





Cenários prospectivos de projetos: aplicação no gerenciamento do tempo em um empreendimento de construção civil

Viviane Viana Sofiste de Abreu vsofiste@gmail.com GPCSTIDCP UFF

Carlos Francisco Simões Gomes cfsg1@bol.com.br UFF

Resumo:O planejamento do tempo de um projeto é uma das mais importantes ferramentas utilizadas para estimar a duração de um empreendimento. Embora haja o entendimento da importância deste planejamento, muito projetos fracassam por falta de um cronograma consistente. O desenvolvimento dos cenários e seus usos nas organizações é um método para desenvolver estratégias e pensamentos estratégicos que reconhece a imprevisibilidade do futuro. Este artigo aplica uma modelagem do gerenciamento de tempo atrelada à análise de cenários prospectivos, identificando o grau de correlação existente entre as variáveis utilizadas na prospecção de cenários futuros em um caso de planejamento de tempo de um empreendimentos de construção civil. O estudo de cenários demonstrou que existe um impacto maior nas variáveis das atividades que acontecem mais para o final do cronograma. Então, verificou se existe uma relação deste impacto com a dependência. Este fenômeno foi analisado através da aplicação de uma regressão linear, calculando-se para isto coeficiente de Pearson. A análise demonstrou que a correlação entre o impacto e a dependência é fraca, ou seja, a variável dependência não explica o impacto. Infere-se aqui que o impacto é explicado por outros fatores que não puderam ser investigados neste artigo.

Palavras Chave: Cenário prospectivo - Gestão do tempo - Regressão Linear - Coeficiente Pearson - Produtividade



1. INTRODUÇÃO

Embora a importância do planejamento seja bem conhecida e propalada, muitos são os projetos que fracassam por falta de um cronograma lógico, racional e exequível. MATTOS (2007). Ao planejar-se um projeto de construção, diversas premissas precisam ser definidas, de maneira que se estabeleçam elementos objetivos para estimativas e redes de precedência razoavelmente confiáveis (FILIPPI e MELHADO, 2015). No entanto, conforme estabelece Halpin (2010) *apud* De Filippi e Melhado (2015), "frequentemente existem circunstâncias que cercam o gerente do projeto, que não são razoavelmente antecipadas, gerando o que se chama de atrasos. Filippi e Melhado (2015) levantaram as 10 principais causas dos atrasos com maior frequência de ocorrência conforme Quadro 1.

Ranking	Freq.	Descrição das Causas de Atraso mais Frequentes
1°	73%	Planejamento do projeto malfeito ou programação de serviços ineficazes
2°	60%	Dificuldades financeiras do empreiteiro (limitações de fluxo de caixa)
3°	53%	Atraso nos pagamentos ou medições dos empreiteiros pelos proprietários
4°	53%	Má gestão/supervisão (organização da equipe) no local de trabalho (canteiro)
5°	53%	Alterações de escopo (contrato) pelo empreendedor durante a construção
6°	33%	Demora na tomada de decisão pelo empreendedor
7°	27%	Inexperiência do contratado (ou trabalho inadequado dele)
8°	27%	Atraso na preparação/aprovação de desenhos ou especificações de projetos
9°	27%	Atrasos nos trabalhos de subempreiteiros (terceiros)
10°	27%	Mão de obra não qualificada

QUADRO 1: Dez principais causas de atraso mais frequentes nos projetos. **Fonte**: Adap. Filippi e Melhado (2015)

Verifica-se que 73% da frequência observada está relacionado com um planejamento malfeito ou ineficaz dos projetos, sendo esta a causa mais impactante no atraso de obras observada pela pesquisa. Para Mattos (2010), a deficiência do planejamento pode trazer consequências desastrosas para uma obra e, por extensão, para a empresa que a executa. Essa deficiência é identificada claramente no gerenciamento do tempo, especificamente na determinação dos prazos. Kerzner (2011, p.333) destaca que há uma tendência comum dos gestores de não estarem dispostos a aceitar que uma atividade pode levar mais tempo que o planejado. Para o autor, à pergunta 'Qual o tempo máximo que a atividade pode ser realizada?', é respondida com:' Ela será finalizada no tempo previsto pois não permitiremos que leva mais tempo'. As palavras 'não permitiremos que leve mais tempo' ou 'não deve levar mais tempo' são tão consistentes que devem refletir uma característica comum da forma como as empresas gerenciam seus funcionários. Esse cenário se torna mais preocupante na medida em que a estimativa das durações é peça chave no processo de planejamento dos empreendimentos. "Definir a duração de uma tarefa é de extrema importância, pois constitui o dado numérico de tempo em função do qual o cronograma será gerado" (MATTOS, 2010). Além do mal planejamento de projetos, outra característica marcante nos planejamentos é a de que, na maioria das vezes, ele é determinístico; determina um ponto específico a ser atingido para o sucesso do projeto. Isto, no planejamento do tempo, traduz-se em uma data específica para o término do projeto. Porém, conforme afirma Kerzner (2011), o sucesso ainda poderia ocorrer sem atingir exatamente esta data. Nesta situação o sucesso do projeto está associado a entrega do produto ou serviço com valor agregado, embora fora do prazo, mas a tempo de conseguir o objetivo almejado. Diante do exposto, este trabalho propõe uma modelagem do gerenciamento de tempo de projetos atrelada à análise de cenários prospectivos, considerando os impactos na produtividade da mão de obra (MO) devido a fatores internos e externos que podem ocorrer no projeto. Este artigo tem como propósito identificar o grau de correlação existente entre as variáveis utilizadas na prospecção de cenários futuros aplicadas em planejamento de prazos de empreendimentos na construção civil.

2. REVISÃO DA LITERATURA

SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLO

AEDB XVSEGE

Muitos projetos são criados para alcançar objetivos estratégicos organizacionais. Assim as atividades de gerenciamento de projetos devem estar alinhadas com a estratégia de negócios. Se houver redução no cronograma de um projeto, possivelmente o orçamento deverá ser majorado a fim de concluir as mesmas atividades num menor espaço de tempo, o que demanda maior necessidade de recursos. Este ponto, como visto anteriormente, contraria a proposta de Kerzner (2011) que identifica uma possibilidade de sucesso, mesmo com atraso. O desenvolvimento do planejamento do tempo de um projeto engloba uma cadeia de processos que estão inter-relacionados e que cooperam para o sucesso de um empreendimento. "Normalmente, os gerentes de projeto aplicam uma metodologia de gerenciamento ao seu trabalho. Uma metodologia é um sistema de práticas, técnicas, procedimentos e regras usadas por aqueles que trabalham numa disciplina" (PMBOK, 2017). A palavra Metodologia vem do grego e significa estudos de métodos. Método significa caminho para a verdade. Logo a Metodologia deverá conter no mínimo dois métodos (GOMES e GOMES, 2014)

2.1 CENÁRIOS

Os métodos e as técnicas para planejar o futuro são chamados de planejamento de cenário, cenários de desenvolvimento, prospectiva e previsão ou mais geralmente, estudos futuros. Os cenários são os produtos de estudos futuros enquanto eles são as histórias que representam o futuro. O desenvolvimento dos cenários e seus usos nas organizações é um método para desenvolver estratégias e pensamentos estratégicos que reconhece a imprevisibilidade do futuro (GOMES *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

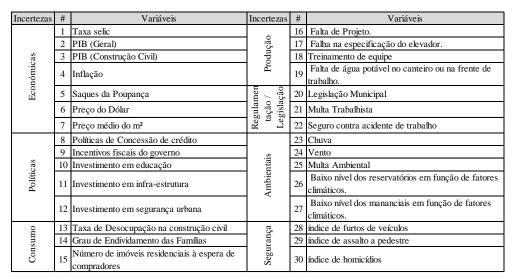
Ao planejar o uso de cenários prospectivos, as estratégias são, portanto, desenvolvidas para ajudar os gerentes na definição da vida da organização mediante as mais variadas metodologias, e, dessa forma, melhor definir as incertezas do ambiente para construir um futuro melhor (MORITZ et al., 2010). Porter e Delgado (2007) definiram cenários como: "uma visão internamente consistente do que o futuro pode vir a ser - não uma previsão, mas um possível resultado futuro". Ringland (2006) define cenário como parte do planejamento estratégico que se relaciona com as ferramentas e tecnologias para gerenciar as incertezas do futuro. O estudo de cenários pode ser definido como uma forma de acontecimentos que venham ocorrer no futuro, pautado em uma lista limitada e estruturada com as possíveis situações que venham ocorrer (CAVALCANTI, COSTA JUNIOR e GOMES, 2016; MEZA et al., 2014; SILVA et al., 2012)

2.2 CENÁRIOS PROSPECTIVOS DO PROJETO

Para o estudo prospectivo dos cenários do projeto, são definidas primeiramente as principais incertezas que podem afetar determinado setor da indústria. Cada incerteza identificada é desdobrada em variáveis, objetivando a criação de um cenário quantitativo para o projeto estudado. Demonstra-se no Quadro 2 um estudo realizado, totalizando 30 variáveis, para fins de exemplificação. Em seguida, é realizada a análise de dependência e impacto entre as variáveis levantadas. Para tal, é utilizada uma gradação, que considera grau 0 quando não há impacto, grau 1 quando o impacto é pouco relevante, grau 3 para impacto médio, grau 5 quando o impacto é expressivo e grau 7 para quando o impacto é muito expressivo.

Posteriormente, as variáveis identificadas são transpostas para criação de uma matriz de impacto, conforme demonstrado nos Quadros 3 e 4.





QUADRO 2: Incertezas e variáveis inerentes ao projeto. **Fonte**: Autores (2018)

A última linha dessa matriz (Quadro 3) representa o grau de dependência de uma variável em relação às demais. A última coluna representa a motricidade (grau de impacto) da variável.

Incertezas	#	Variáveis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	1	Taxa selic	0	7	7	5	5	0	7	5	5	3	5	3	3	7	1
S	2	PIB (Geral)	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
<u>i</u>	3	PIB (Construção Civil)	5	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5
nóm	4	Inflação	7	7	7	0	7	1	7	1	5	7	7	7	1	7	5
Económicas	5	Saques da Poupança	1	7	7	7	0	1	7	3	3	3	3	3	1	1	7
ш	6	Preço do Dólar	7	7	5	7	5	0	5	5	5	3	5	7	3	5	3
	7	Preço médio do m²	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	8	Políticas de Concessão de crédito	1	7	7	7	7	0	5	0	5	5	5	5	5	7	1
SS	9	Incentivos fiscais do governo	7	7	7	7	7	1	7	5	0	5	5	5	7	7	1
Políticas	10	Investimento em educação	3	7	7	3	5		3	5	3	0	3	3	7	1	1
Po	11	Investimento em infra-estrutura	1	7	7	3	5	1	5	5	3	1	0	3	7	1	3
	12	Investimento em segurança urbana	1	7	7	3	5	0	3	5	3	1	1	0	1	1	1
0	13	Taxa de Desocupação na construção civil	7	7	7	7	7	1	1	7	5	3	3	3	0	7	1
Ę [14	Grau de Endividamento das Famílias	7	7	7	7	7	0	1	5	5	1	1	1	1	0	0
Consumo		Número de imóveis residenciais à espera de					_				_	_	_	_			
0	15	compradores	0	1	1	1	3	0	3	0	1	1	1	1	1	1	0
	16	Falta de Projeto.	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	5
39	17	Falha na especificação do elevador.	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	5
Produção	18	Treinamento de equipe	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Pro		Falta de água potável no canteiro ou na frente de	0	_	0	0	0	_	3	0	_	_	0	_	_	0	
	19	trabalho.	U	0	U	U	U	0	3	U	0	0	U	0	0	U	0
E 26	20	Legislação Municipal	1	1	1	1	1	0	1	3	1	1	1	0	1	1	1
Regulam entação	21	Multa Trabalhista	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
en Re	22	Seguro contra acidente de trabalho	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	23	Chuva	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	24	Vento	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
tais	25	Multa Ambiental	0	0	7	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1
Ambientais		Baixo nível dos reservatórios em função de fatores				0			_			0	_		_		
Ę	26	climáticos.	0	0	0	U	0	0	5	0	0	U	0	0	0	0	0
<.		Baixo nível dos mananciais em função de fatores				_			_				_				
	27	climáticos.	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Æ	28	índice de furtos de veículos	0	1	3	0	1	0	1	0	0	0	1	5	0	0	0
Seguran ça	29	índice de assalto a pedestre	0	1	3	0	1	0	1	0	0	0	1	5	0	0	0
Šě	30	índice de homicídios	0	1	3	0	1	0	1	0	0	0	1	5	0	0	0
•		Σ	49	86	96	59	68	6	113	50	46	35	44	57	39	47	47

QUADRO 3: Matriz de impacto versus dependência – parte 1. **Fonte**: Autores (2018)

É então calculado o somatório dos impactos e dependências de cada variável. Em seguida, é calculada a média e o desvio padrão dos graus de impacto e dependência. Com o objetivo de priorizar a análise das variáveis mais relevantes. Foi desenvolvido um o gráfico de impacto versus dependência na Figura 1. Cada uma das 30 variáveis possui um valor que corresponde à dependência, localizado no eixo x, e outro valor que corresponde ao impacto, localizado no eixo y. De acordo com essas coordenadas cartesianas, foram marcados os pontos correspondentes no gráfico utilizando o software Excel® e, em seguida, foi traçada uma linha de tendência onde foi demarcado o ponto médio. Os quadrantes foram nomeados como I, II, III



e IV. As variáveis que ficaram contidas nos quadrantes II e IV foram consideradas mais relevantes, pois estão localizadas acima do ponto médio de impacto. As demais variáveis contidas nos quadrantes I e III foram descartadas.

Incertezas	#	Variáveis	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Σ
	1	Taxa selic	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66
ω.	2	PIB (Geral)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Económicas	3	PIB (Construção Civil)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
μôπ	4	Inflação	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	88
ē	5	Saques da Poupança	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	58
	6	Preço do Dólar	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
	7	Preço médio do m²	7	3	5	1	0	3	1	1	1	0	3	3	0	0	0	37
	8	Políticas de Concessão de crédito	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
8	9	Incentivos fiscais do governo	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	86
Políticas	10	Investimento em educação	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	7	7	7	76
P0	11	Investimento em infra-estrutura	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	74
	12	Investimento em segurança urbana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	60
0	13	Taxa de Desocupação na construção civil	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	88
Consumo	14	Grau de Endividamento das Famílias	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	72
Suo		Número de imóveis residenciais à espera de	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	23
0	15	compradores	U	U	U	U	1	U	U	U	U	U	U	U	U	/	U	23
	16	Falta de Projeto.	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Produção	17	Falha na especificação do elevador.	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
ą	18	Treinamento de equipe	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
P	19	Falta de água potável no canteiro ou na frente de trabalho.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
E ,@	20	Legislação Municipal	0	0	0	0	0	3	3	0	0	1	0	0	3	3	3	31
Regulam entação	21	Multa Trabalhista	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Reg en	22	Seguro contra acidente de trabalho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	23	Chuva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	10
	24	Vento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
ţai	25	Multa Ambiental	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
Ambientais	26	Baixo nível dos reservatórios em função de fatores climáticos.	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	27	Baixo nível dos mananciais em função de fatores climáticos.	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	19
.ue	28	índice de furtos de veículos	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	5	1	22
Seguran ça	29	índice de assalto a pedestre	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3	0	0	7	0	1	25
S	30	índice de homicídios	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	7	5	0	28
		Σ	14	8	5	15	33	7	8	1	1	11	10	8	57	62	45	\Box

QUADRO 4: Matriz de impacto versus dependência – parte 2.

Fonte: Autores (2018)

Foram marcados no gráfico (Figura 1) as linhas que dividem os quadrantes em seus pontos médios em ambos os eixos.

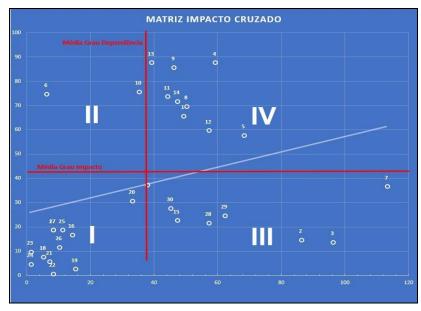


FIGURA 1: Gráfico de impacto versus dependência. Fonte: Autores (2018)

A lista de variáveis foi reduzida de 30 para 11 sendo 4 variáveis econômicas, 5 políticas e 2 de consumo a seguir: Taxa Selic, Inflação, Saques da poupança, Preço do dólar, Políticas de concessão de crédito, Incentivos fiscais do governo, Investimento em educação, Investimento em infraestrutura, Investimento em segurança urbana, Taxa de desocupação da construção civil e Grau de endividamento das famílias.





O estudo de cenários prospectivos busca alinhar informações qualitativas e quantitativas (VIEIRA *et al.*, 2017). Para isso, analisa os históricos das variáveis priorizadas, conforme será demonstrado a seguir. Após o levantamento dos registros apresentados pelas variáveis no período estudado, são calculados os valores médio, máximo e mínimo de cada variável conforme apresentado nas Tabelas 1 e 2. Os valores obtidos são tomados como base para a estratificação das variáveis em 4 segmentos distintos.

Tabela 1: Tabela MAXMIN – Parte 1

Incertezas	#	Variável	Indicador	2017	2016	2015	2014	2013
	1	Taxa selic	%	9,74	14,06	13,53	10,93	8,27
	4	Inflação	%	3,46	8,77	9,01	6,33	6,21
Económicas			Rentabilidade	7,00	8,35	7.94	7,02	6,32
	5	Saques da Poupança	(%)	7,00	0,33	7,94	7,02	0,32
	6	Preço do Dólar	R\$	3,20	3,45	3,39	2,35	2,16
	8	Políticas de Concessão de crédito	US\$ (Bilhões)	43	45	74	110	100
	9	Incentivos fiscais do governo	R\$	406.000.000.000	378.000.000.000	107.946.000	154.737.000	157.175.000
Políticas	10	Investimento em educação	R\$ (Milhões)	87	81	89	79	70
	11	Investimento em infra-estrutura	US\$ (Bilhões)	52	51	54	58	51
	12	Investimento em segurança urbana	R\$ (Bilhões)	1,07	2,03	2,71	2,92	3,07
		Taxa de Desocupação na construção	%		4.60	4.46	2.50	2.02
Consumo	13	civil	%		4,60	4,46	2,58	2,83
	14	Grau de Endividamento das Famílias	%	8,21	7,26	5,71	4,36	5,30

Fonte: Autores (2018)

Tabela 2: Tabela MAXMIN – Parte 1

Incertezas	#	Variável	Indicador	2012	MÉD	MÁX	MÍN
	1	Taxa selic	%	8,36	10,82	14,06	8,27
	4	Inflação	%	5,40	6,53	9,01	3,46
Económicas			Rentabilidade	6,58	7.20	8.35	6,32
	5	Saques da Poupança	(%)	0,36	7,20	6,33	0,32
	6	Preço do Dólar	R\$	1,95	2,75	3,45	1,95
	8	Políticas de Concessão de crédito	US\$ (Bilhões)	83	76	110	43
	9	Incentivos fiscais do governo	R\$	128.310.000	130.758.028.000	406.000.000.000	107.946.000
Políticas	10	Investimento em educação	R\$ (Milhões)	74	80	89	70
	11	Investimento em infra-estrutura	US\$ (Bilhões)	65	55	65	51
	12	Investimento em segurança urbana	R\$ (Bilhões)	4,02	2,64	4,02	1,07
		Taxa de Desocupação na construção	%	2.07	2.47	4.60	2.50
Consumo	13	civil	70	2,87	3,47	4,60	2,58
	14	Grau de Endividamento das Famílias	%	4,66	5,92	8,21	4,36

Fonte: Autores (2018)

A estratificação das variáveis deu origem à Tabela 3.

Tabela 3: Cenários de cada variável

Descrição	Variável	Indicador	S1	S2	S3	S4
Taxa selic	1	%	x < 8,25	8,25 ≤ x < 10,75	10,75 < x ≤ 14,00	14 < x
Inflação	4	%	x < 3,46	3,46 ≤ x < 6,53	6,53 < x ≤ 9,01	9,01 < x
Saques da Poupança	5	Rentabilidade (%)	x < 6,32	6,32 ≤ x < 7,20	7,20 < x ≤ 8,35	8,35 < x
Preço do Dólar	6	R\$	x < 1,95	1,95 ≤x < 2,75	2,75 < x ≤ 3,45	3,45 < x
Políticas de Concessão de crédito	7	US\$ (Bilhões)	x < 43	43 ≤x < 76	76 < x ≤ 110	110 < x
Incentivos fiscais do governo	8	R\$ (Milhões)	x < 107,9	107,9 ≤ x < 130,7	130,7 < x ≤ 406,	406 < x
Investimento em educação	9	US\$ (Milhões)	x < 70	70 ≤x < 80	80 < x ≤ 89	89 < x
Investimento em infraestrutura	10	US\$ (Milhões)	x < 51	51 ≤x<55	55 < x ≤ 65	65 < x
Investimento em segurança urbana	11	R\$ (Milhões)	x < 1,07	1,07 ≤ x < 2,64	2,64 < x ≤ 4,02	4,02 < x
Taxa de Desemprego	12	%	x < 2,58	2,58 ≤ x < 3,47	3,47 < x ≤ 4,60	4,6 < x
Grau de Endividamento das Famílias	13	%	x < 4,36	4,36 ≤ x < 5,92	5,92 < x ≤ 8,21	8,21 < x

Fonte: Autores (2018)

Foram selecionadas as configurações que geram 3 diferentes cenários: o cenário denominado desejável, que corresponde àquele onde todas as variáveis geram o melhor panorama. O cenário indesejável, onde as variáveis assumem os piores valores. E o de tendência, onde a projeção do futuro é uma continuação do passado. Destaca-se que podem ocorrem configurações em comum entre os cenários desejável e de tendência ou entre os indesejáveis e de tendência. A única configuração impossível de ocorrer é a combinação entre o desejável e indesejável.





2.4 ANÁLISE DOS HISTÓRICOS DAS VARIÁVEIS PRIORIZADAS

O coeficiente de correlação de Pearson (r) ou coeficiente de correlação produtomomento ou o r de Pearson mede o grau da correlação linear entre duas variáveis quantitativas. E um índice adimensional com valores situados ente -1,0 e 1.0 inclusive, que reflete a intensidade de uma relação linear entre dois conjuntos de dados. Este coeficiente, normalmente representado pela letra "r" assume apenas valores entre -1 e 1. Onde:

- r= 1 Significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis.
- r= -1 Significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis Isto e, se uma aumenta, a outra sempre diminui.
- r= 0 Significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra.
- No entanto, pode existir uma outra dependência que seja "não linear".
- Considera-se modulo de r maio que 0,7 uma correlação forte.
- Calcula-se o coeficiente de correlação de Pearson (r) segundo a seguinte fórmula:

$$\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_{i}-\bar{x})(y_{i}-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_{i}-\bar{x})^{2}}\cdot\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_{i}-\bar{y})^{2}}}=\frac{\text{cov}(X,Y)}{\sqrt{\text{var}(X)\cdot\text{var}(Y)}}$$

, onde x e y são variáveis:

$$ar x=rac{1}{n}\cdot\sum_{i=1}^nx_i$$
 e
$$ar y=rac{1}{n}\cdot\sum_{i=1}^ny_i ext{ são as médias aritméticas de ambas as variáveis}$$

A Tabela 4 apresenta o resultado da correlação, utilizando as variáveis constantes na Tabela 3.

Politicas de Grau de Sagues da Investimento em Investimento em Investimento em Inflação Preco do Dólar ndividamento da Concessão de segurança urbana Poupança crédito Familias 0,98 0,79 0,82 Taxa selic Inflação 0,73 Incentivos fiscais do governo -0,89 0,94 -0,85 -0,76 0,72 0,88 Investimento em segurança urbana Taxa de Desocupação na construção 0,95 -0,91 0,86 0,81 0,74 civil Grau de Endividamento das Familias 0,75 -0,92 0,77 Preço do Dólar 0,86 0,75 Investimento em educação 0,85 -0.75 Investimento em infra-estrutura

Tabela 4: R de Pearson das variáveis correlacionadas

Fonte: Autores (2018)

Verificou-se três variáveis com inércia por terem grande auto correlação (Investimento em Segurança Urbana; Grau de Endividamento das Famílias; Preço do Dólar). A taxa de desocupação na construção civil é a variável que mais se correlaciona com as demais (possui seis correlações), mostrando que os dados estão aderentes ao problema. Políticas de concessão de crédito e preço do dólar vem em segundo, mostrando que apenas com dinheiro para investimento na construção civil e com o dólar em valores condizentes com a economia, este setor pode sair de uma crise ou não entrar nela. O crédito é uma variável que se relaciona negativamente com quatro variáveis mostrando que a ausência desta diminui incentivos fiscais, gera desocupação, aumenta o endividamento e fica na contramão do dólar.

3. APLICAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO DE PROJETOS

Para aplicar o estudo de cenários, esta pesquisa adotou como escopo apenas um pacote de serviços que, neste caso, foi eleito o pacote denominado "Alvenaria e revestimentos internos argamassados" de um empreendimento residencial familiar de seis pavimentos. O intuito é demonstrar a aplicação do modelo em uma escala reduzida de atividades, apenas para validar o sistema proposto. A Figura 2 apresenta a Estrutura Analítica de Projetos (EAP) do projeto decomposta no pacote de serviços de Alvenaria e revestimentos internos argamassados, e está subdividido em seis pavimentos, sendo um pavimento térreo e cinco pavimentos tipo.



FIGURA 2: Estrutura Analítica do Projeto (EAP). **Fonte**: Autores (2018)

Cada pavimento possui duas atividades distintas: a construção das alvenarias e o emboço interno destas. A EAP apresenta ao total doze atividades necessárias ao cumprimento desta etapa do projeto. As atividades foram quantificadas mediante levantamentos realizados nos projetos de arquitetura e nas especificações dos consultores. O Quadro 5 apresenta o dicionário do projeto com as quantidades de serviços demandadas por cada atividade da EAP. O projeto possui uma área total de 5.297,17m² de alvenaria e 12.002,72m² de emboço argamassado divididos entre os 6 pavimentos.

EDT	DESCRIÇÃO	QUANT. (m²)	EDT	DESCRIÇÃO	QUANT. (m²)
1	PROJETO PADRÃO		1.1.3.2	Emboço para parede interna com argamassa	2.231,41
1.1	ALVENARIA		1.1.4	4º PAVIMENTO	
1.1.1	TÉRREO		1.1.4.1	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	922,29
1.1.1.1	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	685,72	1.1.4.2	Emboço para parede interna com argamassa	2.231,41
1.1.1.2	Emboço para parede interna com argamassa	845,67	1.1.5	5º PAVIMENTO	
1.1.2	2º PAVIMENTO		1.1.5.1	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	922,29
1.1.2.1	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	922,29	1.1.5.2	Emboço para parede interna com argamassa	2.231,41
1.1.2.2	Emboço para parede interna com argamassa	2.231,41	1.1.6	6º PAVIMENTO	
1.1.3	3º PAVIMENTO		1.1.6.1	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	922,29
1.1.3.1	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	922,29	1.1.6.2	Emboço para parede interna com argamassa	2.231,41

QUADRO 5: Dicionário do Projeto. **Fonte**: Autores (2018)

Em seguida, foram estimados os recursos necessários para execução das atividades previstas no escopo. Neste artigo, são considerados apenas os recursos do tipo Mão de Obra (MO). Não são considerados recursos do tipo Material (MAT) e Equipamentos (EQ), pois não corroboram para cálculo da duração total do projeto. Adotando como base o banco de dados da Tabela de Composições e Preços para Orçamentos na 13ª edição (TCPO13), utilizou-se a tabela de produtividade variável para os serviços de assentamento de alvenaria e para o serviço de revestimento interno de paredes com argamassa. De acordo com a produtividade variável para o serviço de revestimento interno de paredes com argamassa, a MO de pedreiro e oficiais variam conforme apresentado na Figura 3. A produtividade variável apresenta três valores, que variam de acordo os eventos que ocorrem durante a execução da atividade. No caso do pedreiro, a melhor produtividade verificada foi de 0,51Hh/m², que está atrelada às melhores situações operacionais como, por exemplo, materiais disponíveis no canteiro de obras e baixa rotatividade da MO. No outro extremo, temos a pior

produtividade observada, com valor de 0,74Hh/m², aproximadamente 45% pior em relação ao melhor caso. Fatores como falta de materiais no canteiro e alta rotatividade, por exemplo, ajudam a explicar tamanha discrepância.



FIGURA 3: Tabela de Produtividade Variável dos serviços de alvenaria e emboço. **Fonte**: Autores (2018)

A mesma análise foi feita na tabela de produtividade variável para o serviço de revestimento interno de paredes com argamassa (emboço). A melhor produtividade para a MO do oficial foi de 0,41Hh/m², atrelada às melhores situações operacionais como, materiais sempre disponíveis no canteiro de obras, espessura baixa do emboço e sistemas de transportes sempre disponíveis. Tem-se a pior produtividade observada, com valor de 0,98Hh/m², aproximadamente 139% pior em relação ao melhor caso. Fatores como emboços com altas espessuras, poucas frentes de trabalho, problemas com transportes e escassez de materiais são alguns dos motivos que colaboram para que esta discrepância seja tão grande.

O próximo passo foi sequenciar as atividades. A Figura 4 apresenta a rede PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) do projeto, demonstrando o sequenciamento atribuído a cada atividade. O sequenciamento demonstrado é uma simplificação da realidade, que tenta demonstrar, com uma amostra pequena, a sequência executiva das atividades, apenas para validação do modelo proposto. Na prática, o emboço não pode ser realizado imediatamente após a execução da alvenaria. Isto se deve pelo fato de haver retração da argamassa à base de cimento utilizada para assentamento das alvenarias. Após esta retração, a altura total da parede "reduz". Se este tempo de cura não for obedecido e o emboço for procedido logo após o assentamento dos tijolos, existem chances de o emboço "trincar" devido a movimentação na parede devido à retração.

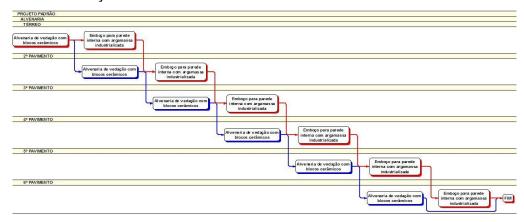


FIGURA 4: Rede PERT do projeto. **Fonte**: Autores (2018)



Foi adotada a estratégia de execução de baixo para cima (do térreo para o último pavimento) e de 1 pavimento completo por tipo de serviço, ou seja, a equipe só parte para o próximo pavimento após completar o ciclo no andar. Foram adotadas 2 equipes distintas: 1 equipe exclusiva para execução da alvenaria e outra para execução do emboço. A de alvenaria inicia as atividades do andar térreo. Ao término da alvenaria no térreo, duas novas frentes são liberadas: a equipe de emboço inicia as atividades no andar térreo e a equipe de alvenaria inicia as atividades no 2º pavimento. Esta sequência continua até o último pavimento. Após determinada a sequência executiva, calculou-se a duração de cada atividade. Para isto, utilizouse a metodologia da Razão Unitária de Produtividade (RUP), dada pela expressão RUP = H x h / QS, onde H: Nº de operários; h: Duração em horas; QS: Quantidade de serviço; e a meta de duração por pavimento é de 5 dias por andar por pacote de serviço. A RUP adotada adveio das demonstradas na Figura 3. A quantidade de serviços adveio das apresentadas no Quadro 5. Para o cálculo da duração das atividades neste projeto, foi adotada a RUP média sugerida pelo TCPO13.A Tabela 5 apresenta o cálculo da quantidade de operários necessária para realização de cada atividade. Admitindo como premissa de projeto uma meta de duração de 5 dias para execução de cada pacote de serviço no pavimento (40 horas), foi possível calcular a quantidade de operários necessária para execução de cada atividade. Em seguida as durações calculadas foram imputadas em um cronograma utilizando o software de planejamento MS Project 2010, bem como as interdependências entre os serviços definidas no PERT. Este cronograma resultou numa duração total do projeto. Para efeito de demonstração, a data escolhida para início do projeto foi de 01/04/2018. A duração total do projeto foi de 35 dias úteis, utilizando a RUP média retirada diretamente da tabela de produtividade variável do TCPO13.

Tabela 5: Cálculo do nº de operários com a RUP média - TCPO 13

EDT	DESCRIÇÃO	-	RUP Méd.	-	N°
1	PROJETO PADRÃO	(m ²)	(H.h/m ²)	Total (h)	Operários
1.1	ALVENARIA				
1.1.1	TÉRREO				
1.1.1.1	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	685,72	0,64	40	11
1.1.1.2	Emboço para parede interna com argamassa industrializada	845,67	0,57	40	13
1.1.2	2º PAVIMENTO				
1.1.2.1	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	922,29	0,64	40	15
1.1.2.2	Emboço para parede interna com argamassa industrializada	2.231,41	0,57	40	32
1.1.3	3º PAVIMENTO				
1.1.3.1	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	922,29	0,64	40	15
1.1.3.2	Emboço para parede interna com argamassa industrializada	2.231,41	0,57	40	32
1.1.4	4º PAVIMENTO				
1.1.4.1	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	922,29	0,64	40	15
1.1.4.2	Emboço para parede interna com argamassa industrializada	2.231,41	0,57	40	32
1.1.5	5º PAVIMENTO				
1.1.5.1	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	922,29	0,64	40	15
1.1.5.2	Emboço para parede interna com argamassa industrializada	2.231,41	0,57	40	32
1.1.6	6º PAVIMENTO				
1.1.6.1	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	922,29	0,64	40	15
1.1.6.2	Emboço para parede interna com argamassa industrializada	2.231,41	0,57	40	32

Fonte: Autores (2018)

Para o estudo prospectivo dos cenários do projeto estudado, considerou-se a variação da RUP (mínima, média e máxima) e os eventos que ocasionam estas variações que foram apresentadas na Figura 3. Desta forma, foi verificado que a principal incerteza que pode afetar o projeto são as incertezas de prazo. Esta incerteza foi desdobrada em variáveis, objetivando a criação de um cenário quantitativo para o projeto estudado, conforme demonstrado no Quadro 6. Este desdobramento resultou em 22 variáveis. Foi realizada a análise de dependência e impacto entre as variáveis levantadas. Para tal, foi utilizada uma escala de gradação, definida mediante o consenso entre os gestores da empresa, e que levou em consideração as experiências da empresa vividas em projetos anteriores, onde grau zero não há impacto, grau 1 o impacto é pouco relevante, grau 3 o impacto é médio, grau 5 o impacto é expressivo e, no grau 7 o impacto é considerado muito expressivo.



Incertezas	#	Variáveis	Serviço	#	Variáveis	Serviço
	1	Preenchimento de juntas verticais	Alvenaria	12	Tipo de acabamento (Sarrafeado/desempenado)	Emboço
	2	Densidade da alvenaria/m² de parede/m² piso	Alvenaria	13	Método de execução (Manual/Mecanizado)	Emboço
		Presença significativa de parede altas ou baixas demais	Alvenaria	14	Disponibilidade de frente de trabalho	Emboço
		Tempo para executar um pavimento (síndrome do aluno)	Alvenaria	15	Tempo para executar um pavimento (síndrome do a	Emboço
	5	Espesura das paredes	Alvenaria	16	Disponibilidade do material na frente de trabalho	Emboço
Prazo	6	Rotatividade da Mão de obra	Alvenaria	17	Disponibilidade do sistema de transporte interno	Emboço
_ <u>~</u>	7	Assiduidade no pagamento dos operários	Alvenaria	18	Premiação por produtividade	Emboço
	8	Disponibilidade do material na frente de trabalho	Alvenaria	19	Retrabalho	Emboço
		Disponibilidade do equipamento de transporte vertical	Alvenaria	20	Fatores climáticos	Emboço
	10	Espessura do revestimento	Emboço	21	Rotatividade da Mão de obra	Emboço
	11	Número de camadas de revestimento	Emboço	22	Satisfação dos operários	Emboço

QUADRO 6: Incertezas e variáveis inerentes ao projeto.

Fonte: Autores (2018)

Em seguida, as variáveis levantadas foram transpostas para montagem de uma matriz de impacto versus dependência, conforme demonstrado nos Quadros 7 e 8.

Incertezas	#	Variáveis	Serviço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1	Preenchimento de juntas verticais	Alvenaria	0	7	7	1	5	0	0	5	5	0	0
	2	Densidade da alvenaria/m² de parede/m² piso	Alvenaria	0	0	7	0	7	0	0	0	0	0	0
	3	Presença significativa de parede altas ou baixas demais	Alvenaria	0	7	0	0	5	0	0	3	7	0	0
	4	Tempo para executar um pavimento (síndrome do aluno)	Alvenaria	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0
	5	Espesura das paredes	Alvenaria	0	0	7	0	0	0	0	0	3	0	0
	6	Rotatividade da Mão de obra	Alvenaria	0	0	0	1	0	0	7	1	1	0	0
	7	Assiduidade no pagamento dos operários	Alvenaria	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0
	8	Disponibilidade do material na frente de trabalho	Alvenaria	0	7	7	0	5	1	1	0	7	0	0
	9	Disponibilidade do equipamento de transporte vertical	Alvenaria	0	5	0	0	5	1	1	0	0	0	0
Prazo	10	Espessura do revestimento	Emboço	3	5	7	0	1	3	1	0	0	0	0
Pra	11	Número de camadas de revestimento	Emboço	0	5	7	0	5	5	3	0	0	7	0
	12	Tipo de acabamento (Sarrafeado/desempenado)	Emboço	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13	Método de execução (Manual/Mecanizado)	Emboço	0	5	5	0	0	0	0	0	0	3	3
	14	Disponibilidade de frente de trabalho	Emboço	0	5	3	0	3	3	3	3	3	3	3
	15	Tempo para executar um pavimento (síndrome do aluno)	Emboço	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	Disponibilidade do material na frente de trabalho	Emboço	0	3	5	0	0	0	0	0	0	5	7
	17	Disponibilidade do sistema de transporte interno	Emboço	0	3	5	0	0	0	0	0	0	3	3
	18	Premiação por produtividade	Emboço	1	3	3	0	0	0	0	0	0	5	5
	19	Retrabalho	Emboço	0	3	5	0	0	3	3	0	0	5	5
	20	Fatores climáticos	Emboço	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21	Rotatividade da Mão de obra	Emboço	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	Satisfação dos operários	Emboço	3	3	3	0	0	0	0	0	0	3	5
		Σ		8	62	72	3	36	22	22	12	26	34	31

QUADRO 7: Matriz de impacto versus dependência – parte 1.

Fonte: Autores (2018)

Incertezas	#	Variáveis	Serviço	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Σ
	1	Preenchimento de juntas verticais	Alvenaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	2	Densidade da alvenaria/m² de parede/m² piso	Alvenaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	3	Presença significativa de parede altas ou baixas demais	Alvenaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
	4	Tempo para executar um pavimento (síndrome do aluno)	Alvenaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	5	Espesura das paredes	Alvenaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	6	Rotatividade da Mão de obra	Alvenaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	7	Assiduidade no pagamento dos operários	Alvenaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	8	Disponibilidade do material na frente de trabalho	Alvenaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
	9	Disponibilidade do equipamento de transporte vertical	Alvenaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Prazo	10	Espessura do revestimento	Emboço	0	5	1	0	3	1	5	0	0	3	1	39
Pra	11	Número de camadas de revestimento	Emboço	3	5	0	0	3	3	5	0	0	5	1	57
	12	Tipo de acabamento (Sarrafeado/desempenado)	Emboço	0	1	0	0	1	0	1	0	0	3	1	7
	13	Método de execução (Manual/Mecanizado)	Emboço	0	0	0	0	5	5	0	0	0	1	0	27
	14	Disponibilidade de frente de trabalho	Emboço	3	5	0	0	5	5	5	3	7	3	3	68
	15	Tempo para executar um pavimento (síndrome do aluno)	Emboço	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	Disponibilidade do material na frente de trabalho	Emboço	0	5	5	0	0	7	3	3	7	3	5	58
	17	Disponibilidade do sistema de transporte interno	Emboço	1	7	5	0	3	0	0	1	7	5	0	43
	18	Premiação por produtividade	Emboço	7	7	7	0	7	7	0	5	7	5	0	69
	19	Retrabalho	Emboço	3	5	1	3	0	0	5	0	7	7	5	60
	20	Fatores climáticos	Emboço	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21	Rotatividade da Mão de obra	Emboço	1	5	5	5	1	1	3	5	0	0	7	36
	22	Satisfação dos operários	Emboço	1	3	5	5	7	7	7	7	1	7	0	67
		Σ		19	48	29	13	35	36	34	24	36	42	23	

QUADRO 8: Matriz de impacto versus dependência – parte 2.

Fonte: Autores (2018)

A fim de trazer confiabilidade ao processo de atribuição de pesos, o mesmo foi realizado por um consultor em gerenciamento de projetos de construção civil com vasta experiência neste tipo de construção, atrelada também à experiência da autora neste segmento de obras.

O grau de dependência de uma variável em relação às demais e a motricidade (grau de impacto) da variável foram resumidos no Quadro 9.

Descrição	Var.	Depend.	Impacto	Descrição	Var.	Depend.	Impacto
Preenchimento de juntas verticais	1	8	30	Tipo de acabamento (Sarrafeado/desempenado)	12	19	7
Densidade da alvenaria/m² de parede/m² piso	2	62	14	Método de execução (Manual/Mecanizado)	13	48	27
Presença significativa de parede altas ou baixas demais	3	72	22	Disponibilidade de frente de trabalho	14	29	68
Tempo para executar um pavimento (síndrome do aluno)	4	3	6	Tempo para executar um pavimento (síndrome do aluno)	15	13	0
Espesura das paredes	5	36	10	Disponibilidade do material na frente de trabalho	16	35	58
Rotatividade da Mão de obra	6	22	10	Disponibilidade do sistema de transporte interno	17	36	43
Assiduidade no pagamento dos operários	7	22	4	Premiação por produtividade	18	34	69
Disponibilidade do material na frente de trabalho	8	12	28	Retrabalho	19	24	60
Disponibilidade do equipamento de transporte vertical	9	26	12	Fatores climáticos	20	36	0
Espessura do revestimento	10	34	39	Rotatividade da Mão de obra	21	42	36
Número de camadas de revestimento	11	31	57	Satisfação dos operários	22	23	67
		Média	(Total)			30,32	30,32
		Desv. Padr	ão (Total			16.33	23,98

QUADRO 9: Consolidação dos graus de dependência e impacto das variáveis. **Fonte**: Autores (2018)

Foram calculadas a média e o desvio padrão dos graus de impacto e dependência com o objetivo de facilitar a posterior priorização e classificação das variáveis. Para analisar apenas as variáveis mais relevantes, foi gerado o gráfico de impacto versus dependência. Cada uma das 22 variáveis possui um valor que corresponde à dependência, localizado no eixo x, e outro valor que corresponde ao impacto, localizado no eixo y. De acordo com essas coordenadas cartesianas, foram marcados os pontos correspondentes no gráfico e, em seguida, foi traçada uma linha de tendência onde foi marcado o ponto médio. Também foram marcados no gráfico as linhas que dividem os quadrantes em seus pontos médios em ambos os eixos. Os quadrantes foram nomeados como I, II, III e IV. As variáveis que ficaram contidas nos quadrantes II e IV foram consideradas mais relevantes, pois estão localizadas acima do ponto médio de impacto. As demais variáveis contidas nos quadrantes I e III foram descartadas.

A lista de variáveis foi reduzida de 22 para 10, conforme segue: Preenchimento de juntas verticais, Espessura do revestimento, Número de camadas de revestimento, Disponibilidade de frente de trabalho, Disponibilidade do material na frente de trabalho, Disponibilidade do sistema de transporte interno, Premiação por produtividade, Retrabalho, Fatores climáticos, Rotatividade da Mão de obra e Satisfação dos operários.

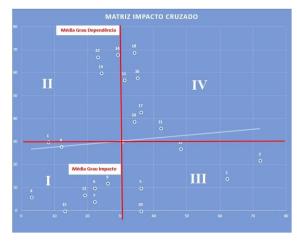


FIGURA 5: Gráfico de impacto versus dependência.





Fonte: Autores (2018)

O estudo de cenários prospectivos busca alinhar informações qualitativas e quantitativas. Para isso, são analisados os históricos das variáveis já determinadas. Nesta pesquisa, foram utilizados os dados históricos apresentados pelas tabelas de produtividade variável do TCPO13, que são frutos de trabalhos de pesquisa coordenados por professores do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCC-USP). Tais trabalhos foram realizados nos últimos dez anos, e serviram de entrada para construção dos cenários prospectivos deste projeto. Para possibilitar o cálculo dos valores médio, máximo e mínimo de cada variável, foi analisada a variação entre as 3 RUP's de cada serviço estudado e distribuídas igualmente entre os eventos que ocasionam estas variações. A tabela 6 demonstra os resultados.

Tabela 6: Variação da produtividade dos oficiais – Serviço de revestimento (Emboço)

		RUP				
#	Evento	Mín	Média	Máx		
		0,41	0,57	0,98		
10	Espessura do revestimento	-0,012	0,000	0,032		
11	Número de camadas de revestimento	-0,012	0,000	0,032		
12	Tipo de acabamento (Sarrafeado/desempenado)	-0,012	0,000	0,032		
13	Método de execução (Manual/Mecanizado)	-0,012	0,000	0,032		
14	Disponibilidade de frente de trabalho	-0,012	0,000	0,032		
15	Tempo para executar um pavimento (síndrome do aluno)	-0,012	0,000	0,032		
16	Disponibilidade do material na frente de trabalho	-0,012	0,000	0,032		
17	Disponibilidade do sistema de transporte interno	-0,012	0,000	0,032		
18	Premiação por produtividade	-0,012	0,000	0,032		
19	Retrabalho	-0,012	0,000	0,032		
20	Fatores climáticos	-0,012	0,000	0,032		
21	Rotatividade da Mão de obra	-0,012	0,000	0,032		
22	Satisfação dos operários	-0,012	0,000	0,032		

Fonte: Autores (2018)

Na Tabela 6, foi calculada a variação entre as RUP's mínima e média (0,41-0,57). O resultado foi então dividido pelo número total de eventos e distribuído igualmente entre eles. O mesmo método foi aplicado para calcular a variação entre as RUP's máxima e média (0,98-0,57), dividindo o resultado pelo número total de eventos e distribuindo entre eles. A RUP média resulta da diferença calculada entre a média e ela mesma (0,57 -0,57), ou seja, zero. O mesmo procedimento foi adotado para o serviço de alvenaria, conforme pode ser visto na Tabela 7.

Tabela 7: Variação da produtividade dos pedreiros – Serviço de alvenaria

		RUP				
#	Evento	Mín	Média	Máx		
		0,51	0,64	0,74		
1	Preenchimento de juntas verticais	-0,014	0,000	0,011		
2	Densidade da alvenaria/m² de parede/m² piso	-0,014	0,000	0,011		
3	Presença significativa de parede altas ou baixas demais	-0,014	0,000	0,011		
4	Tempo para executar um pavimento (síndrome do aluno)	-0,014	0,000	0,011		
5	Espesura das paredes	-0,014	0,000	0,011		
6	Rotatividade da Mão de obra	-0,014	0,000	0,011		
7	Assiduidade no pagamento dos operários	-0,014	0,000	0,011		
8	Disponibilidade do material na frente de trabalho	-0,014	0,000	0,011		
9	Disponibilidade do equipamento de transporte vertical	-0,014	0,000	0,011		

Fonte: Autores (2018)

A partir do conhecimento das RUP's por evento de cada serviço, foi possível a construção da Tabela 8. Para cada variável resultante da aplicação do filtro da Figura 5, foram atribuídos os respectivos valores (MÍN; MÉD; MÁX) resultantes das Tabelas 6 e 7.

30, 31/10 e 01/11

Tabela 8: Tabela MAXMIN

Incertezas	#	Variável	Serviço	Indicador	MÍN	MÉD	MÁX
	1	Preenchimento de juntas verticais	Alvenaria	R.U.P (h/m²)	-0,014	0,000	0,011
	10	Espessura do revestimento	Emboço	R.U.P (h/m²)	-0,012	0,000	0,032
	11	Número de camadas de revestimento	Emboço	R.U.P (h/m ²)	-0,012	0,000	0,032
	14	Disponibilidade de frente de trabalho	Emboço	R.U.P (h/m²)	-0,012	0,000	0,032
Prazo	16	Disponibilidade do material na frente	Emboço	R.U.P (h/m²)	-0,012	0,000	0,032
Prô	17	Disponibilidade do sistema de transpo	Emboço	R.U.P (h/m²)	- 0,012	0,000	0,032
	18	Premiação por produtividade	Emboço	R.U.P (h/m²)	-0,012	0,000	0,032
	19	Retrabalho	Emboço	R.U.P (h/m²)	-0,012	0,000	0,032
	21	Rotatividade da Mão de obra	Emboço	R.U.P (h/m²)	-0,012	0,000	0,032
	22	Satisfação dos operários	Emboço	R.U.P (h/m²)	-0,012	0,000	0,032

Fonte: Autores (2018)

Os valores obtidos foram tomados como base para a estratificação das variáveis em quatro segmentos distintos, ou seja, em quatro intervalos de estratificação. Como as configurações ficaram mutuamente exclusivas, e a literatura não obriga usar apenas três cenários, mas no mínimo dois e não mais que cinco. Utilizou-se então quatro cenários (OLIVEIRA *et al.*, 2018). A Tabela 9 demonstra esses segmentos, bem como a definição dos cenários.

Tabela 9: Cenário das variáveis

Descrição	Variável	Indicador	S1	S2	S3	S4
Preenchimento de juntas verticais	1	R.U.P (h/m²)	x < -0,014	-0,014 ≤ x < 0	$0 < x \le 0.011$	0,011 < x
Espessura do revestimento	10	R.U.P (h/m²)	x < -0,012	-0,012 ≤ x < 0	$0 < x \le 0.031$	0,031 < x
Número de camadas de revestimento	11	R.U.P (h/m²)	x < -0,012	-0,012 ≤ x < 0	$0 < x \le 0.031$	0,031 < x
Disponibilidade de frente de trabalho	14	R.U.P (h/m²)	x < -0,012	-0,012 ≤ x < 0	$0 < x \le 0.031$	0,031 < x
Disponibilidade do material na frente	16	R.U.P (h/m²)	x < -0,012	-0,012 ≤ x < 0	$0 < x \le 0.031$	0,031 < x
Disponibilidade do sistema de transporte interno	17	R.U.P (h/m²)	x < -0,012	-0,012 ≤ x < 0	0 < x ≤ 0,031	0,031 < x
Premiação por produtividade	18	R.U.P (h/m²)	x < -0,012	-0,012 ≤ x < 0	$0 < x \le 0.031$	0,031 < x
Retrabalho	19	R.U.P (h/m²)	x < -0,012	-0,012 ≤ x < 0	$0 < x \le 0.031$	0,031 < x
Rotatividade da Mão de obra	21	R.U.P (h/m²)	x < -0,012	-0,012 ≤ x < 0	$0 < x \le 0.031$	0,031 < x
Satisfação dos operários	22	R.U.P (h/m²)	x < -0,012	-0,012 ≤ x < 0	$0 < x \le 0.031$	0,031 < x

Fonte: Autores (2018)

Indesejável
Tendência

Desejável Variação canônica do de tendência



A partir do conhecimento das configurações das variáveis e dos cenários advindos da Tabela 8, torna-se possível calcular as durações mínimas, médias e máximas do projeto.

A fim de conhecer o grau da correlação linear existente entre o impacto e a dependência das variáveis estudadas nos cenários, foi calculado o coeficiente de Pearson das 10 variáveis demonstradas na Figura 5. Desta forma, foram considerados todos os pontos onde o impacto foi maior que a média, para verificar se existe uma correlação deste impacto com a dependência. A Figura 7 demonstra a relação de impacto x dependência entre as variáveis estudadas.

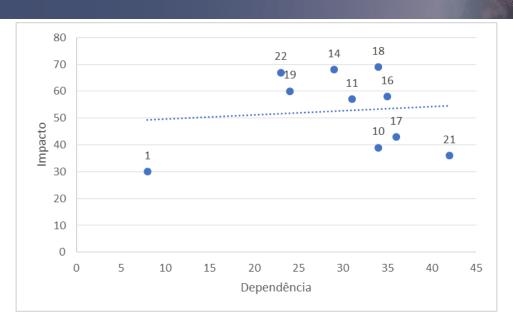


FIGURA 6: Gráfico de impacto versus dependência. **Fonte**: Autores (2018)

Ao aplicarmos uma regressão linear nos dados de dependência (x) e impacto (y) utilizando o coeficiente de correlação linear (ou coeficiente de Pearson) encontramos um valor de + 0,099. Este módulo de r está muito abaixo 0,7, o que indica uma correlação positiva fraca entre os dados analisados. Com esta correlação fraca, não é possível concluir que quanto maior for o impacto de determinada variável menor será a sua dependência. Sendo assim, o impacto não é explicado pela dependência.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo atrelou a metodologia de cenários prospectivos à de gerenciamento de projetos afim de verificar as possíveis variações de prazo de execução de um projeto. Para isto, considerou 22 variáveis que cooperam para o aumento ou redução na duração do projeto, priorizando a análise de 10 variáveis consideradas mais impactantes nos resultados. Destas 10, apenas 1 estava atrelada ao serviço de alvenaria. As demais estavam relacionadas ao serviço de emboço.

Isto se deu devido ao fato de o serviço de emboço vir depois do serviço de alvenaria, por isso ele possui muita dependência da etapa que o precede, uma vez que só pode ser iniciado após a finalização da etapa anterior. Para verificar se se existe uma relação deste impacto com a dependência, este fenômeno foi analisado através da aplicação de uma regressão linear, calculando-se para isto coeficiente de Pearson.

A análise demonstrou que a correlação entre o impacto e a dependência é fraca, ou seja, a variável dependência não explica o impacto. Infere-se aqui que o impacto é explicado por outros fatores que não puderam ser investigados neste artigo.

5. REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, Iena. **75% das usinas em obras estão atrasadas**. 2018.Disp em: https://www.opovo.com.br/jornal/economia/2018/01/75-das-usinas-em-obras-estao-atrasadas.html. Acesso: 20/03/18

CAVALCANTI, Nathan Gerhard; JUNIOR, CASTELAR LINO DA COSTA; GOMES, Carlos Francisco Simões. **Análise de cenários prospectivos**: um estudo sobre uma microempreendedora no ramo de doces em Niterói-RJ.

CLEMENTS, James P.; GIDO, Jack. Gestão de projetos. São Paulo: Cencage Learning, 2013.

DE FILIPPI, Giancarlo Azevedo; MELHADO, Sílvio Burrattino. Um estudo sobre as causas de atrasos de obras de empreendimentos imobiliários na região Metropolitana de São Paulo. **Ambiente Construído**, v. 15, n. 3, p. 161-173, 2015.

DE PREÇOS, TCPO-**Tabelas de Composições para Orçamentos**. Pini (13ª edição), 2010. GOMES, C. F. S.; COSTA, H. G.; BARROS, A. P. DE. Sensibility analysis of MCDA using prospective in Brazilian energy sector. **Journal of Modelling in Management**, v. 12, n. 3, p. 475–497, 3 jul. 2017

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Tomada De Decisão Gerencial. Enfoque Multicritério**. [5 Edição.] Atlas, 2014.

KERZNER, Harold. Gerenciamento de projetos: uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle. **São Paulo: Blücher**, 2011.

MATTOS, Aldo Dórea. Planejamento e controle de obras. Pini, 2010.

MATTOS, Aldo Dórea. Por que os cronogramas "furam"? Mundo PM: Editora Mundo, 2007.

MEZA, C. G., SEGER MERCEDES, S., SAUER, I. L. 2014. Nicaragua's 2013 residential lighting program: Prospective assessment. Energy Policy, 67, 522-530.

MORITZ, GILBERTO DE OLIVEIRA et al. A prospecção de cenários nas universidades: variáveis portadoras de futuro e a trajetória estratégica da UFSC para 2022. 2010.

OLIVEIRA, Altina Silva et al. Prospective Scenarios: a Literature Review on the Scopus Database. **Futures**, 2018.

PMBOK, GUIA. Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos. In: **Project Management Institute**. 2017.

PORTER, Michael E.; KETELS, Christian; DELGADO, Mercedes. The microeconomic foundations of prosperity: findings from the business competitiveness index. **The Global Competitiveness Report 2007–2008**, p. 51-81, 2007.

Ringland, G. (2006). Scenario Planning: Managing for the Future. 2ª ed. John Wiley & Sons, Ltd.

SILVA, A. T. B.; SPERS, R. G.; WRIGHT, J. T. C. (2012). A elaboração de cenários na gestão estratégica das organizações: um estudo bibliográfico. Em: **Revista de Ciências da Administração**, V. 14, n. 32, p. 21-34.

TAVARES, Sérgio Ribeiro. (2013) Análise quantitativa de riscos em projetos de obras públicas. **Revista Especialize Online**. Goiânia, n. 7.

VIEIRA, J. A. M.; GOMES, C. F. S.; BRAGA, I. E. Development of a scenario prospecting model with the use of multicriteria decision aiding: Importance of environmental variables. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 14, n. 2, p. 210–217, 23 jul. 2017