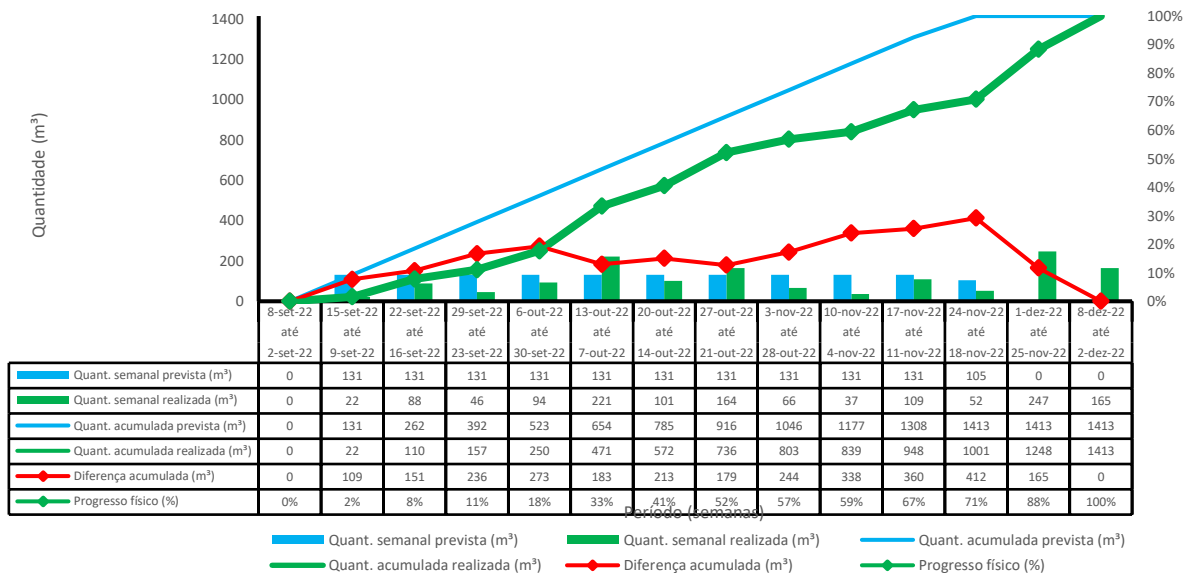


Figura 2: Gráfico de acompanhamento da concretagem de fundações no setor 1

Fonte: Resultados originais da pesquisa

A avaliação de gráficos de quantidades previstas e realizadas permite ao gerente de projetos identificar a existência de problemas de produção, porém é insuficiente para determinar suas causas, conforme observado. Segundo Barcauí et al. (2019), a análise de variação das produtividades é um dos principais itens a serem controlados em um projeto, visto que permite ao gerente de projetos avaliar não apenas o progresso realizado em cada tarefa, mas também o esforço empregado para atingir os resultados, oferecendo informações mais completas para o entendimento dos problemas enfrentados.

Deste modo, Barcauí et al. (2019) define que o valor de produtividade prevista para uma atividade pode ser calculado através da eq. (4):

$$\text{Produtividade prevista} = \frac{\text{Tempo total previsto}}{\text{Quantidade total prevista}} \quad (4)$$

onde, Produtividade prevista: é a produtividade estimada da atividade em horas por unidade de recursos materiais em unidades métricas; Tempo total previsto: é quantidade de horas totais estimadas necessárias para concluir a atividade; e Quantidade total prevista: é a quantidade de recursos materiais totais necessários para concluir a atividade em unidades métricas.

De maneira análoga, tem-se que o valor da produtividade realizada pode ser calculado através da eq. (5):

$$\text{Produtividade realizada} = \frac{\text{Tempo total realizado}}{\text{Quantidade total realizada}} \quad (5)$$

onde, Produtividade realizada: é a produtividade realizada da atividade em horas por unidade de recursos materiais em unidades métricas; Tempo total realizado: é quantidade de horas totais aplicadas para concluir a atividade; e Quantidade total realizada: é a quantidade de recursos materiais totais aplicados para concluir a atividade em unidades métricas.

Para o cálculo dos valores de produtividades previstas, a Tabela 3 apresenta os dados de tempos totais previstos para a execução das atividades descritas no cronograma em cada setor, baseadas nas estimativas realizadas pelo contratado e de acordo com o projeto de construção aprovado.

Tabela 3: Tempo total previsto
Fonte: Resultados originais da pesquisa

Atividade	Setor	Tempo total previsto (h)
Concretagem de fundações	1	5184
Concretagem de fundações	2	2112
Reaterro de fundações	1	1440
Reaterro de fundações	2	1104
Concretagem de piso	1	2368
Concretagem de piso	2	2368

Baseado nas informações de quantidades totais apresentadas na Tabela 1 e nos valores de tempos totais previstos apresentados na Tabela 3, expõe-se na Tabela 4 os valores de produtividades previstas para cada uma das atividades em cada setor, obtidos a partir da eq. (4).

Tabela 4: Produtividades previstas
Fonte: Resultados originais da pesquisa

Atividade	Setor	Produtividade prevista	Unidade
Concretagem de fundações	1	3,67	h/m ³
Concretagem de fundações	2	4,18	h/m ³
Reaterro de fundações	1	0,30	h/m ³
Reaterro de fundações	2	0,25	h/m ³
Concretagem de piso	1	3,22	h/m ³
Concretagem de piso	2	3,34	h/m ³

De maneira análoga, para o cálculo dos valores de produtividades realizadas, foram coletados os dados de histograma de mão de obra registrada para cada atividade em cada

período. Para apresentação das informações, propõe-se a criação de gráficos de controle de mão de obra, que comparam as horas de trabalho previstas inicialmente pelo contratado e as horas efetivamente trabalhadas para conclusão das atividades em cada período.

Observa-se na Figura 3 que o perfil da curva de mão de obra para execução das atividades de concretagem de fundações no setor 1 é similar ao perfil da curva de quantidades apresentada na Figura 2. Neste caso, entende-se que os atrasos registrados na produção apresentados na Figura 2 estão relacionados com a falta de mão de obra disponível no setor. Nota-se também que houve uma estimativa incorreta da mão de obra total necessária para conclusão da atividade, já que a curva de tempo acumulado realizado se encerra com valor pouco superior à curva de tempo acumulado previsto.

De maneira análoga, esta análise foi realizada para todas as atividades descritas na linha de base apresentada na Figura 1 e as características observadas nos gráficos foram semelhantes as características do gráfico apresentado na Figura 3.

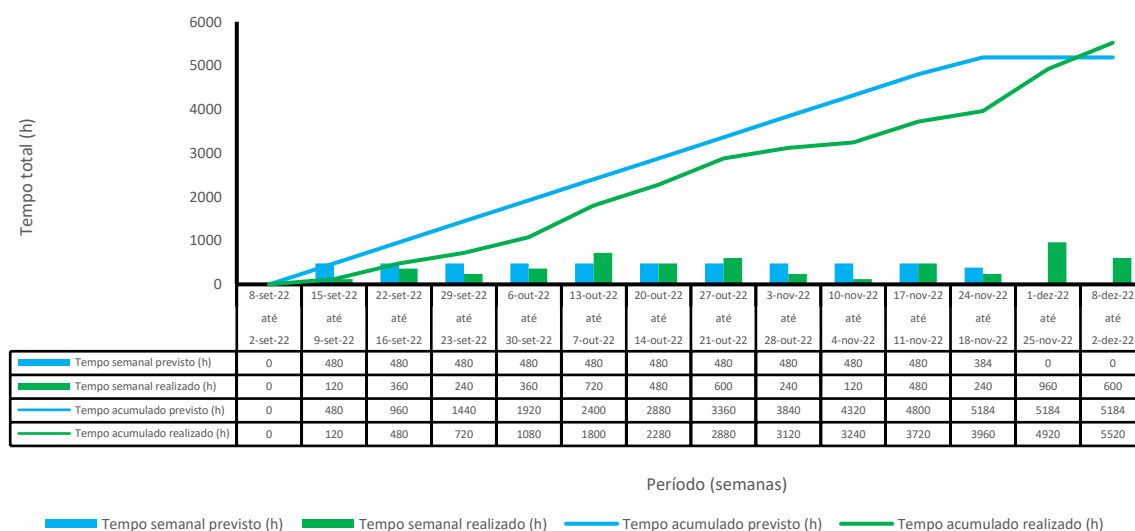


Figura 3: Histograma de mão de obra para concretagem de fundações no setor 1
Fonte: Resultados originais da pesquisa

Baseado nas informações de quantidades semanais realizadas apresentadas na Figura 2 e nos dados de histograma de mão de obra apresentado na Figura 3, a Tabela 5 apresenta os dados de produtividades realizadas obtidos através da eq. (5) para as atividades descritas no cronograma.

Tabela 5: Produtividades realizadas
Fonte: Resultados originais da pesquisa

Atividade	Setor	Produtividade total realizada	Unidade
Concretagem de fundações	1	3,91	h/m ³
Concretagem de fundações	2	4,51	h/m ³
Reaterro de fundações	1	0,37	h/m ³
Reaterro de fundações	2	0,27	h/m ³
Concretagem de piso	1	3,57	h/m ³
Concretagem de piso	2	3,48	h/m ³

Do mesmo modo, apresentam-se também os dados de produtividades realizadas para cada atividade em cada período. A Figura 4 apresenta os valores de produtividades realizadas para a atividade de concretagem de fundações nos setores 1 e 2 em cada período.

Concretagem de fundações		2-set-22	9-set-22	16-set-22	23-set-22	30-set-22	7-out-22	14-out-22	21-out-22	28-out-22	4-nov-22	11-nov-22	18-nov-22	25-nov-22	2-dez-22	9-dez-22
		até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até
		8-set-22	15-set-22	22-set-22	29-set-22	6-out-22	13-out-22	20-out-22	27-out-22	3-nov-22	10-nov-22	17-nov-22	24-nov-22	1-dez-22	8-dez-22	15-dez-22
Setor 1	Tempo semanal realizado (h)	0	120	360	240	360	720	480	600	240	120	480	240	960	600	0
	Quantidade realizada (m ²)	0	22	88	46	94	221	101	164	66	37	109	52	247	165	0
	Produtividade realizada (h/m ³)	0,00	5,43	4,08	5,19	3,85	3,26	4,74	3,66	3,63	3,27	4,40	4,58	3,89	3,63	0,00
Setor 2	Tempo semanal realizado (h)	0	0	0	240	120	120	0	480	120	120	240	0	120	240	480
	Quantidade realizada (m ²)	0	0	0	59	29	21	0	109	48	20	51	0	21	37	111
	Produtividade realizada (h/m ³)	0,00	0,00	0,00	4,08	4,08	5,74	0,00	4,42	2,52	6,03	4,75	0,00	5,61	6,49	4,34

Figura 4: Produtividades realizadas por período para concretagem de fundações
Fonte: Resultados originais da pesquisa

A Figura 5 apresenta os valores de produtividades realizadas para a atividade de reaterro de fundações nos setores 1 e 2 em cada período.

Reaterro de fundações		28-out-22	4-nov-22	11-nov-22	18-nov-22	25-nov-22	2-dez-22	9-dez-22	16-dez-22	23-dez-22	30-dez-22
		até	até	até	até	até	até	até	até	até	até
		3-nov-22	10-nov-22	17-nov-22	24-nov-22	1-dez-22	8-dez-22	15-dez-22	22-dez-22	29-dez-22	5-jan-23
Setor 1	Tempo semanal realizado (h)	0	0	0	480	120	360	240	360	120	96
	Quantidade realizada (m ²)	0	0	0	1330	265	1062	533	1063	266	266
	Produtividade realizada (h/m ³)	0,00	0,00	0,00	0,36	0,45	0,34	0,45	0,34	0,45	0,36
Setor 2	Tempo semanal realizado (h)	0	0	0	0	720	240	120	120	0	0
	Quantidade realizada (m ²)	0	0	0	0	2457	983	491	492	0	0
	Produtividade realizada (h/m ³)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,24	0,24	0,24	0,00	0,00

Figura 5: Produtividades realizadas por período para reaterro de fundações
Fonte: Resultados originais da pesquisa

A Figura 6 apresenta os valores de produtividades realizadas para a atividade de reaterro de fundações nos setores 1 e 2 em cada período.

Concretagem do piso		30-dez-22	6-jan-23	13-jan-23	20-jan-23	27-jan-23	3-fev-23	10-fev-23	17-fev-23	24-fev-23	3-mar-23	10-mar-23	17-mar-23	24-mar-23
		até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até
		5-jan-23	12-jan-23	19-jan-23	26-jan-23	2-fev-23	9-fev-23	16-fev-23	23-fev-23	2-mar-23	9-mar-23	16-mar-23	23-mar-23	30-mar-23
Setor 1	Tempo semanal realizado (h)	0	0	160	0	160	640	320	800	480	64	0	0	0
	Quantidade realizada (m³)	0	0	39	0	32	181	94	238	128	24	0	0	0
	Produtividade realizada (h/m³)	0,00	0,00	4,08	0,00	4,98	3,54	3,41	3,36	3,76	2,63	0,00	0,00	0,00
Setor 2	Tempo semanal realizado (h)	0	0	0	0	0	0	0	960	480	320	320	320	64
	Quantidade realizada (m³)	0	0	0	0	0	0	0	277	148	104	99	69	12
	Produtividade realizada (h/m³)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,47	3,25	3,07	3,24	4,61	5,29

Figura 6: Produtividades realizadas por período para concretagem de piso

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Para a análise dos indicadores de produtividade, Barcauí et al. (2019) sugere um quociente entre o valor de produtividade realizada e o valor de produtividade prevista, expresso pela eq. (6):

$$\text{Indicador de produtividade} = \frac{\text{Produtividade realizada}}{\text{Produtividade prevista}} \quad (6)$$

onde, Indicador de produtividade: é um número adimensional; Produtividade realizada: é a produtividade realizada da atividade em horas por unidade de recursos materiais em unidades métricas; e Produtividade prevista: é a produtividade estimada da atividade em horas por unidade de recursos materiais em unidades métricas.

Barcauí et al. (2019) também sugere os seguintes critérios de aceitação para a avaliação dos indicadores de produtividade obtidos a partir da eq. (6):

- Valores entre 0,85 e 1,50: produtividade adequada;
- Valores entre 1,50 e 2,00: oportunidade de melhoria;
- Valores inferiores a 0,85 ou superiores a 2,00: produtividade inadequada.

Deste modo, baseado nas informações de produtividades previstas apresentadas na Tabela 4, nas informações de produtividades realizadas da Tabela 5 e na relação proposta pela eq. (6), apresentam-se os indicadores de produtividade na Tabela 6.

Tabela 6: Indicadores de produtividade

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Atividade	Setor	Indicador de produtividade	Critério de aceitação
Concretagem de fundações	1	1,06	Adequado
Concretagem de fundações	2	1,08	Adequado
Reaterro de fundações	1	1,23	Adequado
Reaterro de fundações	2	1,09	Adequado
Concretagem de piso	1	1,11	Adequado
Concretagem de piso	2	1,04	Adequado

Observa-se que mesmo com os atrasos apontados para a conclusão de parte das atividades com relação a linha de base apresentada na Figura 1, todos os indicadores de produtividade se enquadram dentro do critério de produtividade adequada. Conclui-se, portanto, que mesmo com as imprecisões apontadas nos histogramas de mão de obra, as

estimativas de tempo previsto para a conclusão das atividades realizadas pelo contratado foram adequadas.

Para reforçar esta hipótese, propõe-se também a avaliação dos indicadores de produtividade em cada período, para observar o comportamento da variação da produtividade a cada semana. Nota-se que para esta avaliação são considerados apenas os períodos nos quais houve produção. A Figura 7 apresenta os valores dos indicadores de produtividade para a atividade de concretagem de fundações nos setores 1 e 2 em cada período.

Concretagem de fundações		2-set-22	9-set-22	16-set-22	23-set-22	30-set-22	7-out-22	14-out-22	21-out-22	28-out-22	4-nov-22	11-nov-22	18-nov-22	25-nov-22	2-dez-22	9-dez-22	
		até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até
		8-set-22	15-set-22	22-set-22	29-set-22	6-out-22	13-out-22	20-out-22	27-out-22	3-nov-22	10-nov-22	17-nov-22	24-nov-22	1-dez-22	8-dez-22	15-dez-22	
Setor 1	Indicador de produtividade	0,00	1,48	1,11	1,42	1,05	0,89	1,29	1,00	0,99	0,89	1,20	1,25	1,06	0,99	0,00	
	Critério de aceitação	-	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	-	
Setor 2	Indicador de produtividade	0,00	0,00	0,00	0,98	0,98	1,37	0,00	1,06	0,60	1,44	1,14	0,00	1,34	1,55	1,04	
	Critério de aceitação	-	-	-	Adequado	Adequado	Adequado	-	Adequado	Inadequado	Adequado	Adequado	-	Adequado	Melhoria	Adequado	

Figura 7: Produtividades realizadas por período para concretagem de piso

Fonte: Resultados originais da pesquisa

A Figura 8 apresenta os valores dos indicadores de produtividade para a atividade de reaterro de fundações nos setores 1 e 2 em cada período.

Reaterro de fundações		28-out-22	4-nov-22	11-nov-22	18-nov-22	25-nov-22	2-dez-22	9-dez-22	16-dez-22	23-dez-22	30-dez-22
		até	até	até	até	até	até	até	até	até	até
		3-nov-22	10-nov-22	17-nov-22	24-nov-22	1-dez-22	8-dez-22	15-dez-22	22-dez-22	29-dez-22	5-jan-23
Setor 1	Indicador de produtividade	0,00	0,00	0,00	1,20	1,51	1,13	1,50	1,13	1,51	1,20
	Critério de aceitação	-	-	-	Adequado	Melhoria	Adequado	Melhoria	Adequado	Melhoria	Adequado
Setor 2	Indicador de produtividade	0,00	0,00	0,00	0,00	1,17	0,98	0,98	0,98	0,00	0,00
	Critério de aceitação	-	-	-	-	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	-	-

Figura 8: Produtividades realizadas por período para concretagem de piso

Fonte: Resultados originais da pesquisa

A Figura 9 apresenta os valores dos indicadores de produtividade para a atividade de concretagem de piso nos setores 1 e 2 em cada período.

Concretagem do piso		30-dez-22	6-jan-23	13-jan-23	20-jan-23	27-jan-23	3-fev-23	10-fev-23	17-fev-23	24-fev-23	3-mar-23	10-mar-23	17-mar-23	24-mar-23
		até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até	até
		5-jan-23	12-jan-23	19-jan-23	26-jan-23	2-fev-23	9-fev-23	16-fev-23	23-fev-23	2-mar-23	9-mar-23	16-mar-23	23-mar-23	30-mar-23
Setor 1	Indicador de produtividade	0,00	0,00	1,27	0,00	1,55	1,10	1,06	1,04	1,17	0,82	0,00	0,00	0,00
	Critério de aceitação	-	-	Adequado	-	Melhoria	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Inadequado	-	-	-
Setor 2	Indicador de produtividade	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	0,97	0,92	0,97	1,38	1,58
	Critério de aceitação	-	-	-	-	-	-	-	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Melhoria

Figura 9: Produtividades realizadas por período para concretagem de piso

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota-se que ao longo dos 47 períodos em que foram desempenhadas atividades, o critério de aceitação indica a produtividade como adequada em 39 (83,0%), como oportunidade de melhoria em 6 (12,8%) e como inadequada em 2 (4,2%). Desta maneira, entende-se que os atrasos não estão relacionados com a produtividade desempenhada nas atividades, mas sim com a falta dos recursos corretos nos momentos necessários, conforme evidenciado nos gráficos de acompanhamento e nos histogramas de mão de obra.

Deste modo, entende-se que, separadamente, o controle do progresso físico do projeto e o controle da mão de obra efetivamente utilizada fornecem informações sobre o estado momentâneo de cada atividade em cada período e permitem que estes dados sejam comparados às condições inicialmente previstas na linha de base. Entretanto, o controle destes elementos de maneira não relacionada demonstra-se insuficiente para a compreensão dos aspectos que afetam o projeto e seu cronograma.

O emprego da análise de variação de produtividade para o controle do cronograma demonstra ser benéfico para o projeto, já que permite ao gerente de projetos compreender de maneira mais clara as principais causas de atrasos existentes. Neste caso, ao relacionar os dados de produção e de mão de obra registrados, obtém-se valores de produtividade real para cada atividade, que ao serem comparados aos valores de produtividade estimados fornecem indicadores de desempenho para as atividades do projeto.

A análise destes indicadores de desempenho, também chamados de indicadores de produtividade, permite ao gerente de projetos inferir se as causas dos atrasos observados estão relacionadas com a eficiência da produção. Além disso, a avaliação destes indicadores associada a observação dos controles de produção e de mão de obra também permitem ao gerente de projetos compreender as relações entre o desempenho observado e os recursos empregados em cada período.

Por fim, observa-se que esta ferramenta também poderia ser aplicada em projetos que envolvam outras áreas do conhecimento e não apenas a construção civil. Sua praticabilidade depende somente da possibilidade de estimar e controlar os recursos e a mão de obra necessária para a realização de uma atividade, de modo que seja possível o cálculo dos indicadores de produtividade apresentados anteriormente.

4 Conclusões/Considerações finais

Conclui-se que, mesmo tratando-se de um método de controle simples, a análise de variação de produtividade fornece informações relevantes para o controle do cronograma de uma obra de construção civil e permite que a equipe responsável pelo projeto seja capaz de monitorar em tempo real a produtividade realizada para cada atividade e compará-la com a produtividade estimada inicialmente na linha de base do projeto. Assim, ao utilizar a ferramenta corretamente, a equipe será capaz de identificar os problemas de produção a cada semana e buscar ações corretivas dentro de um prazo adequado.

5 Referências

Barcauí, A. B.; Borba, D.; Da Silva, I. M.; Neves, R. B. 2019. Gerenciamento de cronograma em projetos. 1ed. Editora FGV, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção [CBIC]. 2022. Construção civil: desempenho e perspectivas. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/07/desempenho-const-civil-julho-2022-final-final.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2022.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção [CBIC]. 2022. Informativo econômico. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/03/informativo-economico-pib-04-marco-2022.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2022.

Carvalho, A. B.; Maués, L. M. F.; Moreira, F. de S.; Reis, C. J. L. 2021. Study on the factors of delay in construction works. *Ambiente Construído* 21 (3): 27-46.

Cavalcanti, F. R. P.; Silveira, J. A. N. 2016. Fundamentos de gestão de projetos. 1ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em: <[https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597005622/epubcfi/6/10\[%3Bvnd.vst.idref%3Dcopyright\]!/4](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597005622/epubcfi/6/10[%3Bvnd.vst.idref%3Dcopyright]!/4)>. Acesso em: 25 mar. 2023.

Creswell, J. W.; Creswell, J. D. 2021. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 5ed. Editora Penso, Porto Alegre, RS, Brasil.

De Filippi, G. A.; Melhado, S. B. 2015. Um estudo sobre as causas de atrasos de obras de empreendimentos imobiliários na região Metropolitana de São Paulo. *Ambiente Construído* 15 (3): 161-173.

Gerhardt, T. E.; Silveira, D. T. 2009. Métodos de pesquisa. 1ed. Editora UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

Gido, J.; Clements, J.; Baker, R. 2020. Gestão de projetos – Tradução da 7ª edição norte-americana. 3ed. Cengage Learning Brasil, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522128020/>>. Acesso em: 14 out. 2022.

Mattos, A. D. 2019. Planejamento e controle de obras. 2ed. Editora Oficina de Textos, Cubatão, SP, Brasil. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=4SXXDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP13&dq=aldo+d%C3%B3rea+mattos&ots=X1F1gh2mL6&sig=sUCHH6LgMqhDvYMNi7k9ZMx8Np0#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 27 jan. 2023.

Maximiano, A. C. A.; Veroneze, F. 2022. Gestão de projetos: preditiva, ágil e estratégica. 6ed. Editora Atlas, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em: <[https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559771721/epubcfi/6/8\[%3Bvnd.vst.idref%3Dtitle\]!/4/2/6%4051:1](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559771721/epubcfi/6/8[%3Bvnd.vst.idref%3Dtitle]!/4/2/6%4051:1)>. Acesso em: 25 mar. 2023.

Mazutti, J. H. 2021. Gestão de obras. 1ed. Editora Grupo A, Porto Alegre, RS, Brasil. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595028241/>>. Acesso em: 14 out. 2022.

Moraes, R. M. M.; Serra, S. M. B. 2009. Análise e estruturação do processo de planejamento da produção na construção civil. *Revista INGEPRO* 1(2): 65-77.

Programa de Proteção e Defesa do Consumidor [PROCON]. 2019. Cadastro de reclamações fundamentadas 2019. Disponível em: <https://www.procon.sp.gov.br/wp-content/uploads/2020/11/ranking_fundacao_procon_sp_2019.pdf>. Acesso em: 23 out. 2022.

Project Management Institute [PMI]. 2017. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK). 6ed. Project Management Institute, Newtown Square, PA, EUA.

Rodrigues, G. 2018. Identificação das causas de atrasos nas etapas de uma obra de construção civil. Monografia – Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Rosa, RS, Brasil.

Tribunal de Contas da União [TCU]. 2019. Auditoria operacional sobre obras paralisadas. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/auditoria-operacional-sobre-obras-paralisadas.htm>>. Acesso em: 27 set. 2022.

Tribunal de Contas do Estado de São Paulo [TCESP]. 2022. Painel de obras. Disponível em: <https://paineldeobras.tce.sp.gov.br/pentaho/api/repos/:public:Obra:painel_obras.wcdf/generatedContent?userid=anony&password=zero>. Acesso em: 04 out. 2022.

Yin, R. K. 2015. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5ed. Editora Bookman, Porto Alegre, RS, Brasil.