

ANÁLISE DESCRITIVA E DE CORRELAÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO: CUSTO, PRAZO E RITMO

Talita de Souza Oliveira – UFMG - E-mail: talitasooliveira@yahoo.com.br
Jordan Sousa dos Anjos - CEULS ULBRA - E-mail: jordansousa53@outlook.com
Sidnea Eliane Campos Ribeiro – UFMG - E-mail: sidneaecr@gmail.com
Danielle Meirelles de Oliveira – UFMG - E-mail: danielle@demc.ufmg.br

Resumo: O processo de planejamento e controle da produção está em expansão uma vez que gera benefícios que possibilitam o aumento do desempenho dos empreendimentos da construção. Esse processo contribui para que o foco principal das atividades seja nos resultados, sendo necessário que haja um conjunto de indicadores que relacione estratégias, planos de ação e metas da empresa. O presente artigo teve como objetivo principal refinar os indicadores que pretendem quantificar a eficácia do planejamento na construção civil. Para isso foram utilizados indicadores de Desvios de Custo, Prazo e Ritmo e buscou-se estabelecer relações entre planejamento de curto e longo prazo. Foram avaliados 4 empreendimentos no estado de Minas Gerais realizando uma série de análises estatísticas nas obras completas e em períodos parciais pré-divididos com base em atividades críticas que poderiam influenciar nos resultados. As análises estatísticas foram executadas considerando dois tipos de estudo: no primeiro buscou-se observar a relação entre os indicadores realizando testes de correlação entre os indicadores; no segundo, com a finalidade de caracterizar as etapas de acordo com os indicadores fez-se a análise estatística descritiva. De forma geral, verificou-se que, à medida que as obras avançavam a média dos indicadores aumentava, logo a etapa correspondente a duração total dos empreendimentos apresentou melhores resultados na análise descritiva. Para as análises de correlação, o maior grau de associação observado foi entre os Desvios de Prazo e Ritmo nas etapas de 60% e 80%. Esse resultado é esperado uma vez que quanto maior o ritmo, melhor é o prazo.

Palavras-chave: Planejamento. Desempenho. Correlação.

DESCRIPTIVE AND CORRELATION ANALYSIS OF PERFORMANCE INDICATORS: COST, TERM AND RHYTHM

Abstract: The production planning and control process is expanding since it generates benefits that enable the increase in the performance of construction projects. This process contributes so that the main focus of activities is on results, it being necessary to have a set of indicators that relate the company's strategies, action plans and goals. The main objective of this article is to refine the indicators that intend to quantify the effectiveness of planning in civil construction. For that, indicators of Cost, Term and Rhythm Deviations were used and sought to establish relationships between short and long term planning. Four constructions were evaluated in the state of Minas Gerais, carrying out a series of statistical analyzes in the complete work and in pre-divided partial periods based on critical activities that could influence the results. Statistical analyzes were performed considering two types of study: seeking to observe the relationship between the indicators, correlation tests were performed; and in order to characterize the stages according to the indicators, a descriptive statistical analysis was performed. In general, it was found that, as the constructions progressed, the average of the indicators increased, so the stage corresponding to the total duration of the projects presented better results in the descriptive analysis. For the correlation analyzes, the highest degree of association observed was between the Deviations of Term and Rhythm in the stages of 60% and 80%. This result is expected since the higher the rhythm, the better the term.

Keywords: Planning. Performance. Correlation.

1. Introdução

Nos últimos anos o processo de planejamento e controle da produção (PCP) vem crescendo e ganhando espaço na literatura nacional, uma vez que gera benefícios que possibilitam o aumento do desempenho dos empreendimentos da construção, em relação ao custo, prazo, qualidade e segurança. Para que tudo isso ocorra, é necessário, portanto, um entendimento mais aprofundado das atividades gerais e críticas durante a obra. O PCP firma mais uma vez sua importância visto que cabe às empresas conhecerem os seus limites de desempenho, produtividade e aprimoramento de recursos para tomada de decisões estratégicas na gestão da obra. Formoso et al. (2005) descreve a necessidade de as empresas realizarem sistemas de monitoramento, controle, avaliação e a melhoria contínua dos seus sistemas de gestão.

Dessa forma, muitas empresas construtoras têm dado maior importância para o desenvolvimento e implementação de sistemas de medição de desempenho. Segundo Pereira (2018), esses sistemas fornecem informações essenciais para o planejamento e controle dos processos gerenciais, possibilitando, ainda, o monitoramento e o controle dos objetivos e metas estratégicas. Tais sistemas contribuem para que o foco principal das atividades seja nos resultados, sendo necessário que haja um conjunto de indicadores que relacione estratégias, planos de ação e metas da empresa. Apesar do estudo do planejamento ter crescido nos últimos anos, observa-se que estudos de caráter quantitativo ainda são poucos para medir as relações descritas ou demonstrar o resultado de implementações.

Esse artigo propõe o estudo dos indicadores de desvios de custo, prazo e ritmo, e busca-se estabelecer relações entre planejamento e controle de produção, e o desempenho real do projeto, com o objetivo principal de refinar os indicadores que pretendem quantificar e compreender a eficácia do planejamento na construção civil no estado de Minas Gerais.

2. Indicadores de Desempenho e de Planejamento

Segundo Costa (2003), a definição dos indicadores envolve o estabelecimento de procedimentos de coleta de dados, fórmula, duração do ciclo de controle e definição dos responsáveis pela coleta e análise dos dados.

2.1. Desvio de Custo (DC)

O Desvio de Custo (DC) mede a variação do custo do empreendimento e tem como objetivo avaliar o desempenho da obra por meio da relação entre os custos previsto e real, ao longo de sua execução (NAVARRO, 2005). Conforme Moura (2008), este indicador pode ser calculado por meio da Equação 1.

$$DC = \frac{(C \text{ Real} - C \text{ Previsto})}{C \text{ Previsto}} \times 100 \quad (1)$$

Em que “C Real” = custo real e “C Previsto” = custo previsto.

2.2. Desvio de Prazo (DP)

O Desvio de Prazo (DP) mede a variação do prazo do empreendimento e tem como objetivo avaliar o desempenho da obra por meio da relação entre os prazos previsto e real, ao longo de sua execução (NAVARRO, 2005). Conforme Moura (2008), este indicador pode ser calculado por meio da Equação 2.

$$DP = \frac{(P \text{ Real} - P \text{ Previsto})}{P \text{ Previsto}} \times 100 \quad (2)$$

Em que “*P Real*” = Prazo real e “*P Previsto*” = Prazo previsto.

Para DC e DP, conforme análise realizada por Pereira (2017), quanto menores os valores obtidos, melhores são os resultados do empreendimento analisado.

2.3. Desvio de Ritmo (DR)

Segundo Costa (2003), o Desvio de Ritmo (DR) indica possíveis atrasos das atividades com relação ao planejado, devido à queda de ritmo da obra. De acordo com Pereira (2018), o DR pode ser obtido por meio da Equação 3.

$$DR = \frac{AF_{\text{real}}}{AF_{\text{planejado}}} \times 100\% \quad (3)$$

Em que “*AFreal*” = Avanço Físico real e “*AFplanejado*” = Avanço Físico Planejado.

Uma das formas de examinar certa amostra de dados, seja ela de indicadores ou outros valores, é por meio da realização de análise estatística.

3. Análise Estatística

De acordo com Milone (2006), estatística é o estudo dos modos de obtenção, coleta, organização, processamento e análise de informações relevantes em que se permite quantificar, qualificar ou ordenar coleções, fenômenos ou populações de forma que se torna possível concluir propriedades, eventos ou estados futuros.

3.1. Análise Descritiva

A análise estatística descritiva possibilita a caracterização das etapas parciais para cada indicador, através da determinação da média, desvio padrão, mínimo, mediana e máximo.

3.2. Análise de Correlação

Segundo Mergh (2019) é possível verificar a existência e a intensidade da relação entre duas variáveis envolvidas em um estudo por meio da análise de correlação. A fim de verificar essa relação entre as variáveis do estudo, utiliza-se o coeficiente de Correlação de Pearson (*r*), conforme a Equação 4. Os valores obtidos para o coeficiente de correção linear de Pearson variam entre -1 e +1. Segundo Pereira (2018) se positivo, as duas variáveis apresentam uma relação direta (quanto maior o valor de uma variável, maior o valor da outra). Caso o coeficiente de Pearson seja negativo há uma relação inversa. Finalmente, um valor próximo de zero indica que não há uma associação linear entre as duas variáveis.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2][\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2]}} \quad (4)$$

Em que:

- *n* é o número de pares de observações (“duplas” formadas de X e Y);

- X_i é a observação i da variável X ;
- Y_i é a observação i da variável Y ;
- \bar{X} é a média dos valores de X_i ;
- \bar{Y} é a média dos valores de Y_i .

Segundo Oliveira (2007), o coeficiente de Pearson fornece uma medida do grau de correlação linear existente entre as variáveis em uma determinada amostra. Para verificar se a associação obtida entre X e Y realmente existe na população é necessário testar a significância do coeficiente r encontrado. Dessa forma, são estabelecidas as seguintes hipóteses:

- Hipótese nula (H_0): não existe correlação na população, ou seja, $r = 0$;
- Hipótese alternativa (H_1): existe correlação na população, isto é, $r \neq 0$.

De acordo com Levin et al. (2012), a significância estatística é um procedimento para se verificar a discrepância de uma hipótese e é medida pelo valor p . Logo, quanto mais alto o valor p , menos se pode acreditar na relação entre as variáveis. Pode-se dizer que o resultado é estatisticamente significativo quando o valor p é menor que o nível de significância α que neste artigo foi fixado em 0,05.

4. Métodos e Procedimentos da Pesquisa

A metodologia adotada é semelhante àquelas empregadas por Pereira (2017), Pereira (2018), e Mergh (2019) que também realizaram estudos sobre indicadores em obras de construção civil. Este trabalho foi desenvolvido em 5 etapas. A Etapa 1 consistiu na revisão bibliográfica geral do assunto; a Etapa 2 compreendeu a pré análise, que é a etapa na qual houve a coleta e levantamento dos dados; na Etapa 3 ocorreu a organização e tratamento dos dados; na Etapa 4 foi realizada a análise dos resultados para que por fim fosse realizada a Etapa 5 que compreendeu as considerações finais do estudo.

A fase de análise tratou da exploração do material que se realizou de forma qualitativa e quantitativa, em etapas parciais e considerando todo o período de execução dos empreendimentos escolhidos. Nesta etapa também foi realizada a transformação das variáveis e toda a análise estatística.

Pereira (2018) realizou uma série de análises envolvendo comparações entre os planejamentos nos 12 primeiros meses das obras. No entanto, Pereira (2018) apontou para a necessidade de dar continuidade a esse tipo de pesquisa, com o intuito de refinar ainda mais as análises que se referem ao impacto da eficácia do planejamento no resultado dos empreendimentos.

Dessa forma, esse estudo buscou continuar o trabalho iniciado por Pereira (2018), utilizando 4 das 6 obras analisadas pela autora, com o intuito de investigar a possível relação entre a eficácia do sistema de planejamento e controle da produção, e indicadores de desempenho real uma obra, realizando novas análises estatísticas na obra completa e em períodos parciais pré-divididos com base em atividades críticas que possam influenciar nos resultados.

4.1. Etapas Parciais

Conforme estudado por Feldmann e Nascimento (2013) as atividades que mais implicam em atrasos de cronograma estão distribuídas ao longo de toda a obra, portanto a análise realizada em apenas um momento da obra pode não demonstrar a realidade completa. Dessa forma a análise para comparação final será realizada nas seguintes etapas: 40%, 60%, 80% e 100% das obras concluídas.

4.2. Transformação das variáveis

Segundo Moura e Formoso (2009), para possibilitar a realização das análises, as variáveis devem ser parametrizadas e, portanto, nesse estudo a transformação das variáveis ocorreu conforme realizado anteriormente por Mergh (2019) e descrito a seguir:

DC e DP: a transformação foi feita por uma regra de três onde o valor 0 correspondesse à pior situação e o valor 10 à melhor situação. Assim, os novos valores para DC e DP foram calculados de acordo com a Equação 5 onde X representa C (custo) ou P (prazo).

$$DX \text{ trans} = 10 \cdot \frac{(DX_{\text{orig}} \% - DX_{\text{máx}} \%)}{(DX_{\text{mín}} \% - DX_{\text{máx}} \%)} \quad (5)$$

Em que:

- DX trans corresponde a DC ou DP transformado;
- DXorig corresponde a DC ou DP original;
- DXmáx corresponde a DC ou DP máximo;
- DX mín corresponde a DC ou DP mínimo.

DR: a transformação foi realizada de forma que o valor 0 correspondesse à pior situação e o valor 10 à melhor situação e assim a fórmula foi modificada. Os novos valores para DR foram calculados de acordo com a Equação 6, onde Y representa R (ritmo).

$$DY \text{ trans} = 10 \cdot \frac{(DY_{\text{orig}} \% - DY_{\text{mín}} \%)}{(DY_{\text{máx}} \% - DY_{\text{mín}} \%)} \quad (6)$$

5. Teste de Hipóteses

Quanto à formulação das hipóteses, foram elaboradas estabelecendo a relação entre as variáveis que nessa pesquisa são os indicadores e baseando nos resultados de outros autores. Segundo Gil (2002), as hipóteses elaboradas com base nos resultados de outras investigações geralmente conduzem a conhecimentos mais amplos que aquelas decorrentes da simples observação. À medida que uma hipótese se baseia em estudos anteriores e o trabalho em que se insere a confirma, o resultado auxilia na demonstração de que a relação se repete regularmente.

Assim sendo e com a transformação dos indicadores para uma mesma escala a fim de parametrizar os dados, serão consideradas as seguintes hipóteses:

- Hipótese 1 – Valores altos do DP tendem a influenciar que o DC aumente;
- Hipótese 2 – Valores altos do DR tendem a influenciar que o DC aumente;
- Hipótese 3 – Valores altos do DR tendem a influenciar que o DP aumente;
- Hipótese 4 – Valores altos do DP e do DR tendem a influenciar que o DC aumente;
- Hipótese 5 – Valores altos do DR e do DC tendem a influenciar que o DP aumente;
- Hipótese 6 – Valores altos do DP e do DC tendem a influenciar que o DR aumente.

5.1. Análise Estatística

Inicialmente foi realizada a análise estatística descritiva com o objetivo de caracterizar as etapas parciais para cada indicador, determinando a média, desvio padrão, mínimo, mediana e

máximo. Em seguida, com o intuito de verificar a existência ou não de correlação linear entre as variáveis serão realizadas as análises de correlação de Pearson, por meio do software MiniTab. Foi analisada a correlação das três variáveis entre si, duas a duas (DR, DC e DP), resultando em três testes para cada etapa parcial:

- DC – DP;
- DC – DR;
- DP – DR.

6. Resultados

Após a coleta de dados e cálculos dos indicadores, realizou-se a transformação de todos os valores, que foram calculados conforme explicado nos Métodos e Procedimentos da Pesquisa de forma detalhada para posteriormente realizar a análise dos indicadores por obra. Essa análise possibilita o entendimento das características e particularidades de cada obra.

Os dados escolhidos foram determinados de acordo com a necessidade para cálculo dos indicadores da pesquisa. Assim como realizado por Pereira (2018) a partir das informações coletadas, os indicadores foram calculados para cada mês de obra, de tal forma que, quando ocorreu alteração de escopo nas obras, essa variação foi considerada na análise, para manter a coerência entre os dados previstos e os dados na fase de execução. Essa etapa é importante pois os dados coletados fundamentam o estudo.

Para Desvio de Custo e Desvio de Prazo, quanto menor o valor obtido melhor o desempenho do empreendimento, e como na transformação 10 representa o melhor valor e 0 o pior, quando o valor do desvio transformado no gráfico aumenta, o desvio real diminui. Desvio 0% significa que a obra estava exatamente dentro do previsto, tanto em relação ao custo ou prazo. E para o Desvio de Custo e Desvio de Prazo, substituindo o desvio nulo ($DC=0\%$) na Equação 5 obtém-se o valor transformado de 6,01.

Para o Desvio de Ritmo quanto maior o valor obtido melhor o desempenho do empreendimento, pois significa que a obra está sendo realizada com ritmo superior ao que foi previsto. Na transformação 10 representa o melhor valor e 0 o pior, logo quando o valor do desvio transformado no gráfico aumenta, o desvio real também aumenta. Desvio 100% significa que a obra estava exatamente dentro do previsto, em relação ao ritmo esperado. Para o Desvio de Ritmo, pela Equação 6 obtém-se o valor transformado de 0,63 correspondente ao desvio real igual a 100%.

Assim foi adotado, o valor de 6,01 para Desvio de Custo e de Prazo como parâmetro para comparação e 0,63 para o Desvio de Ritmo. Os gráficos apresentados nas Figuras 3, 4 e 5 contém dados das quatro obras analisadas, que foram classificadas em dois grupos, Grupo 01 - Terraplenagem e Grupo 02 - Pavimentação/Acesso, sendo:

- Obra 1: faz parte do grupo composto pelas obras de terraplenagem, escavação e compactação do solo e tem duração de 31 meses;
- Obra 2: também compõe o grupo composto pelas obras de terraplenagem, escavação e compactação do solo e tem duração de 19 meses;
- Obra 3: faz parte do grupo composto pelas obras de estradas de acesso e pavimentação e tem duração de 14 meses; e
- Obra 4: compõe o grupo composto pelas obras de estradas de acesso e pavimentação e tem duração de 16 meses.

6.1. Desvio de Custo

Como descrito, tem-se como parâmetro o valor de 6,01, correspondente ao desvio de custo nulo. Para o DC, valores abaixo mostram que a obra está com custo acima do que foi orçado e valores acima, mostram que a obra está com custo abaixo do que foi orçado.

Esse parâmetro está destacado com uma linha tracejada cinza escuro no gráfico da Figura 1.

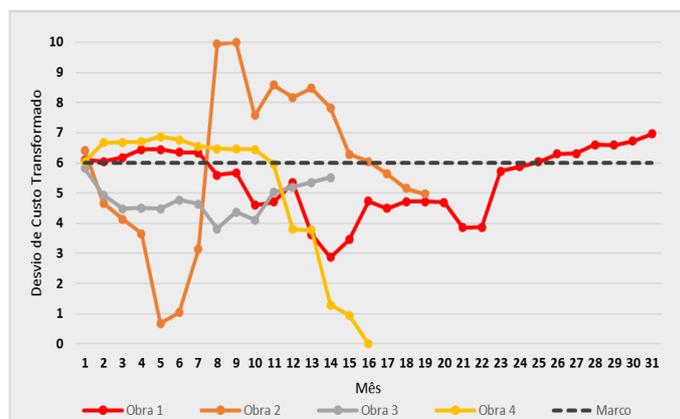


Figura 1 - Gráfico: Desvio de Custo

Observando o gráfico da Figura 3, percebe-se que a Obra 2 (Laranja) apesar de finalizar com o custo um pouco acima do previsto, foi a que obteve o melhor desvio mensal, obtendo o valor 10 no mês 9 e a Obra 4 (Amarela) apesar de manter um custo inferior ao que foi orçado nos 10 primeiros meses, foi a que obteve o pior desvio mensal, de valor 0, no mês 16 (último mês). Também é possível concluir também que Obra 1 (Vermelha) e Obra 3 (Cinza) tiveram menos variações no desvio em relação as outras obras.

6.2. Desvio de Prazo

Tem-se como parâmetro o valor de 6,01, correspondente ao desvio de prazo nulo. Para DP valores abaixo mostram que a obra está atrasada e valores acima, mostram que a obra está adiantada. Esse parâmetro está destacado com uma linha tracejada cinza escuro no gráfico da Figura 2.

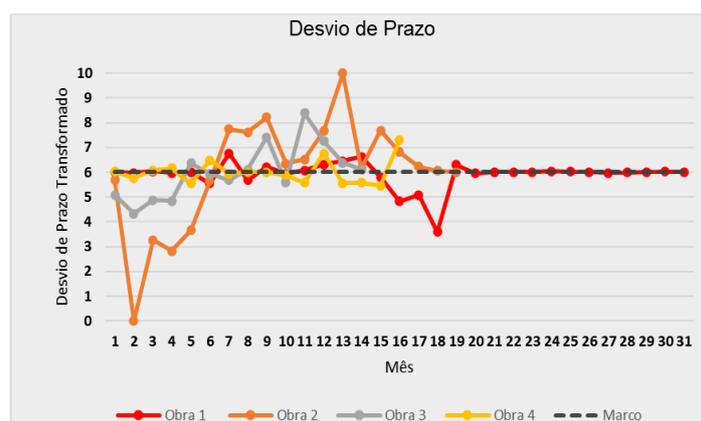


Figura 2 - Gráfico: Desvio de Prazo

Por meio da análise gráfica da Figura 4 pode-se concluir que a Obra 2 (Laranja) foi a que sofreu maiores variações durante sua execução atingindo o valor 0 no segundo mês e o valor 10 no mês 13. A Obra 4 (Amarela) apesar de ser a que demonstrou menos variação em seus valores, foi a obra que finalizou mais rapidamente em relação ao previsto.

6.3. Desvio de Ritmo

Como descrito, tem-se como parâmetro o valor de 0,63, valor correspondente ao desvio de 100%. Valores abaixo mostram que a obra está com ritmo menor do que o esperado e valores acima, mostram que a obra está com ritmo maior do que esperado. Esse parâmetro está destacado com uma linha tracejada cinza escuro no gráfico da Figura 3.

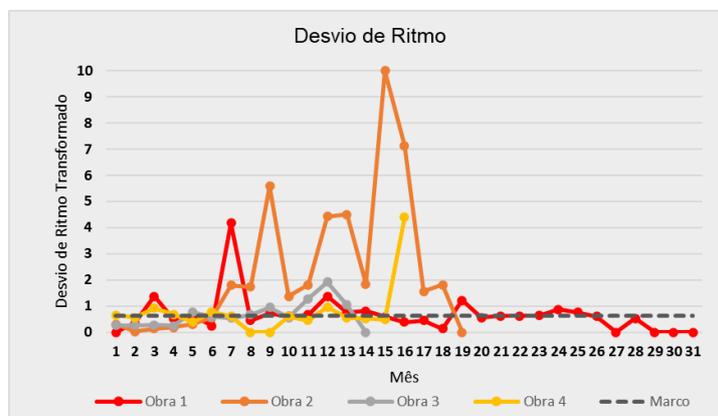


Figura 3 - Gráfico: Desvio de Ritmo

É possível concluir observando o gráfico da Figura 5 que todas as obras, exceto a Obra 4 (Amarela), terminaram com Desvio de Ritmo transformado igual a 0. A obra 4 apresenta um pico muito grande no último mês, que significa que a obra esteve bem acelerada no final.

6.4. Análise Estatística Descritiva

Nesta etapa iniciam-se as análises estatísticas descritivas das variáveis que consistem na determinação da média, desvio padrão, mínimo, mediana e máximo, para cada etapa parcial (40%, 60%, 80% e 100%) das obras, utilizando o *software* MiniTab. Os dados obtidos dessa análise estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise de Estatística Descritiva

Etapa Parcial	Variável	Tamanho da amostra	Méd.	Desvio Pad.	Mín.	Medi.	Máx.
40%	DC	30	5,25	1,57	0,68	5,75	6,87
	DP	30	5,43	1,44	0,00	5,96	7,74
	DR	30	0,67	0,77	0,00	0,53	4,17
60%	DC	46	5,44	1,83	0,68	5,64	10,00
	DP	46	5,65	1,34	0,00	5,98	8,22
	DR	46	0,79	1,00	0,00	0,57	5,59
80%	DC	63	5,45	1,75	0,68	5,59	10,00
	DP	63	5,92	1,37	0,00	6,01	10,00
	DR	63	1,06	1,58	0,00	0,61	10,00
100%	DC	80	5,36	1,83	0,00	5,61	10,00
	DP	80	5,98	1,24	0,00	6,01	10,00
	DR	80	1,09	1,64	0,00	0,61	10,00

Em que as abreviações na Tabela 1 correspondem:

- Méd. = Média;
- Desvio Pad. = Desvio Padrão;
- Mín. = Mínimo;
- Medi. = Mediana;

– Máx. = Máximo.

Analisando DC na Tabela 1 é possível perceber que o melhor desvio de custo médio apresentado foi na etapa de 80% com valor de 5,45 (correspondente a 1,54% na escala real), seguido pela etapa de 60% com valor 5,44 (1,57 na escala real), bem próximo ao da etapa de 80%. A etapa correspondente ao total da obra (100%) obteve média de 5,36 na escala transformada (1,79% na escala real). Com o pior resultado, a etapa inicial de 40% obteve valor médio de 5,25 na escala transformada (2,1% na escala real). Observando o valor da média real percebe-se que as obras apresentaram valores próximos e custo acima do que foi orçado em todas as etapas. Esses resultados podem ser melhor visualizados no gráfico boxplot apresentado na Figura 4.

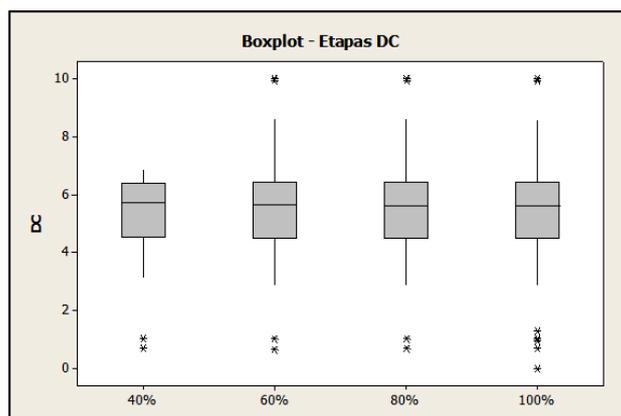


Figura 4 - Gráfico: Boxplot - Desvio de Custo

Observando a Tabela 1, o desvio de prazo transformado médio apresentado foi melhor para a etapa de 100% com valor de 5,98 (0,12% na escala real), seguido pela etapa de 80% com valor de 5,92 (0,35% na escala real). A etapa de 60% apresentou valor médio transformado de 5,65 (1,41% na escala real), e o pior valor corresponde a etapa de 40% com valor de 5,43 na escala transformada (2,27% na escala real). É possível perceber que os valores de desvio de prazo na escala real foram diminuindo à medida que a obra avançava, ou seja, se aproximando do prazo previsto, conforme gráfico boxplot apresentado na Figura 5.

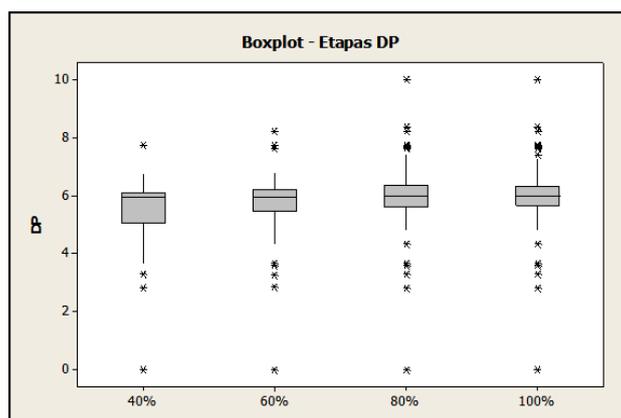


Figura 5 - Gráfico: Boxplot - Desvio de Prazo

O desvio de ritmo transformado médio obteve resultados parecidos com os observados para o desvio de prazo, conforme Tabela 1. O melhor valor foi obtido na etapa de 100% com valor de 1,09 na escala transformada (179,8% na escala real). Seguido pelas etapas de 80%, 60% e com o pior resultado a etapa de 40%. Esses resultados podem ser visualizados no gráfico boxplot apresentado na Figura 6.

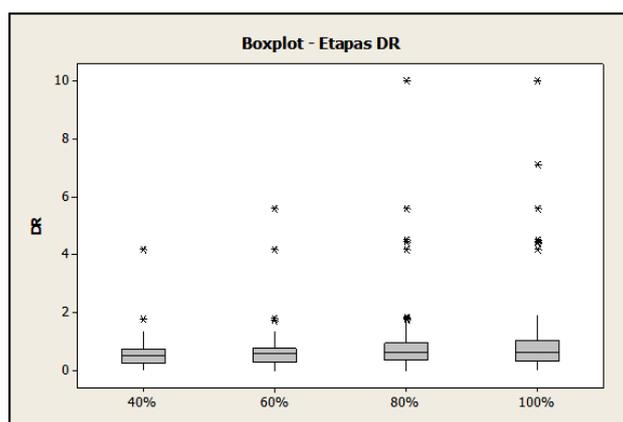


Figura 6 - Gráfico: Boxplot - Desvio de Ritmo

Observando os gráficos boxplot é possível perceber que, à medida que as obras avançam, em geral, os indicadores ficaram melhores. Com isso o planejamento real tende a se aproximar do planejado para que a obra consiga cumprir o previsto, afinal, as obras avaliadas apresentam muitas contratuais, caso os marcos de entrega não sejam cumpridos.

6.5. Análise de Correlação

Na Tabela 2 são apresentados os coeficientes de correlação de Pearson (r), os resultados do teste de significância (p) e a conclusão do resultado de cada teste.

Tabela 2 - Análise de Correlação

Etapa	Variáveis	r	p	Significância Estatística
40%	DC-DP	0,329	0,076	Não rejeita-se H_0
	DC-DR	0,127	0,505	Não rejeita-se H_0
	DP-DR	0,474	0,008	Rejeita-se H_0
60%	DC-DP	0,417	0,004	Rejeita-se H_0
	DC-DR	0,436	0,002	Rejeita-se H_0
	DP-DR	0,54	0	Rejeita-se H_0
80%	DC-DP	0,414	0,001	Rejeita-se H_0
	DC-DR	0,394	0,001	Rejeita-se H_0
	DP-DR	0,542	0	Rejeita-se H_0
100%	DC-DP	0,328	0,003	Rejeita-se H_0
	DC-DR	0,219	0,051	Não rejeita-se H_0
	DP-DR	0,521	0	Rejeita-se H_0

Analisando os valores obtidos para o coeficiente de correlação de Pearson (r) apresentados na Tabela 2 observa-se que em todos os testes os valores são positivos. Isto significa que as variáveis possuem uma relação direta, ou seja, quanto maior o valor de uma variável, maior o valor de outra, conforme esperado. É importante lembrar que quanto mais próximo de 1 o coeficiente de Pearson (r) estiver, maior é a correlação entre as variáveis. Percebe-se também que em todas as etapas parciais, verificou-se uma correlação maior entre DP e DR, como já havia sido constatado anteriormente por Pereira (2018), isso era esperado uma vez que a autora acreditava existir uma relação maior entre o prazo e o avanço físico da obra.

Ainda de acordo com a Tabela 2, pode-se observar que o menor valor de p foi obtido para as relações DP-DR em todas as etapas parciais, sendo 3 delas com resultado igual a zero. Já o maior valor para o teste de significância (p) foi de 0,505 (Etapa 40%) para a relação DC-DR, e em duas etapas parciais (40% e 100%) não foi rejeitada H_0 , o que significa que não existe

correlação na população ou que os resultados não são estatisticamente significantes, e isso se aplica também para a relação DC-DP na etapa parcial de 40%. Nas etapas parciais de 60% e 80% todos os resultados foram estatisticamente significantes já que os dois valores são menores que $\alpha = 0,05$.

A fim de comparar os resultados obtidos nesse artigo com o de outros autores para o teste de correlação, são apresentados os resultados obtidos por Pereira (2018), Mergh (2019) e o resultado desse estudo correspondente à análise da obra completa (etapa 100%), na Tabela 3.

Tabela 3 - Análise de Correlação: Comparativo entre Autores

Teste	Pereira (2018)		Mergh (2019)		Autora (Etapa 100%)	
	r	p	r	p	r	p
DC-DP	0,324	0,005	0,546	0	0,328	0,003
DC-DR	0,351	0,003	0,506	0,001	0,219	0,051
DP-DR	0,540	0	0,755	0	0,521	0

Observando a Tabela 16, percebe-se que Pereira (2018) e Mergh (2019) encontraram os maiores valores na relação DP-DR, assim como nesse estudo. Ao comparar os valores para essa relação, observa-se que os valores obtidos para r por Pereira (2018) e o encontrado neste trabalho foram próximos, já Mergh (2019) obteve o valor mais alto. E o valor de p para a mesma relação foi igual a 0 para os três autores.

É importante ressaltar que no estudo de Mergh (2019) foram utilizadas obras de edificações corporativas de alto padrão e acompanhadas por todo período de execução. Enquanto as amostras utilizadas por Pereira (2018) foram de obras de terraplenagem e pavimentação acompanhadas por um período dos 12 meses iniciais, assim como nesse estudo, diferenciando apenas o período, que, para esta comparação foi considerada a duração completa da obra (100%).

7. Considerações Finais

Os valores dos indicadores obtidos nas etapas de 80% e 100% foram os que demonstraram melhores resultados na análise estatística descritiva realizada nesse estudo, sendo assim, podem ser consideradas etapas que possuem atividades que não interferem tanto no planejamento, uma vez que apresentaram os menores desvios reais. Isso acontece porque estudos relacionados a produtividade vem sendo cada vez mais realizados e quando uma obra é executada considerando esses aspectos, os desvios de custo, prazo, ritmo e as porcentagens de atraso são menores e no decorrer da obra o planejamento real se aproxima do planejado. Além disso, ao analisar o planejamento em geral, a medida que a obra avança ocorre uma melhoria nos indicadores visto que o planejamento se encontra mais maduro, os problemas iniciais e suas causas já foram identificados, as metodologias utilizadas já estão consolidadas, confiáveis e consistentes e os profissionais já acumularam mais experiência levando em consideração o efeito aprendizagem.

Buscando observar a relação entre os indicadores, foram realizados os testes de correlação, onde verificou-se que a relação mais forte aconteceu na etapa parcial de 80% para a relação DP-DR com valores de $r=0,542$ e $p=0$. Esse resultado é esperado uma vez que quanto maior o ritmo, melhor é o prazo.

Assim, espera-se que esse estudo possa contribuir para o avanço do conhecimento sobre as relações entre os indicadores DC, DP e DR que também avaliam o desempenho da obra.

Referências

- COSTA, D. B.** *Diretrizes para Concepção, Implementação e Uso de sistemas de Indicadores de Desempenho para Empresas da Construção Civil*. 2003. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRBS, Porto Alegre, 2003.
- FELDMANN, R.; NASCIMENTO, L. M. F.** *Estudo das Etapas de Execução de Obras de Edifícios que Mais Implicam em Atrasos nos Cronogramas*. Monografia - Engenharia Civil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba - PR, 2013.
- FORMOSO, C.T.; COSTA, D. B.; LIMA, H.M.R.; BARTH, K.B.** *Sistema de Indicadores para Benchmarking na Construção Civil: manual de utilização*. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- GIL, A. C.** *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Editoras Atlas S.A., 2002. 176 p. v. 7. ISBN 85-224-3169-8.
- LEVIN, J.; FOX, A.; FORDE, D.** *Estatística para ciências humanas*. 11. Ed. São Paulo, Editora Pearson, 2012.
- MILONE, Giuseppe.** *Estatística: Geral e Aplicada*. São Paulo: Thomson Learning, 2006.
- MERGH, L. S.** *Análise de Indicadores da Gestão de Produção em Obras Corporativas*. 2019. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil - UFMG, Belo Horizonte - MG, 2019.
- MOURA, C. B.** *Avaliação do Impacto do Sistema Last Planner no Desempenho de Empreendimentos da Construção Civil*. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2008.
- NAVARRO, G. P.** *Proposta de Sistemas de Indicadores de Desempenho para a Gestão da Produção em Empreendimentos de Edificações Residenciais*. 2005.163f. Dissertação - Mestrado Profissionalizante em Engenharia – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- OLIVEIRA** 2007
- PEREIRA, M. D. C.** *Análise de indicadores de planejamento e desempenho de empreendimentos da construção civil*. 2017. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, UFMG, Belo Horizonte - MG, 2017.
- PEREIRA, C.G.A.** *Análise de Indicadores de Custos e Prazo de Obras Comerciais: Comparação entre o Planejamento e a Execução*. 2018.95 fl. Dissertação – Programa de Pós-graduação em Construção Civil – UFMG, Belo Horizonte – MG, 2018.