

Planejamento de obras de infraestrutura – Orçamento + Acompanhamento

Eng. Vitor Aly

Eng. Flávio Maranhão

Planejamento de obras de infraestrutura

1. Escopo

- i. *O que deve ser feito?*
- ii. *O que não está contemplado?*

2. Definição dos pacotes de serviço (WBS)

3. Dimensionamento dos recursos necessários (quantificação dos materiais, mão de obra e equipamento – custo direto; área de apoio – custos indiretos)

4. Formação da rede de precedência (diagrama de Redes) – relação entre os pacotes de serviço

5. Identificação do caminho crítico (*nivelamento de recursos*)

6. Formulação do cronograma

7. Discretização do orçamento

O QUE É PERT?

- **PERT** (*Program Evaluation and Review Technique*) introduz a incerteza nas estimativas de tempo das atividades e dos projetos;
- Diferente da técnica CPM, que se baseou em durações determinísticas, o PERT foi desenvolvido com base em **durações probabilísticas**;
- A abordagem probabilística recorre à noção de três durações: a otimista, a pessimista e a mais provável. Com elas, é possível estimar a duração da atividade: a duração esperada.

Duração Otimista, Pessimista e Mais Provável

- Duração otimista (O): é uma estimativa do tempo necessário para a execução de uma atividade, se tudo ocorrer excepcionalmente bem;
- Duração pessimista (P): é uma estimativa do tempo máximo de execução de uma atividade, se as coisas não ocorrerem bem;
- Duração mais provável (M): é baseada na experiência e no bom senso, sendo o tempo necessário para a execução da atividade se ela for repetida uma série de vezes, sob as mesmas condições.

Cronograma

$$E = \frac{O + 4M + P}{6}$$

Mais provável – histórico das composições

Otimista – RUP menor

Pessimista – RUP maior

Para o serviço de escavação com transporte para bota-fora, cujo total é de 14.400 m³, a duração esperada (E) foi calculada com base nas informações dadas a seguir (assume-se um caminhão de 5 m³ e turno de 8 horas):

- Produtividade otimista = 36 viagens por hora (posicionamento ideal dos caminhões em relação à escavadeira, material seco e trajeto dos caminhões desimpedido);
- Produtividade pessimista = 18 viagens por hora (dificuldade de posicionamento dos caminhões, material muito úmido e trânsito no trajeto dos caminhões);
- Produtividade mais provável = 30 viagens por hora (bom posicionamento dos caminhões, material com baixa umidade e boa velocidade dos caminhões).

Cálculo das durações:

- Duração otimista (O) = 14.400 m³ / (36 viagens/hora x 5 m³/viagem x 8 h/dia) = 10 dias;
- Duração pessimista (P) = 14.400 / (18 x 5 x 8) = 20 dias;
- Duração mais provável (M) = 14.400 / (30 x 5 x 8) = 12 dias.

$$E = \frac{O + 4M + P}{6} = \frac{10 + (4 \times 12) + 20}{6} = 13 \text{ dias}$$

Exemplo de Diagrama de Gantt ou de Barras

EDIFÍCIO CÉU AZUL																
SERVIÇO	2009			2010												2011
	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN
SERVIÇOS PRELIMINARES	■															
FUNDAÇÕES		■	■													
ESTRUTURA				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
ALVENARIA						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
REVESTIMENTO INTERNO							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
REVESTIMENTO EXTERNO														■	■	■

Sobreposição – Diagrama de Gantt com Marcos

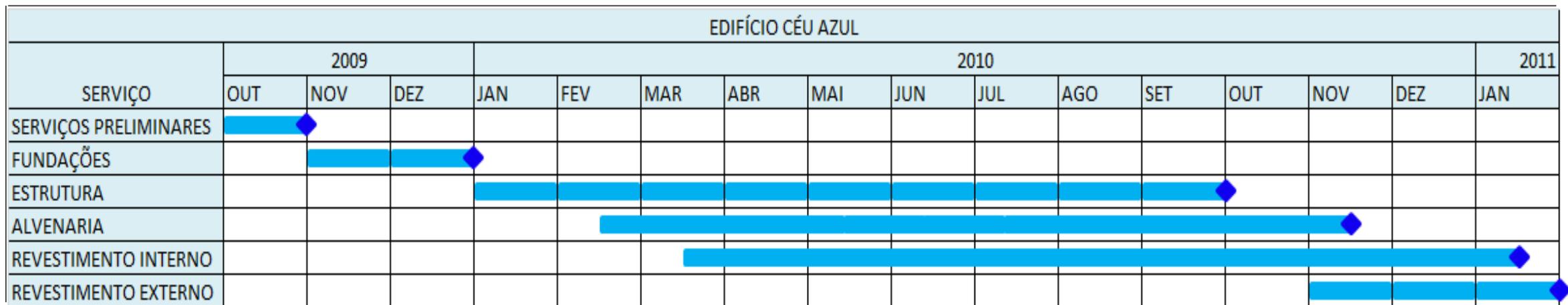


Diagrama Tempo X Caminho

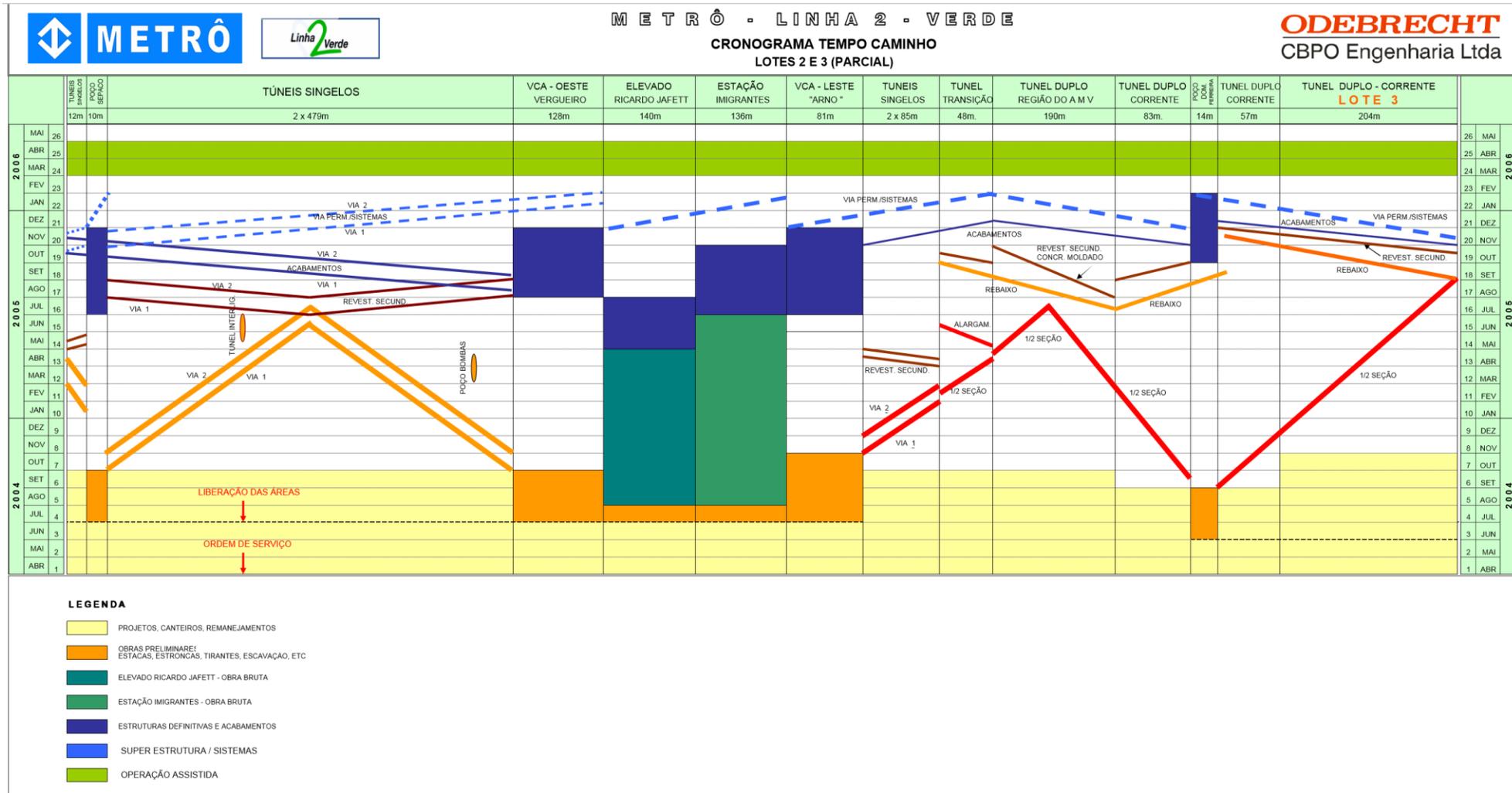
- Pelo nome, é uma representação do andar da obra em relação ao tempo. É uma técnica de planejamento e controle desenvolvida para obras em que há ciclos de produção
- Exemplos de obras com ciclos de produção:

Lineares	Com unidades repetidas
Edifício alto (com pavimento tipo)	Conjunto habitacional
Túnel	Mercado público com muitos boxes iguais
Estrada	Fabricação e instalação de peças pré-moldadas
Gasoduto, oleoduto	
Adutora de água	
Rede de água/esgoto	

Diagrama Tempo X Caminho

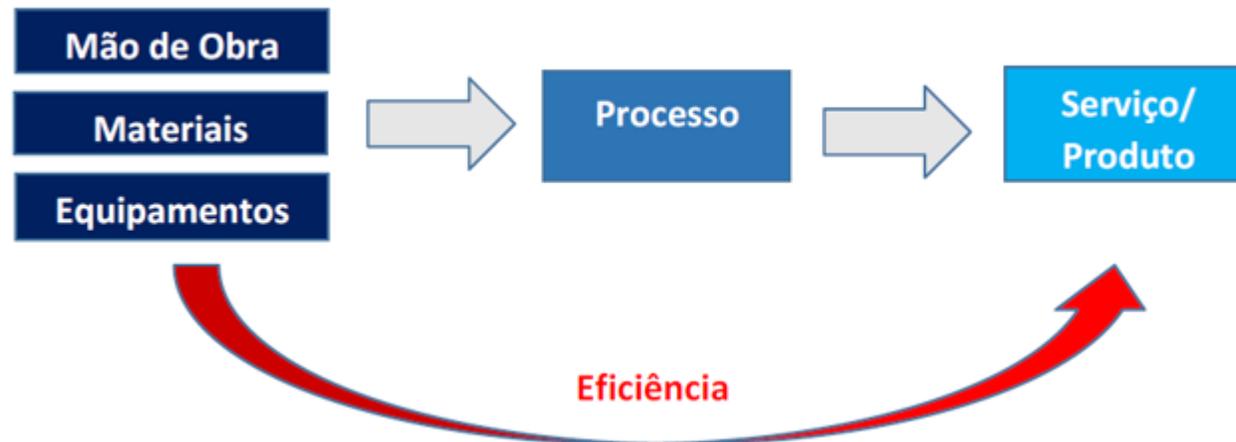
- Serviços repetitivos são representados por uma reta traçada em um gráfico Tempo X Progresso (Caminho);
- O avanço da atividade é considerado linear;
- A inclinação da reta define a produtividade;
- Enquanto no cronograma tradicional de barras o parâmetro que guia o planejamento é a duração, no tempo X caminho é a produtividade.

Tempo-caminho - cronograma



3. Planejamento ~ Produtividade

- O cálculo da produtividade é baseado em abordagem denominada “modelo de entradas-saídas”, no qual produtividade é considerada como a eficiência em transformar recursos físicos - materiais, mão de obra e equipamentos - em serviços (Figura 01). No caso de mão de obra, a eficiência decorre da relação entre o esforço empregado (Hh – Homem Hora) e o resultado obtido (Qs – Quantidade de Serviço), chamada de RUP – Razão Unitária de Produção.



Fonte (Sinapi, 2017).

Apropriações em campo

01 - Córrego Aricanduva

02 - Córrego Zavuvus

03 - Córrego Ipiranga

04 - Fábrica do Samba 2ª F...

05 - Cruzeiroinho (CDC Vila ...

06 - Pontilhão Conselheiro ...



Apropriações em campo

01 - Córrego Aricanduva

02 - Córrego Zavuvus

03 - Córrego Ipiranga

04 - Fábrica do Samba 2ª F...

05 - Cruzeiroirinho (CDC Vila ...

06 - Pontilhão Conselheiro ...



Apropriações em campo

01 - Córrego Aricanduva

02 - Córrego Zavuvus

03 - Córrego Ipiranga

04 - Fábrica do Samba 2ª F...

05 - Cruzeiroinho (CDC Vila ...

06 - Pontilhão Conselheiro ...



Apropriações em campo

Análise Geral

Serviços em execução:

- 85 composições existentes na tabela
- 49 composições novas
- ~20000 Horas de profissionais
- ~10000 horas de equipamentos
- Infraestrutura e edificações

Córrego Zavuvus	1/19/2021	CRG-6840	29,5	1	unid.	16,63	16,63	:15:00 A	-	#VALOR!	#VALOR!	#VALOF
Córrego Zavuvus	1/19/2021	DTD-3809	29,5	2	unid.	16,34	32,68	:32:00 AN:35:00 A	2:03:00 AM	2,05	0,06	
Córrego Zavuvus	1/19/2021	DTV-5735	29,5	4	unid.	14,00	56,00	:00:00 AN:47:00 A	4:47:00 AM	4,78	0,09	
Córrego Zavuvus	2/1/2021	BTO-9084	29,5	2	unid.	16,77	33,54	:30:00 AN:00:00 PN	7:30:00 AM	7,50	0,22	
Córrego Zavuvus	2/1/2021	CFP-3416	29,5	1	unid.	16,67	16,67	:00:00 PN	-	#VALOR!	#VALOR!	#VALOF
Córrego Zavuvus	2/1/2021	BWZ-2882	29,5	1	unid.	17,76	17,76	:10:00 PN	-	#VALOR!	#VALOR!	#VALOF
Córrego Zavuvus	2/2/2021	CFP-3416	29,5	2	unid.	16,67	33,34	:00:00 AN:10:00 PN	6:10:00 AM	6,17	0,18	
Córrego Zavuvus	2/2/2021	BWZ-2882	29,5	1	unid.	17,76	17,76	:41:00 AN	-	#VALOR!	#VALOR!	#VALOF
Córrego Zavuvus	2/2/2021	BTM-2986	29,5	1	unid.	18,24	18,24	:45:00 AN	-	#VALOR!	#VALOR!	#VALOF
Córrego Zavuvus	2/2/2021	DTD-3809	29,5	2	unid.	16,34	32,68	:30:00 PN:00:00 PN	1:30:00 AM	1,50	0,05	
Córrego Zavuvus	2/3/2021	BWZ-2882	29,5	2	unid.	17,76	35,52	:10:00 AN:00:00 AN	1:50:00 AM	1,83	0,05	
Córrego Zavuvus	2/3/2021	DTD-3809	29,5	2	unid.	16,34	32,68	:30:00 AN:10:00 A	2:40:00 AM	2,67	0,08	
Córrego Zavuvus	2/3/2021	BTO-9084	29,5	2	unid.	16,77	33,54	:00:00 AN:25:00 A	2:25:00 AM	2,42	0,07	
Córrego Zavuvus	2/3/2021	CFP-3416	29,5	4	unid.	16,67	66,68	:20:00 AN:01:00 PN	5:41:00 AM	5,68	0,09	
Córrego Zavuvus	2/4/2021	CFP-3416	29,5	1	unid.	16,67	16,67	:05:00 AN	-	#VALOR!	#VALOR!	#VALOF
Córrego Zavuvus	2/4/2021	BTM-2986	29,5	3	unid.	18,24	54,72	:30:00 AN:45:00 A	3:15:00 AM	3,25	0,06	
Córrego Zavuvus	2/4/2021	DTD-3809	29,5	2	unid.	16,34	32,68	:10:00 AN:00:00 A	2:50:00 AM	2,83	0,09	
Córrego Zavuvus	2/4/2021	CRG-6840	29,5	1	unid.	16,63	16,63	:15:00 A	-	#VALOR!	#VALOR!	#VALOF
Córrego Zavuvus	2/5/2021	BTO-9084	29,5	2	unid.	16,77	33,54	:20:00 AN:40:00 PN	6:20:00 AM	6,33	0,19	
Córrego Zavuvus	2/5/2021	BWZ-2882	29,5	1	unid.	17,76	17,76	:30:00 AN	-	#VALOR!	#VALOR!	#VALOF
Córrego Zavuvus	2/5/2021	CFP-3416	29,5	5	unid.	16,67	83,35	:00:00 AN:10:00 PN	7:10:00 AM	7,17	0,09	
Córrego Zavuvus	2/5/2021	CRG-6840	29,5	1	unid.	16,63	16,63	:1:08:00 A	-	#VALOR!	#VALOR!	#VALOF
Córrego Zavuvus	2/5/2021	DTD-3809	29,5	2	unid.	16,34	32,68	:10:00 PN:25:00 PN	2:15:00 AM	2,25	0,07	
Córrego Zavuvus	2/6/2021	CFP-3416	29,5	1	unid.	16,67	16,67	:10:00 AN	-	#VALOR!	#VALOR!	#VALOF
Córrego Zavuvus	2/6/2021	BWZ-2882	29,5	1	unid.	17,76	17,76	:30:00 AN	-	#VALOR!	#VALOR!	#VALOF
Córrego Zavuvus	2/8/2021	BTO-9084	29,5	1	unid.	16,77	16,77	:00:00 AN	-	#VALOR!	#VALOR!	#VALOF
Córrego Zavuvus	2/8/2021	BWZ-2882	29,5	1	unid.	17,76	17,76	:30:00 AN	-	#VALOR!	#VALOR!	#VALOF
Córrego Zavuvus	2/8/2021	CRG-6840	29,5	2	unid.	16,63	33,26	:00:00 AN:15:00 PN	6:15:00 AM	6,25	0,19	



3. Dimensionamento dos Recursos Necessários

1. Mão de obra necessária:

$$\text{Horas} = \frac{\text{Quantidade de Serviço}}{\text{Produtividade}} = \text{Homens-hora/quantidade de serviço}$$

2. Materiais necessários:

$$\text{Materiais} = \frac{\text{Quantidade de Serviço}}{\text{Consumo unitário + perdas}} = \text{unidade de materiais/quantidade de serviço}$$

3. Equipamentos necessários:

$$\text{Horas de Equipamentos necessários} = \frac{\text{Quantidade de Serviço}}{\text{produtividade operacional} * \text{eficiência} * \text{horas produtivas}}$$

Cuidado

- Produtividade é diferente de Valor Agregado

Gross value added per hour worked, constant prices

Index: 100 = 1947

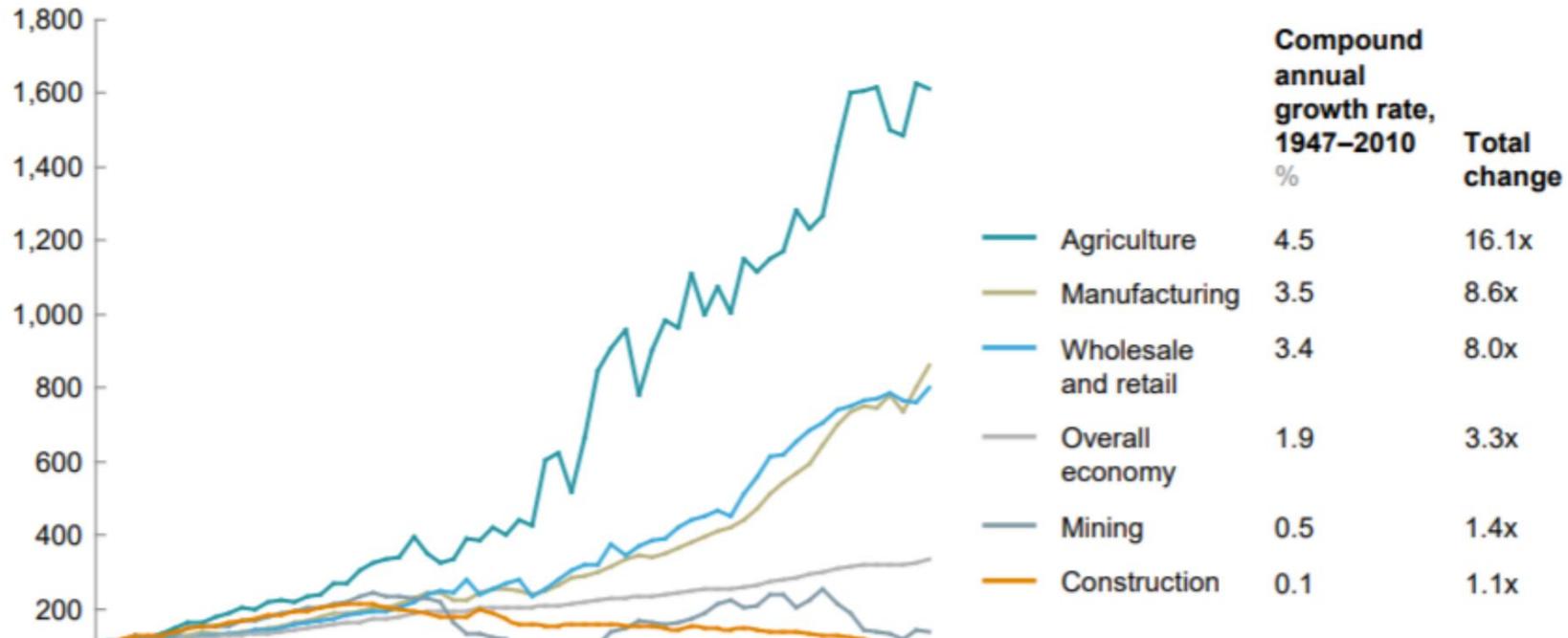


Figura 3.12 – Produtividade do Trabalho : Construção Civil x Diversos Setores

Fonte : MGI (2017)

Cuidado

- Produtividade é diferente de Valor Agregado – depende da área

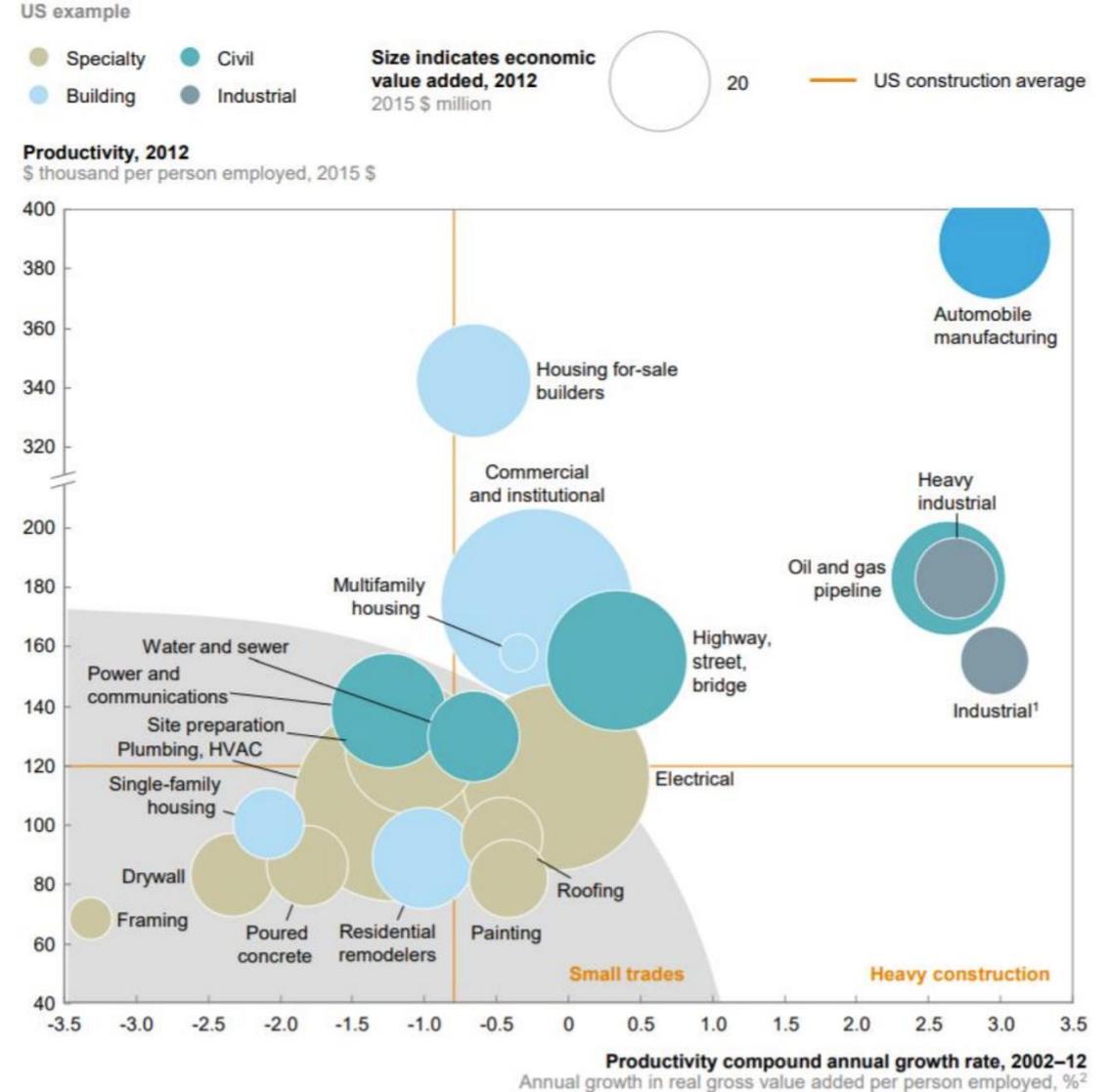
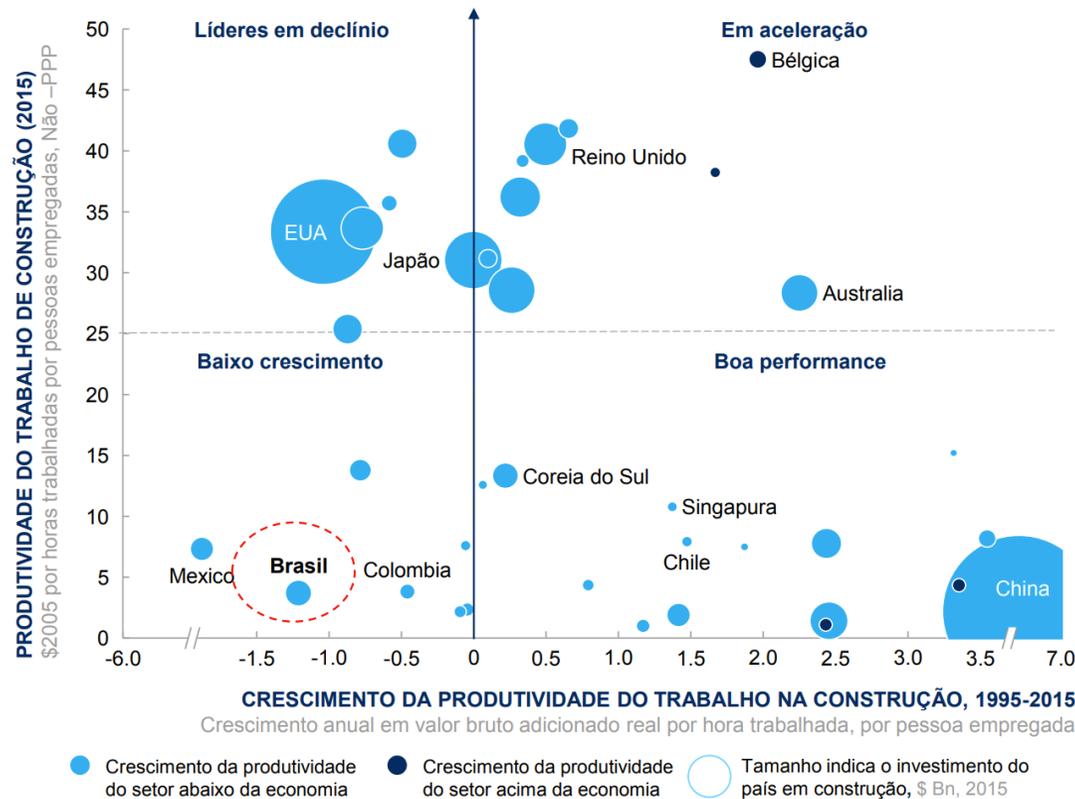


Figura 3.13 – Produtividade Total dos Subgrupos da Construção Civil
Fonte : MGI (2017)

■ Produtividade é diferente de Valor Agregado – depende da área

O Brasil apresenta baixa produtividade do trabalho em construção, o que torna os investimentos em infraestrutura menos eficientes



Motivos principais para baixa produtividade do Brasil

Condições estruturais

- Leis trabalhistas historicamente pouco flexíveis
- Baixa capacitação da mão de obra e "brecha de habilidades" (falta de alinhamento entre necessidades do mercado e conhecimento obtido nas escolas)
- Excesso de burocracia, resultando em altos níveis de informalidade
- Barreiras à entrada de empresas internacionais, ocasionando baixa competitividade

Condições de mercado de construção

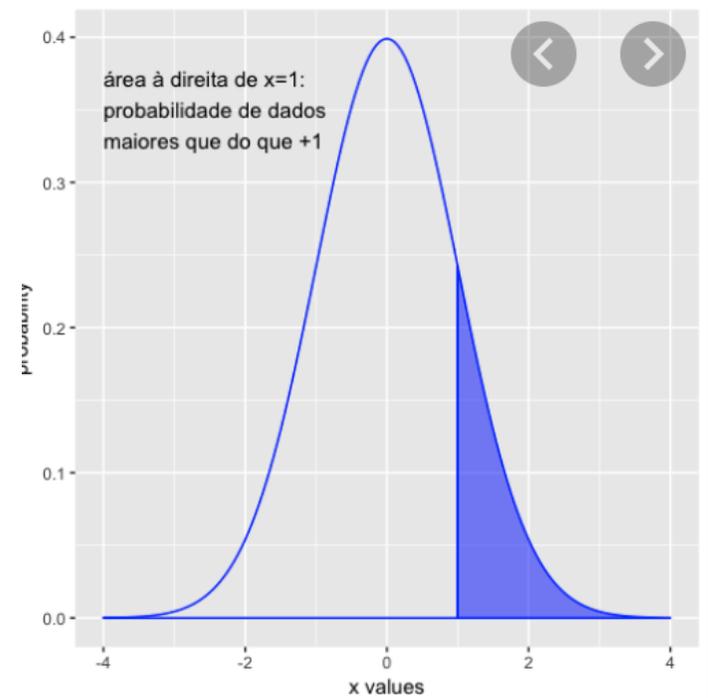
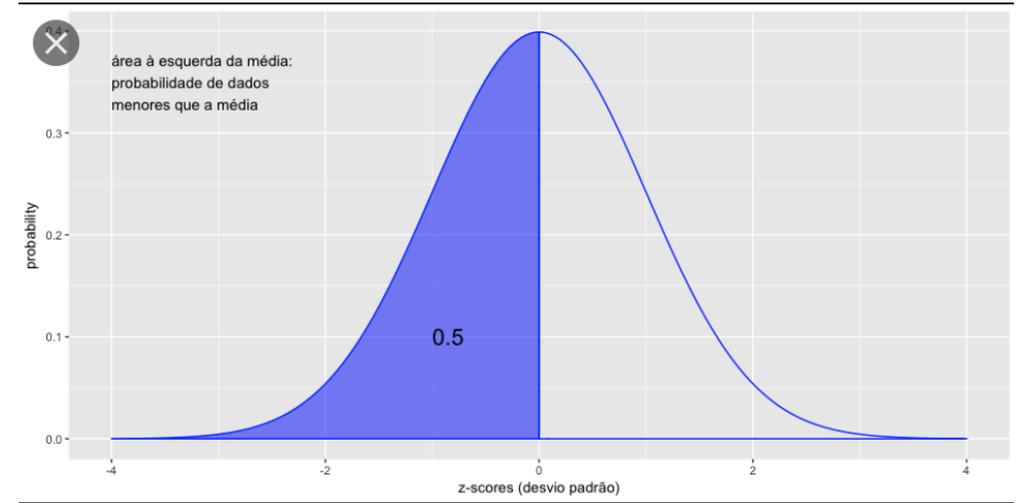
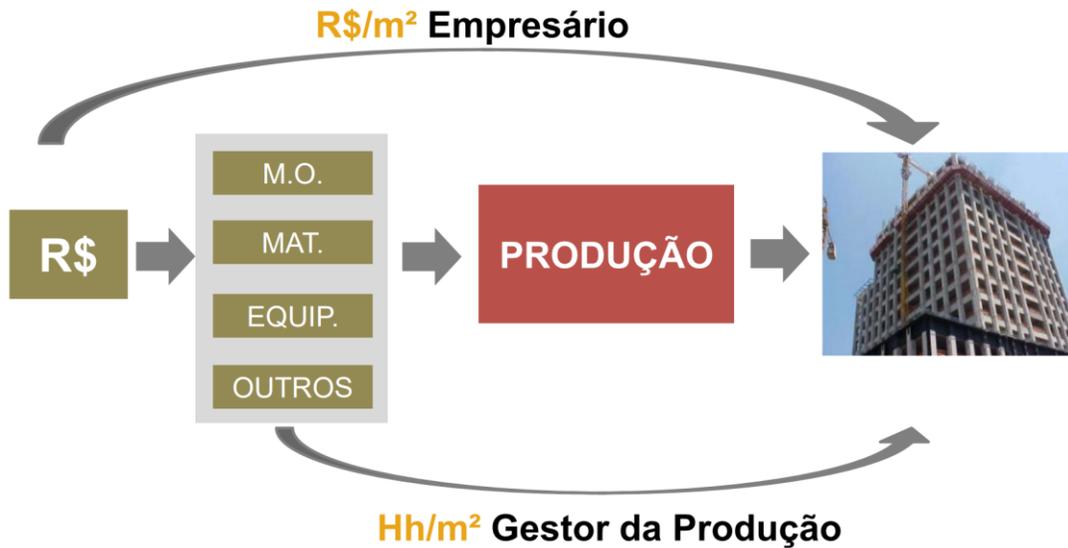
- Baixa produtividade brasileira da construção pode ser explicada por 3 lentes diferentes:
 - Tendências de demanda
 - Governo e ambiente regulatório
 - Acesso à tecnologia

Last Modified: 25/04/2019 08:10 E: South America Standard Time Printed: 09/04/2019 16:51 E: South America Standard Time

Qual Número deve ser considerado

- Contratante : valor possível
- Executor: controle de produção e estabelecimento de metas

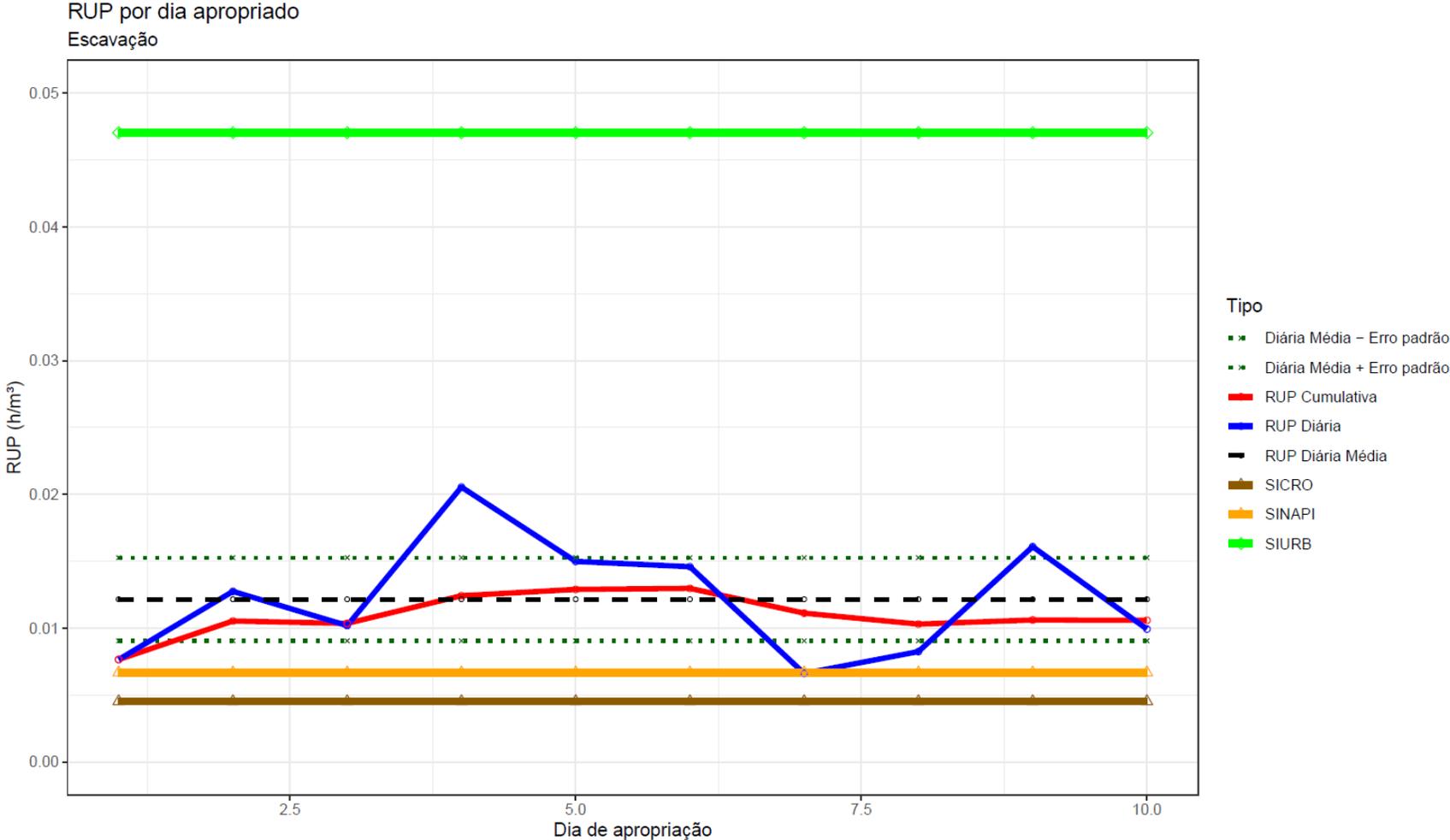
VISÃO EM DIFERENTES NÍVEIS CONSTRUTORA



Fase 2– Apropriações em campo

Córrego Aricanduva

Escavação Mecanizada



Apropriações em campo

DIAS	Nº Func.	Homem-Hora	Homem-Hora Acumulada	Peso (Kg)	Peso (Kg) Acumulado	RUP Diária
1	6	54,00	54,00	1.087,04	1.087,04	0,050
2	6	54,00	108,00	709,76	1.796,80	0,076
3	6	54,00	162,00	809,52	2.606,32	0,067
4	7	63,00	225,00	639,83	3.246,15	0,098
5	7	63,00	288,00	1.547,00	4.793,14	0,041
6	7	41,00	329,00	876,19	5.669,33	0,047
7	7	63,00	392,00	582,78	6.252,11	0,108
8	7	63,00	455,00	828,67	7.080,78	0,076
9	6	53,00	508,00	1.356,54	8.437,32	0,039
10	6	30,00	538,00	287,58	8.724,90	0,104
11	7	63,00	601,00	1.037,85	9.762,75	0,061
12	7	63,50	664,50	1.082,13	10.844,88	0,059
13	5	45,00	709,50	1.288,35	12.133,23	0,035
14	7	63,00	772,50	1.097,71	13.230,94	0,057
15	7	56,00	828,50	654,70	13.885,64	0,086
16	3	24,00	852,50	467,76	14.353,40	0,051
17	7	63,00	915,50	565,98	14.919,39	0,111
18	7	63,00	978,50	555,69	15.475,08	0,113
19	7	63,00	1.041,50	705,95	16.181,02	0,089
20	7	63,00	1.104,50	656,01	16.837,03	0,096
21	6	48,00	1.152,50	988,12	17.825,15	0,049
22	7	63,00	1.215,50	1.064,79	18.889,94	0,059
23	7	35,00	1.250,50	554,31	19.444,25	0,063
24	6	54,00	1.304,50	598,96	20.043,21	0,090
25	6	54,00	1.358,50	607,48	20.650,69	0,089
26	6	54,00	1.412,50	714,00	21.364,69	0,076
27	7	35,00	1.447,50	254,08	21.618,77	0,138
28	6	59,50	1.507,00	1.356,54	22.975,32	0,044
29	7	63,00	1.563,00	721,50	23.696,82	0,087
30	7	63,00	1.626,00	678,48	24.375,30	0,093
31	6	60,00	1.686,00	1.109,37	25.484,67	0,054
32	7	56,00	1.742,00	787,96	26.272,63	0,071

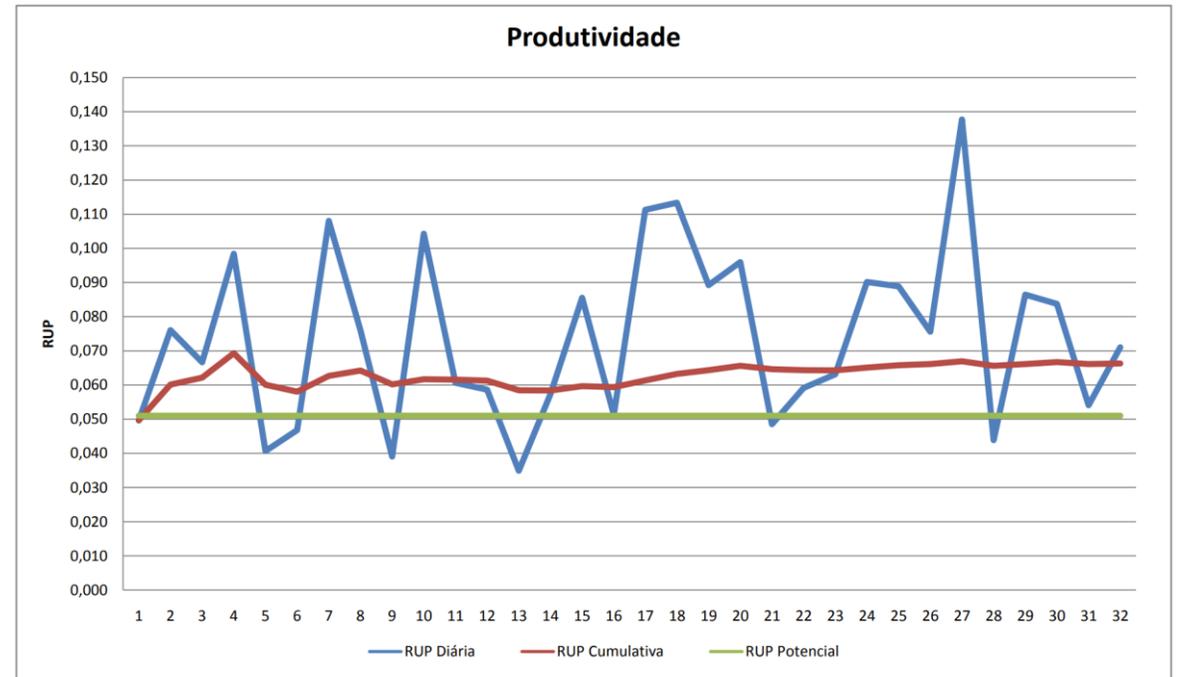
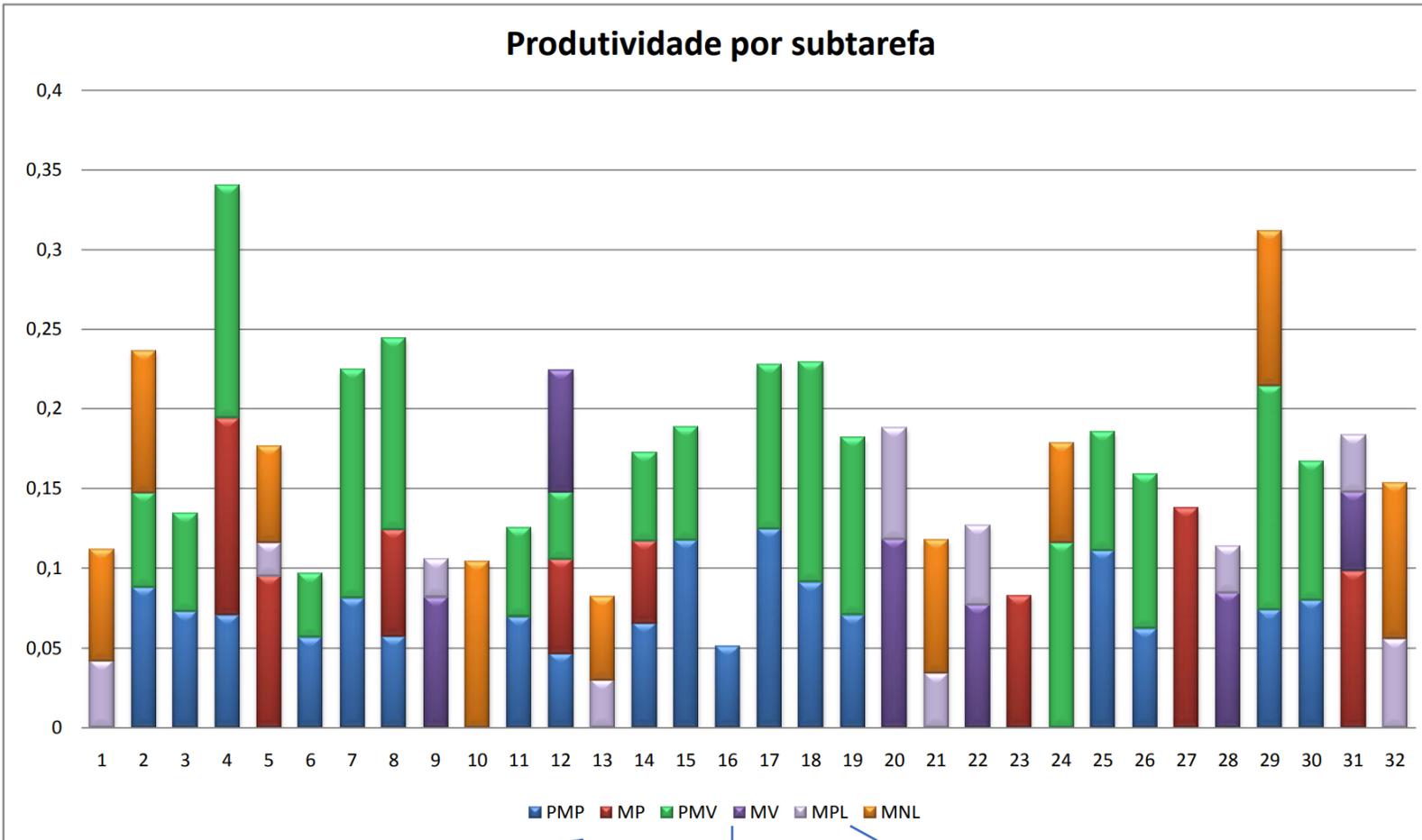


Figura 4.16 – Gráfico de RUPs do serviço de armação



Apropriações em campo

Produtividade por subtarefa



Pilares

Vigas

Lajes

- O serviço é composto por uma série de tarefas.
- Premissas:
 - horas disponíveis
 - consumos reais x teóricos

Fatores que Influenciam na Produtividade



Figura 7. Variação da produtividade no serviço de concretagem



Figura 8. Variação da produtividade no serviço de fôrmas

Cuidado

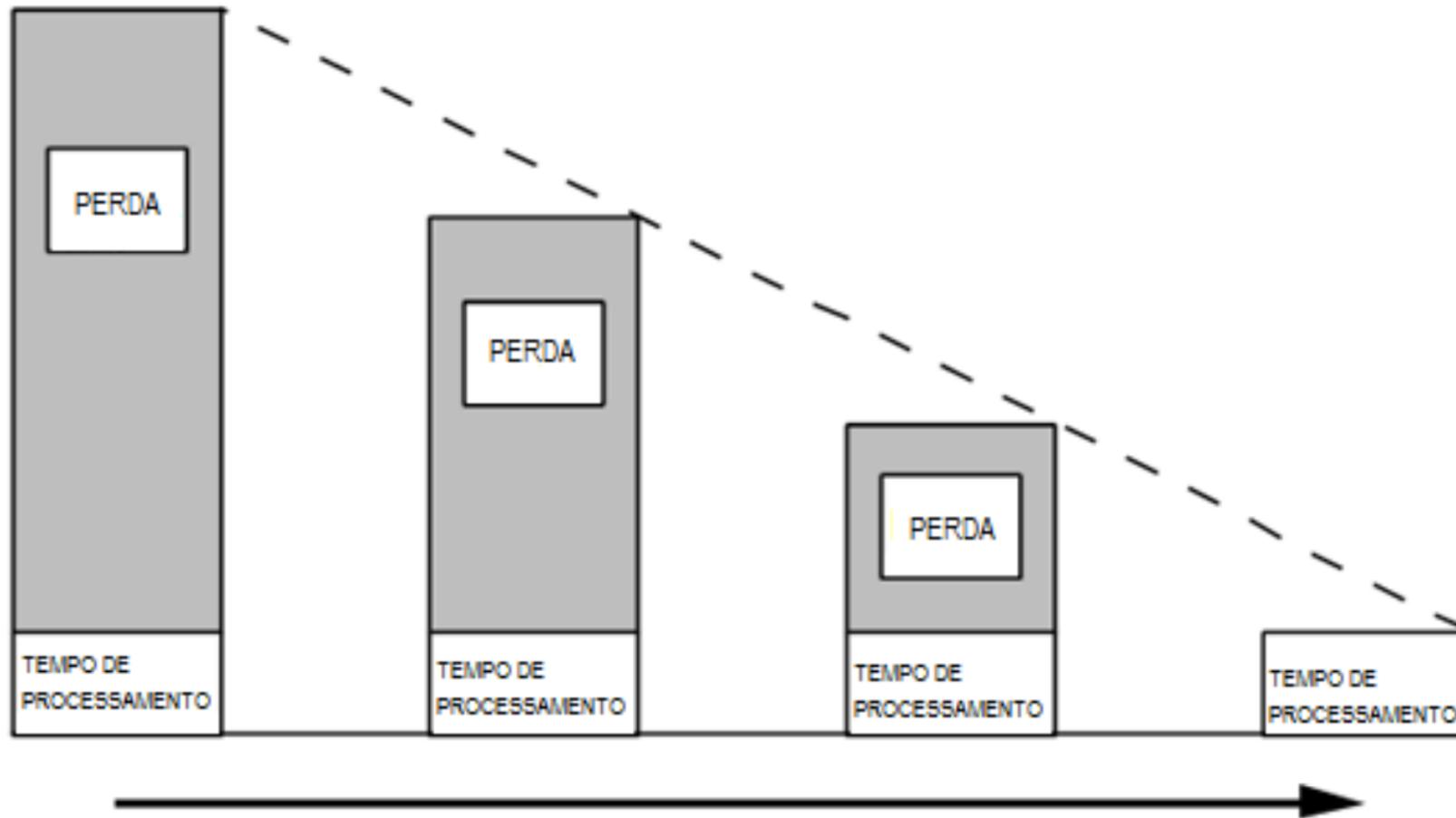


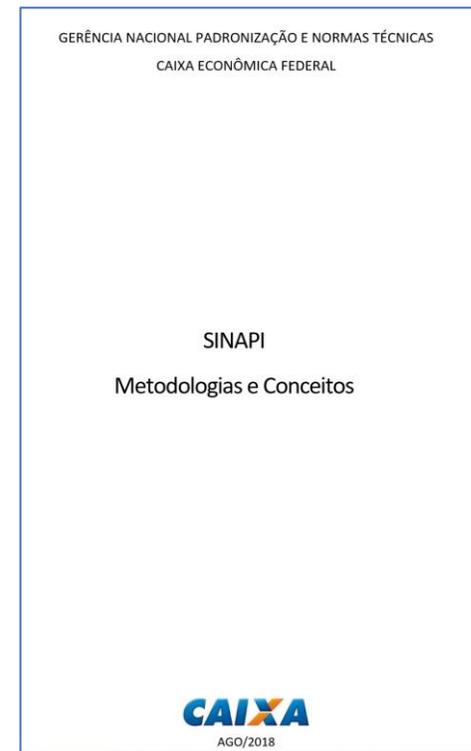
Figura 2.4 – O tempo de ciclo pode ser progressivamente reduzido pela eliminação de atividades que não agregam valor e pela redução de variabilidade (adaptado de BERLINER & BRIMSON, 1988 *apud* KOSKELA, 1992)

3. Dimensionamento dos Recursos Necessários

i. Qual referência usar?

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.PARE.ALVE.001/01	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 9X19X39CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M2 SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	M²
Código SIPC	87447	
Vigência: 06/2014		Última atualização: 02/2015

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,7200
C	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3600
I	650	BLOCO VEDAÇÃO CONCRETO 9 X 19 X 39CM (CLASSE C – NBR 6136)	UN	13,5000
C	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M3	0,0088
I	34557	TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	M	0,7850
I	37395	PINO DE AÇO COM FURO, HASTE = 27 MM (AÇÃO DIRETA)	CENTO	0,0094



Companhia de Saneamento do Paraná - Sanepar		Página	1/76
USAQ - Coordenação de Administração e Preço		Referência: Jun19 MOS44id v00	
Tabela de Preços Unitários Compostos			
Código	Descrição	Unid.	Val. Unitário
01	CANTERO DE OBRAS		
01.01	CONSTRUÇÃO DO CANTERO		
010101	Escritório	m2	450,06
010102	Aluguel	m2	340,11
010103	Refeitório	m2	415,62
010104	Barracão fechado para materiais	m2	247,88
010105	Barracão aberto	m2	115,37
010106	Sanitário isolado	m2	481,11
010107	Chuveiro isolado	m2	409,46
01.02	ABASTECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA		
010201	Entrada provisória de energia trifásica 70A	ud	1.463,31
01.03	ABASTECIMENTO DE ÁGUA		
010301	Entrada provisória de água	ud	196,68
010302	Poço freático sem revestimento	m	312,28
010303	Poço freático com revestimento com tijolos não rejuntado	m	392,47
010304	Poço freático com revestimento com tijolos rejuntado	m	535,99
01.04	PROTEÇÃO DA ÁREA		
010401	Cerca provisória de arame farpado	m	37,44
010402	Tapume de tubas contínuas	m	110,49
010403	Tapume de chapas de madeira compensada	m	83,81
01.05	PLACA DE OBRA		
010501	Em chapa preta	m2	372,84
02	SERVIÇOS TÉCNICOS		
02.01	TOPOGRAFIA E GEODÉSIA - SERVIÇOS		
020101	Cadastro de unidade existente	m2	1,94
020102	Cadastro de poço de visita e tubulação existente - espura	ud	124,61
020103	Cadastro de poço de visita e tubulação existente - concentrada	ud	74,94
020104	Locação de furo de sondagem	ud	30,46
020105	Transporte de Altimetria (Cota) extensão <= 2 km	Km	392,51
020106	Transporte de Altimetria (Cota) 2 km < extensão <= 10 km	Km	235,51
020107	Transporte de Altimetria (Cota) 10 km < extensão	Km	157,00
020108	Lev. Planialtimétrico Cadastral de área: 0,00 m2 < área <= 1.000 m	m2	0,77
020109	Lev. Planialtimétrico Cadastral de área: 1.000 m2 < área <= 20.000 m	m2	0,16
020110	Lev. Planialtimétrico Cadastral de área: 20.000 m2 < área	m2	0,07
020111	Loc. e nivelamento de linha (levantamento planialtimétrico de faixa) - para projeto de ég	Km	1.196,09
020112	Loc. e nivelamento de linha (levantamento planialtimétrico de faixa) - para projeto de esg	Km	2.047,55
020113	Levantamento planialtimétrico cadastral de faixa	km	577,06
020114	Levantamento Planialtimétrico Cadastral de Área: 0,00 m2 < área <= 1.000 m	m2	0,30
020115	Levantamento Planialtimétrico Cadastral de Área: 1.000 m2 < área <= 20.000 m	m2	0,05
020116	Levantamento Planialtimétrico Cadastral de Área: 20.000 m2 < área	m2	0,03
020117	Seção Batimétrica - seca	m	2,05
020118	Seção Batimétrica - molhada	m	7,12
020119	Locação e levantamento planialtimétrico de seções topográficas	Km	2.596,49
020120	Locação, demarcação e levantamento de Curva de Nível	Km	845,61
020121	Locação de linha	Km	2.131,37
020122	Mapa cadastral	km2	342,68
020123	Mapa altimétrico	km2	2.001,75
020124	Mapa altimétrico cadastral	km2	2.491,31
020125	Mapa planialtimétrico cadastral	km2	3.004,16
UnMax - SanMax			06/1/2019

Quais as ineficiências estão consideradas nas diversas tabelas?

3. Dimensionamento dos Recursos Necessários

i. Qual referência usar?

	Hora (Sinapi - 95990)	Horas (Siurb – 05-28-00)	Improdutividade
ROLO COMPACTADOR VIBRATORIO	0,112	0,1388	23%
VIBROACABADORA DE ASFALTO SOBRE ESTEIRAS	0,077	0,1388	80%
CAMINHÃO BASCULANTE 10 M3	0,077	0,1388	80%
ROLO COMPACTADOR DE PNEUS	0,058	0,1388	140%

Serviço Revestimento com CBUQ sem transporte e apresentados na tabela abaixo para a execução de 1m³.

3. Dimensionamento dos Recursos Necessários

ii. Como considerar as perdas e as improdutividades?

iii. O que fazer se não existir o serviço na tabela que será executado?

iv. Como considerar as especificidades da minha obra?

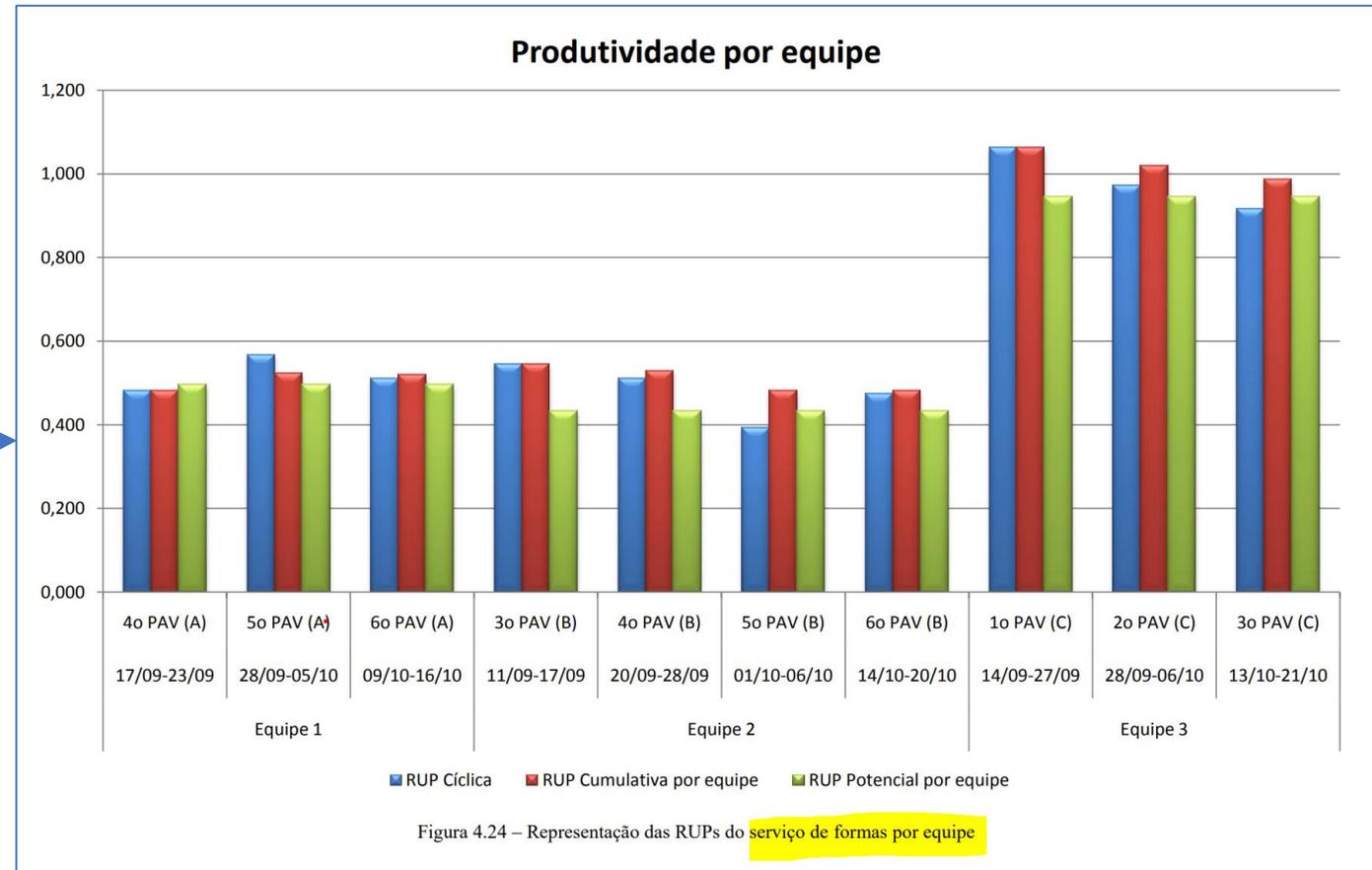
v. Se os editais já trazem o preço de referência da obra (quantidade X preço unitário), como as empresas devem mostrar suas propostas?

Tabela 5 – Composição de Serviços – Concreto 40 Mpa

COMPOSIÇÃO DE SERVIÇO				UNID
Concreto estrutural usinado FCK=40 MPA, com bombeamento				M3
RECURSOS DA COMPOSIÇÃO	UNID	COEF.	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Ferramentas	%	3,000000	0,26	0,79
Grupo: A – EQUIPAMENTO				0,79
Custo agregado à mão-de-obra	H	3,600005	5,10	18,36
Encargos Sociais	%	125,000000	0,26	32,74
Servente	H	2,000000	6,57	13,14
Pedreiro	H	1,500000	7,03	10,55
Encarregado Civil	H	0,100005	25,09	2,51
Grupo: B - MÃO DE OBRA				77,30
Cimento portland CP 32 – IV	KG	2,500000	0,38	0,95
Taxa de bombeamento	M3	1,030000	25,00	25,75
Usinagem DMT=3,00km	M3	1,030000	14,40	14,83
Material Concreto 40Mpa	M3	1,030000	246,58	253,98
Grupo: E – MATERIAIS				295,51
CUSTO DIRETO:				373,59
BDI (0%)				0,00
TOTAL (CUSTO DIRETO + B.D.I)				373,59

3. Dimensionamento dos Recursos Necessários

- *RUP diária: consumo diário de recursos humanos por quantidade de serviço*
- *RUP cumulativa: Somatório dos recursos Humanos por quantidade de serviços*
- *RUP potencial: mediana dos valores de RUPdiária inferior a RUPcumulativa*



3. Dimensionamento dos Recursos Necessários

Dia	Quant. serviço (m ²)	Hh	RUPd (Hh/m ²)
1	120	80	0,67
2	120	80	0,67
3	120	80	0,67
4	60	64	1,07
5	70	72	1,03
6	150	88	0,59
7	120	88	0,73
8	100	64	0,64
9	70	72	1,03
10	80	80	1,00
11	30	80	2,67
12	80	72	0,90
13	80	80	1,00
14	80	72	0,90
15	50	80	1,60
16	30	72	2,40
17	50	80	1,60
18	120	72	0,60
19	130	72	0,55
20	115	72	0,63
21	100	72	0,72
22	100	72	0,72
23	50	72	1,44
24	110	72	0,65
25	110	72	0,65
26	100	72	0,72
27	100	72	0,72
28	100	72	0,72

O que considerar para essa obra?

Se a produtividade no cronograma foi de 0,80 Hh/m² de forma, essa obra está ok?

3. Dimensionamento dos Recursos Necessários

Dia	Quant. serviço (m2)	Hh	RUPd (Hh/m2)	Quant. cum (m2)	Hh cum	RUP cum (Hh/m2)	RUP pot (Hh/m2)
1	120	80	0,67	120	80	0,67	0,73
2	120	80	0,67	240	160	0,67	
3	120	80	0,67	360	240	0,67	
4	60	64	1,07	420	304	0,72	
5	70	72	1,03	490	376	0,77	
6	150	88	0,59	640	464	0,73	
7	120	88	0,73	760	552	0,73	
8	100	64	0,64	860	616	0,72	
9	70	72	1,03	930	688	0,74	
10	80	80	1,00	1010	768	0,76	
11	30	80	2,67	1040	848	0,82	
12	80	72	0,90	1120	920	0,82	
13	80	80	1,00	1200	1000	0,83	
14	80	72	0,90	1280	1072	0,84	
15	50	80	1,60	1330	1152	0,87	
16	30	72	2,40	1360	1224	0,90	
17	50	80	1,60	1410	1304	0,92	
18	120	72	0,60	1530	1376	0,90	
19	130	72	0,55	1660	1448	0,87	
20	115	72	0,63	1775	1520	0,86	
21	100	72	0,72	1875	1592	0,85	
22	100	72	0,72	1975	1664	0,84	
23	50	72	1,44	2025	1736	0,86	
24	110	72	0,65	2135	1808	0,85	
25	110	72	0,65	2245	1880	0,84	
26	100	72	0,72	2345	1952	0,83	
27	100	72	0,72	2445	2024	0,83	
28	100	72	0,72	2545	2096	0,83	

O que considerar para essa obra

3. Dimensionamento dos Recursos Necessários

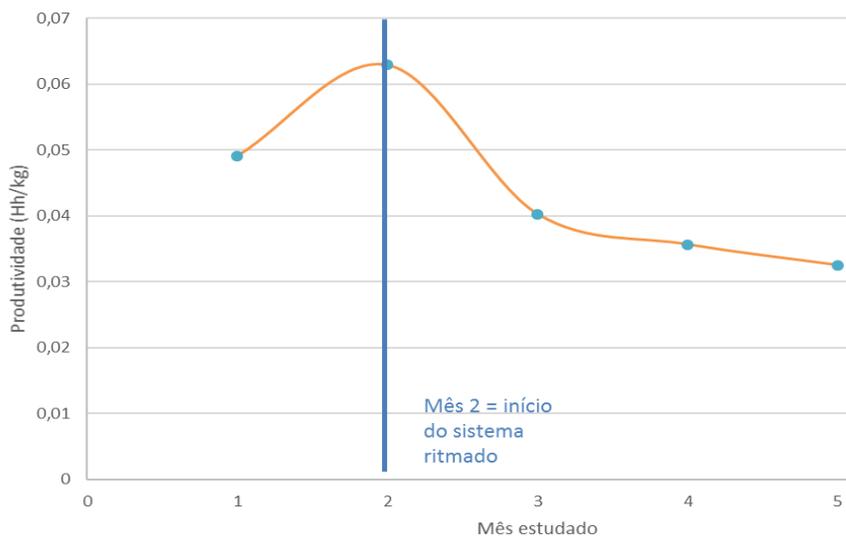
dias	Obra A		Obra B	
	Quantidade de Serviço (m2)	Hh	Quantidade de Serviço (m2)	Hh
1	36	80	400	160
2	74	80	400	160
3	120	80	540	154
4	60	64	100	160
5	70	72	80	130
6	150	88	550	130
7	120	88	550	130
8	100	64	550	130
9	70	72	60	121
10	80	80	400	130
11	30	80	250	130
12	30	80	200	100
13	140	80	200	100
14	120	80	120	100
15	130	80	120	100
16	150	80	120	100
17	150	80	120	100

Qual das obras é mais eficiente na gestão da mão de obra?

Se a RUP de projeto foi $0,50\text{Hh}/\text{m}^2$ de forma, qual delas precisa de uma ação rápida?

3. Organização Gerencial

Avanço mensal da Produtividade na Armação (Hh/ kg)



Aderência ao Planejamento de Concretagem de Estruturas de Concreto Moldadas In-Loco

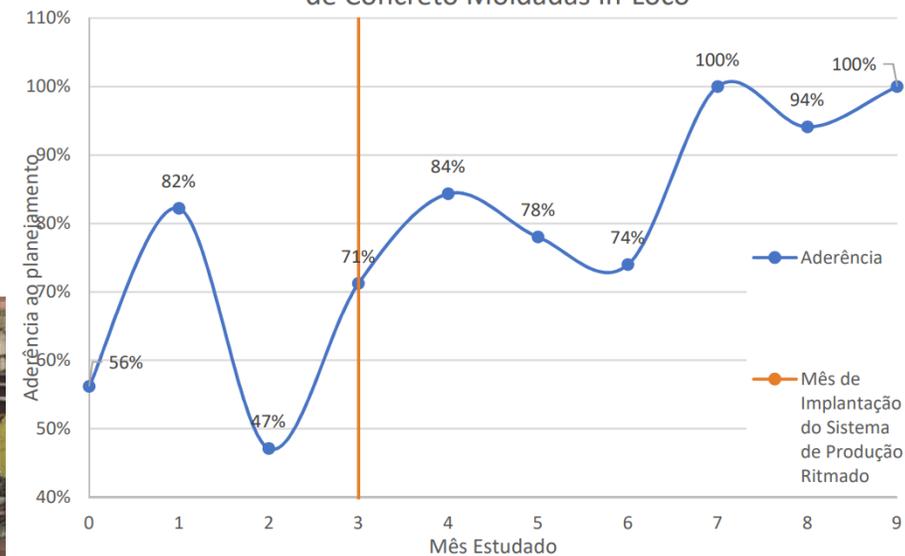


Figura 33 - Vista aérea do canteiro de obra, com estoques de aço próximos aos pontos de patola dos guindastes



3. Dimensionamento dos Recursos Necessários

Tabela 4.2: Condições de Trabalho

	Condições Leves	Condições Médias	Condições Pesadas
Escavação e Carga	<ul style="list-style-type: none"> • Camada de solo superficial. • Materiais de baixa densidade. • Argila com baixo teor de umidade. • Material retirado de pilhas. • Operação de lâmina em aterro solto. • Reboque de “scrapers” (trator de esteira). • Espalhamento e nivelamento de materiais. • Valetamento em solo leve até 2m de profundidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Argila arenosa. • Argila com alguma umidade. • Mistura de solos diferentes como areia e cascalho fino. • Execução de aterros (trator de esteiras). • Carregamento em rocha bem fragmentada. • Valetamento em solo médio a pesado até 3,00m de profundidade. • Escavação em barranco de material facilmente penetrável. • Material bem escarificado. • Desmatamentos. • Unidades carregando em terreno nivelado (“scrapers”). 	<ul style="list-style-type: none"> • Pedras frequentes ou afloramento de rochas. • Cascalho grosso (sem finos). • Escarificação pesada em rocha. • Trabalho em pedreiras. • Carregamento em solos compactados como xisto argiloso, cascalho consolidado, etc. • Valetamento em profundidades superiores a 3m. • Carregamento em rocha escarificada (para “scrapers”). • Restrições no comprimento ou largura em função da operação.
	Condições Leves	Condições Médias	Condições Pesadas
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Superfícies com apoio total às sapatas e baixo teor de areia. • Superfícies firmes, sem material solto. • Superfícies conservadas por motoniveladoras. • Estradas de curvas moderadas • Resistência ao rolamento menor que 4% (*). <p>(*) Rr – Resistência ao rolamento Rr = kg de força necessário / peso do veículo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Distâncias irregulares (longas e curtas). • Aclives declives constantes. • Resistência ao rolamento entre 4% a 7%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deslocamento contínuo em terreno rochoso. • Piso úmido ou irregular. • Frequentes aclives. • Piso de areia fofa e seca sem aglutinante ou com pedras soltas e lamelares. • Resistência ao rolamento maior que 7%.

$$CHP = D + J + M + CMAT + CMOB$$

Onde: **CHP – Custo Horário Produtivo;**

D – Depreciação por disponibilidade;

J – Juros por disponibilidade;

M – Manutenção;

CMAT – Custos com materiais na operação;

CMOB – Custos com mão de obra na operação (diurna ou noturna).

$$CHI = D + J + CMOB$$

Onde: **CHI – Custo Horário Improdutivo;**

D – Depreciação por disponibilidade;

J – Juros;

CMOB – Custos com mão de obra na operação (diurna ou noturna).

3. Dimensionamento dos Recursos Necessários

Exemplo 2:

Calcular o custo do transporte comercial (y) em caminhão basculante de 12 m³, adotando-se a velocidade média de 20 km/h, sabendo-se que a distância a ser percorrida é igual a 25 km.

$$y = C \div P$$

Custo Horário: R\$ 67,59 (Quadro 13, capítulo 6)

$$P = (60 \times c \times E) \div [60 \times (2X \div V)]$$

$$P = (60 \times 12 \times 0,8333) \div [60 \times (2 \times 25 \div 20)] =$$

$$P = 600 \div 150$$

$$P = 4,0 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Logo o custo do transporte solicitado é:

$$y = \text{R\$ } 67,59 \div 4,0$$

$$y = \text{R\$ } 16,90 \text{ por m}^3$$

ou ainda, considerando-se o custo da viagem (com carga máxima de 12 m³), temos que o custo do transporte é:

$$\text{R\$ } 16,90 \text{ por m}^3 \times 12 \text{ m}^3$$

$$\text{R\$ } 202,80 \text{ por viagem}$$

8.5.1 Cálculo da produção horária dos veículos transportadores

$$P = (60 \times c \times E) \div [60 \times (2X \div V) + T]$$

onde:

P = produção em m³/h ou t/h;

c = capacidade de carga do veículo em m³ ou t;

E = eficiência de operação, admitindo-se como sendo igual a 50/60 da hora;

X = distância de transporte em km;

V = velocidade em km/h;

T = tempo de espera, adotando-se, em geral, como sendo igual a 5 minutos.

TIPO DE RODOVIA	VELOCIDADE
Pavimentada	45 km /h
Revestimento Primário	35 km /h
Caminho de Serviço	15 km /h

URBANIZAÇÃO	VELOCIDADE
Muito Densa	25 km /h
Densa	30 km /h
Pouco Densa	35 km /h

Estudo de Caso



(a)



(b)

	Obra 1	Obra 2
Valor da Licitação	R\$ 1.164.458,85	R\$ 366.399,50
Valor de Contrato	R\$ 872.489,29	R\$ 366.399,45
Valores Aditados	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Valores Suprimidos	R\$ 47.669,99	R\$ 0,00
Valor Total	R\$ 824.819,30	R\$ 366.399,45
Data de Início	Outubro de 2013	Março de 2014
Data Término	Dezembro de 2015	Setembro de 2014



Artigo submetido ao Curso de Engenharia Civil da UNESC - como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil



ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS DE PONTES UTILIZANDO OS REFERENCIAIS DE PREÇOS SICRO II, DEINFRA E SINAPI

Gustavo Marcos de March (1); Mônica Elizabeth Daré (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)gustavo.demarch@gmail.com;(2)daré@terra.com.br

Estudo de Caso

i. Qual referência usar?

Tipo de Estrutura	Concreto Armado/ Protendido	Concreto Armado
Extensão	62,55 m	18,00 m
Largura	6,70 m	9,50 m
Área Total (m ²)	419,09 m ²	171,00 m ²
Local da Obra	Forquilha/SC	Rio das Antas/SC
Quantidade de vãos	3	2
Tipo de Vigas	Pré-moldadas e protendidas	In Loco
Quantidade de vigas	21	4



Estudo de Caso

i. Qual referência usar?

“... preços unitários publicados não apresentavam todos os serviços necessários para a conclusão do orçamento de cada obra.”

REF. DE CPU's	REF DE CPU's IMPORT.	OBRA 1				OBRA 2			
		QUANT. SERV. UTIL.	%	VALOR	%	QUANT. SERV. UTIL.	%	VALOR	%
SICRO II	DEINFRA	0	0,00%	R\$ -	0,00%	0	0,00%	R\$ -	0,00%
	SINAPI	7	25,93%	R\$ 47.097,10	4,46%	5	13,51%	R\$ 20.425,49	5,56%
	EMPRESA	1	3,70%	R\$ 93.450,00	8,85%	1	2,70%	R\$ 7.798,89	2,12%
	Sub Total	8	29,63%	R\$ 140.547,10	13,31%	6	16,22%	R\$ 28.224,38	7,68%
	SICRO II	19	70,37%	R\$ 1.051.300,16	88,21%	31	83,78%	R\$ 339.164,32	92,32%
	TOTAL	27	100,00%	R\$ 1.191.847,26	100,00%	37	100,00%	R\$ 367.388,70	100,00%
DEINFRA	SICRO II	5	18,52%	R\$ 400.134,77	37,89%	8	21,62%	R\$ 34.382,48	8,11%
	SINAPI	7	25,93%	R\$ 47.097,10	4,46%	5	13,51%	R\$ 19.691,85	4,64%
	EMPRESA	1	3,70%	R\$ 93.450,00	8,85%	1	2,70%	R\$ 7.798,89	1,84%
	Sub Total	13	48,15%	R\$ 540.681,87	51,20%	14	37,84%	R\$ 61.873,22	14,59%
	TOTAL	27	100,00%	R\$ 1.056.092,51	100,00%	37	100,00%	R\$ 424.148,67	100,00%
SINAPI	SICRO II	10	37,04%	R\$ 736.438,60	60,31%	5	13,51%	R\$ 42.046,39	11,32%
	DEINFRA	0	0,00%	R\$ -	0,00%	0	0,00%	R\$ -	0,00%
	EMPRESA	1	3,70%	R\$ 93.450,00	7,65%	1	2,70%	R\$ 7.798,89	2,10%
	Sub Total	11	40,74%	R\$ 829.888,60	67,96%	6	16,22%	R\$ 49.845,28	13,42%
	TOTAL	27	100,00%	R\$ 1.221.111,11	100,00%	37	100,00%	R\$ 371.363,36	100,00%

Fonte: Autor (2017).

Dimensionamento dos recursos

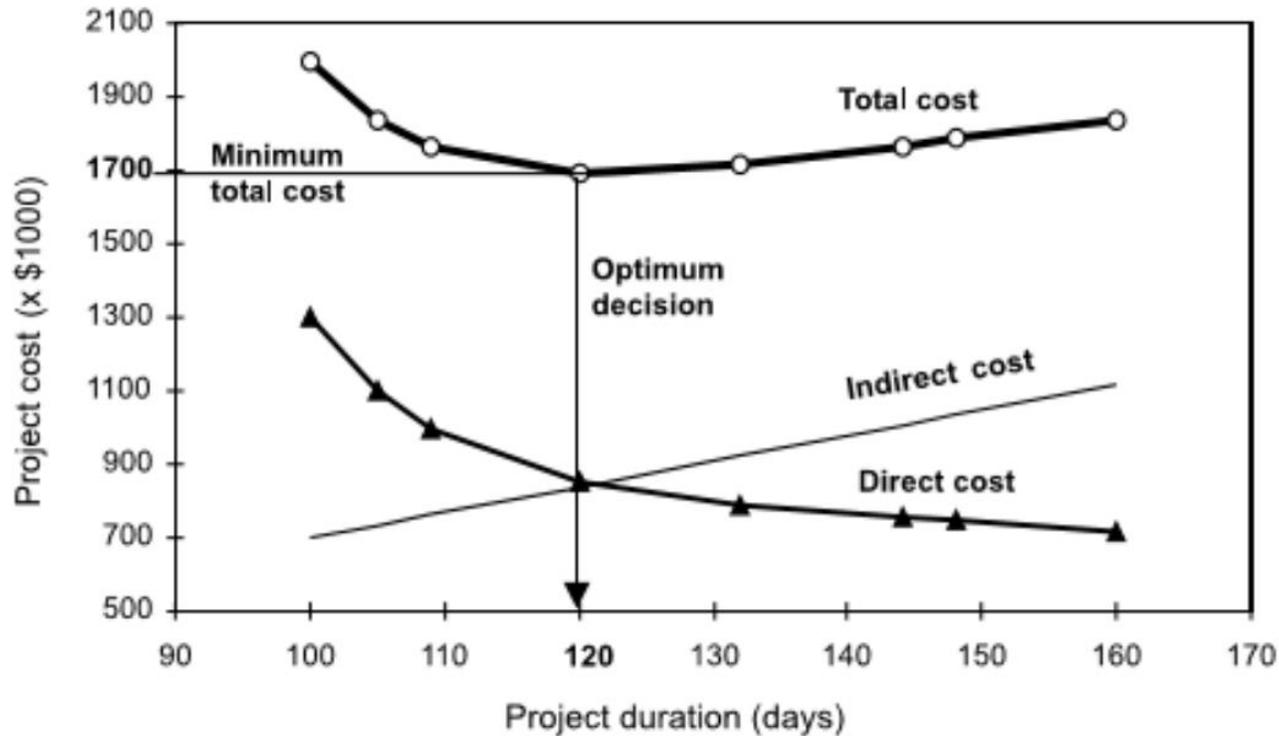
Independente do tempo

dependente do tempo

$$Custo = \sum_{i=1}^n \text{Custos Diretos} + \sum_{i=1}^n \text{Custos Indiretos}$$

$$Venda = \left(\sum_{i=1}^n \text{Custos Diretos} + \sum_{i=1}^n \text{Custos Indiretos} \right) \times BDI$$

Dimensionamento dos recursos



Na abordagem mais moderna há um prazo ótimo em que se obtém os menores custos totais.

Genericamente, quanto mais rápida for uma obra menor será seu custo total

Figura 6 – Relacionamento típico entre custos x prazos. Fonte: Hagazey (1999)

Dimensionamento dos recursos

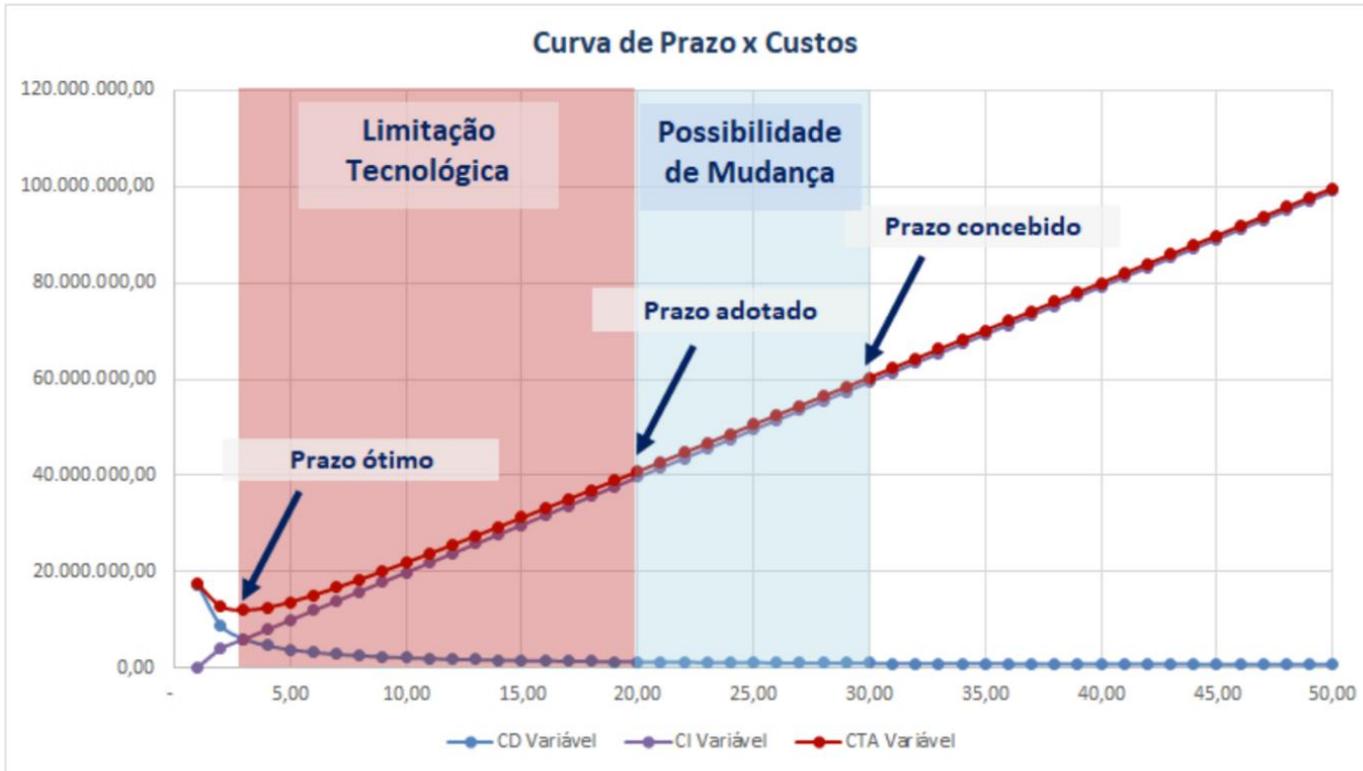


Figura 12 – Curva de determinação de prazo ótimo (apenas custos variáveis) – Zonas dos projetos

$$CT_t = (MO'_o + Mat'_o + Eq'_o + CI'_o) + \left(KRS \frac{M'_t}{t} (A + B) + \frac{Eq'_t}{t} (C) + KRS \frac{M'_t}{t} (D + E + F) + CI'_t \times t \right) \quad (12)$$

Onde:

MO'_o – Custos totais de MO Direta sem considerar aspectos variáveis no prazo
 Mat'_o – Custos totais de Mat Diretos sem considerar aspectos variáveis no prazo
 Eq'_o – Custos totais de Equip Diretos sem considerar aspectos variáveis no prazo

$$t_{\text{ótimo}} = \sqrt{\frac{KRS M'_t (A + D + E + F) + Eq'_t (C)}{CI'_t}} \quad (18)$$

Tabela 9 – Indicadores da Equação de Prazo Ótimo

Item	Descrição
A	Custo Rescisões
C	Custo Mobilização Equipamentos
D	Custo Canteiro de Obras
E	Custos QSMS, treinamentos
F	Custos EPI + Exames médicos
R	Índice de Rotatividade de MO
S	Percentual de MO não subcontratada
K	Fator majorador de pico

Fase 2 – Apropriações em campo

Córrego Aricanduva Lote 2

Serviços em execução:

- Escavação Mecanizada
- Remoção de terra além do 1º Km
- Concretagem de Laje e rampa
- Tirante em parede diafragma
- Solo Grampeado
- Armação
- Fôrma
- Dreno Horizontal Profundo (DHP)

Apropriação de mão de obra:



Aproximadamente 2.500 horas

Apropriação de Equipamentos:



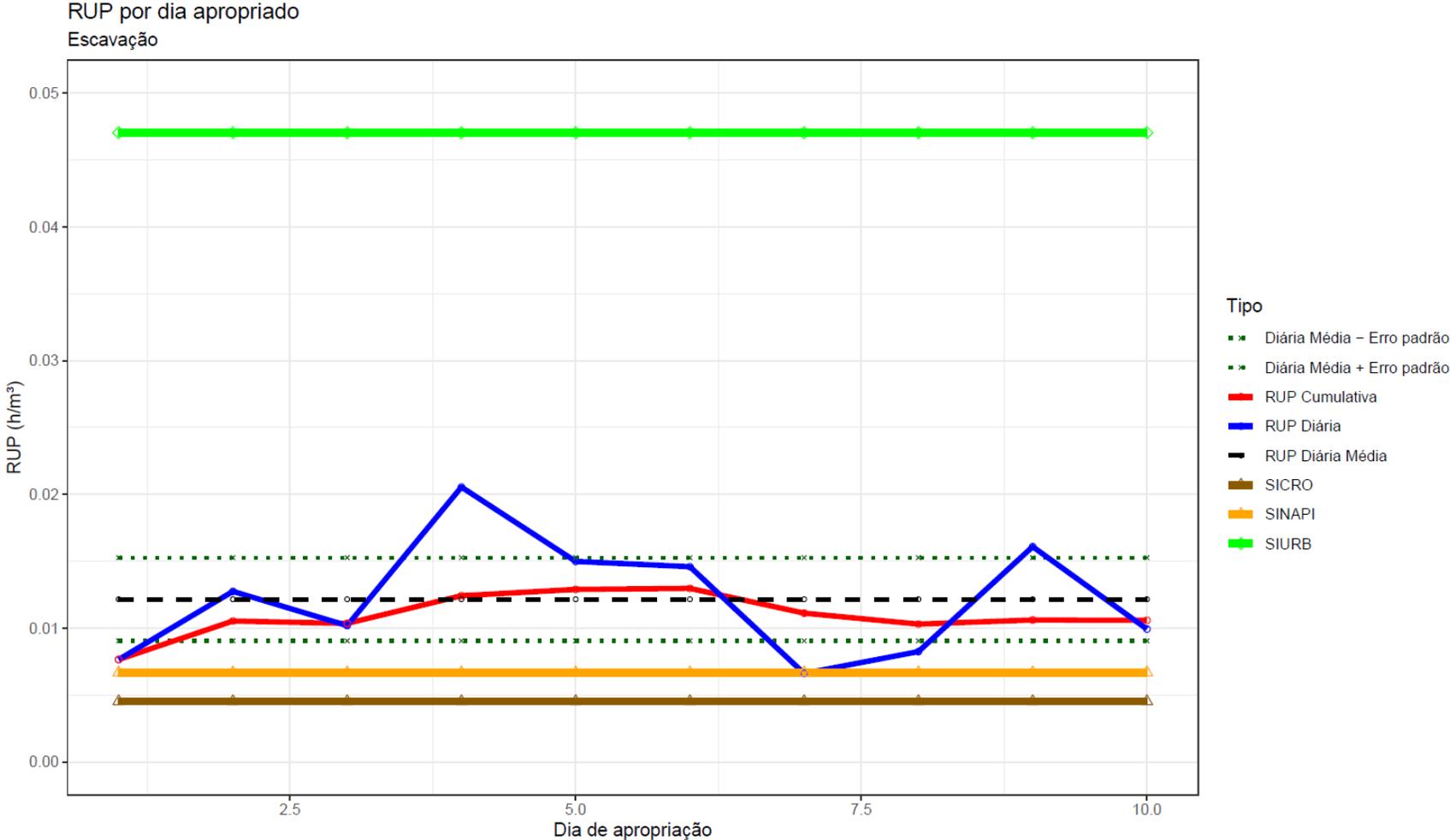
Aproximadamente 2.130 horas



Fase 2 – Apropriações em campo

Córrego Aricanduva

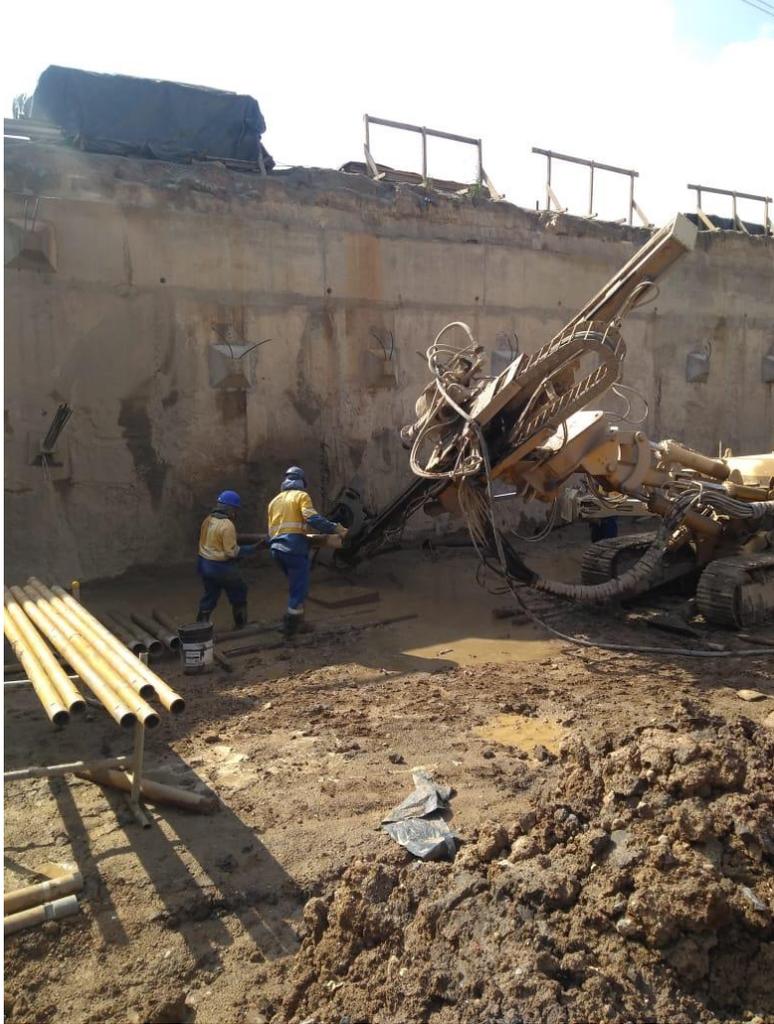
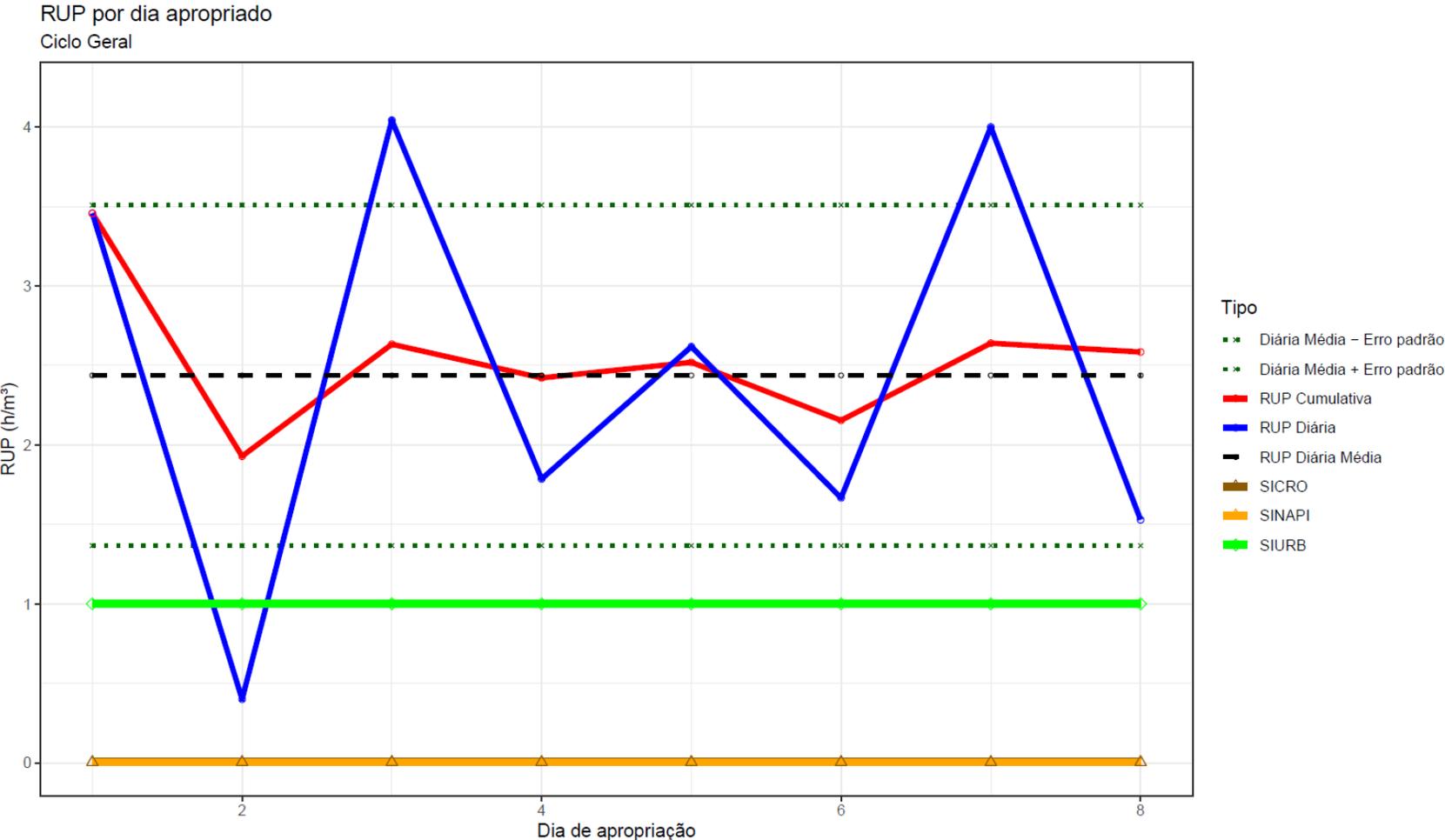
Escavação Mecanizada



Fase 2 – Apropriações em campo

Córrego Aricanduva

Tirantes



Fase 2 – Apropriações em campo

Canal Ipiranga

Serviços em execução:

- Escoramento de vala com estrutura metálica
- Escavação Mecanizada
- Remoção de terra além do 1º Km
- Lastro com BGS/Concreto magro
- Armação
- Fôrma
- Concretagem Canal
- Aterro

Apropriação de mão de obra:

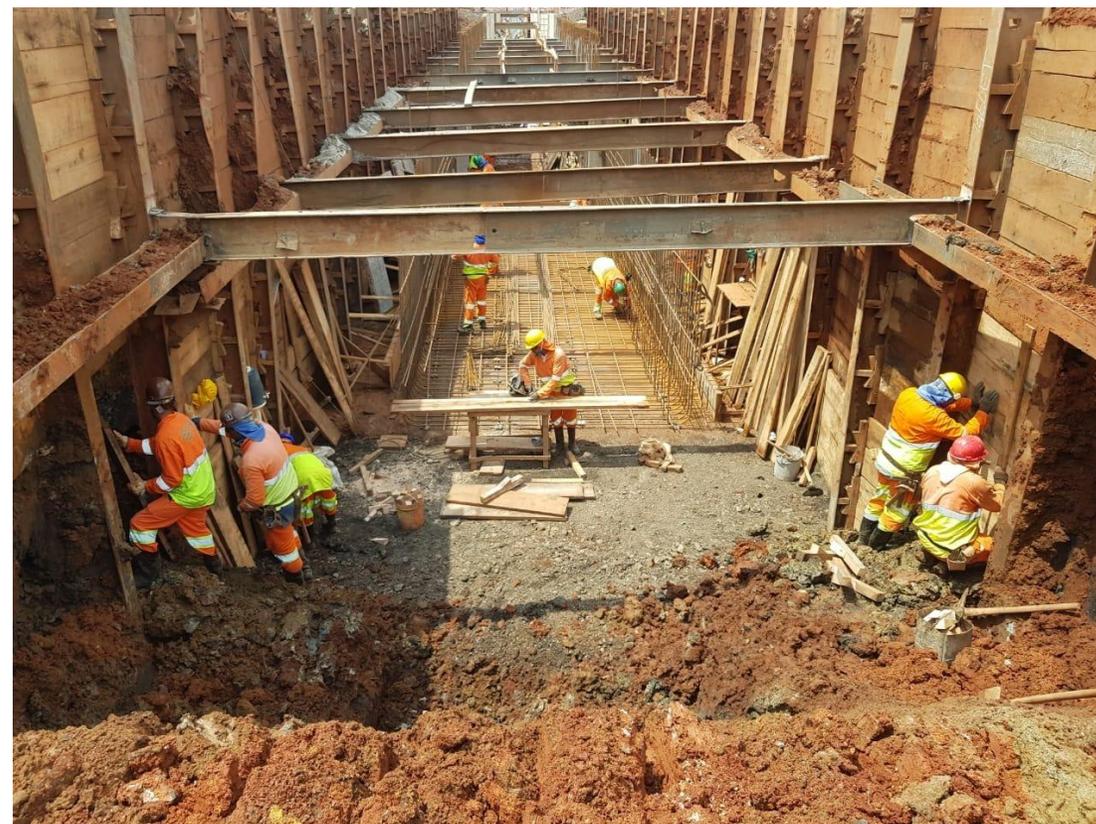


Aproximadamente 2.500 horas

Apropriação de Equipamentos:



Aproximadamente 2.130 horas



Fase 2– Apropriações em campo

Canal Ipiranga

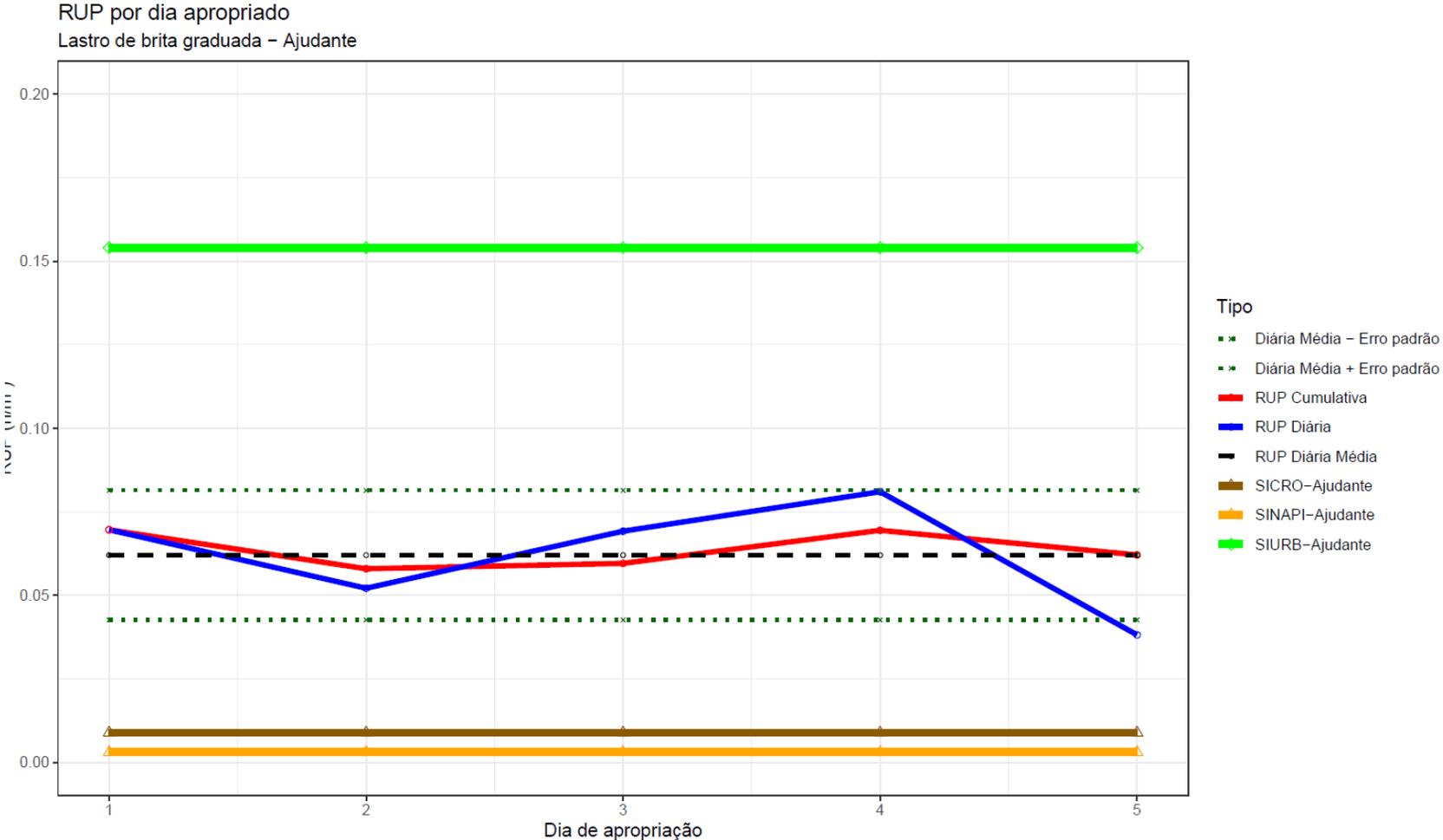
Escavação Mecanizada



Fase 2 – Apropriações em campo

Canal Ipiranga

Lastro de BGS – Brita Graduada Simples



Fase 2 – Apropriações em campo

Córrego Zavuvus

- Tunnel Liner - Concreto Projetado;
- Escavação Mecanizada;
- Pavimentação - BGTC;
- Pavimentação - BGS;
- Pavimentação - Binder;
- Pavimentação - CBUQ;
- Guia de Concreto - Assentamento;
- Sarjeta - Concretagem;
- Galeria - Concretagem;
- Galeria - Fôrma.

Apropriação de mão de obra:



Aproximadamente 900 horas

Apropriação de Equipamentos:



Aproximadamente 200 horas

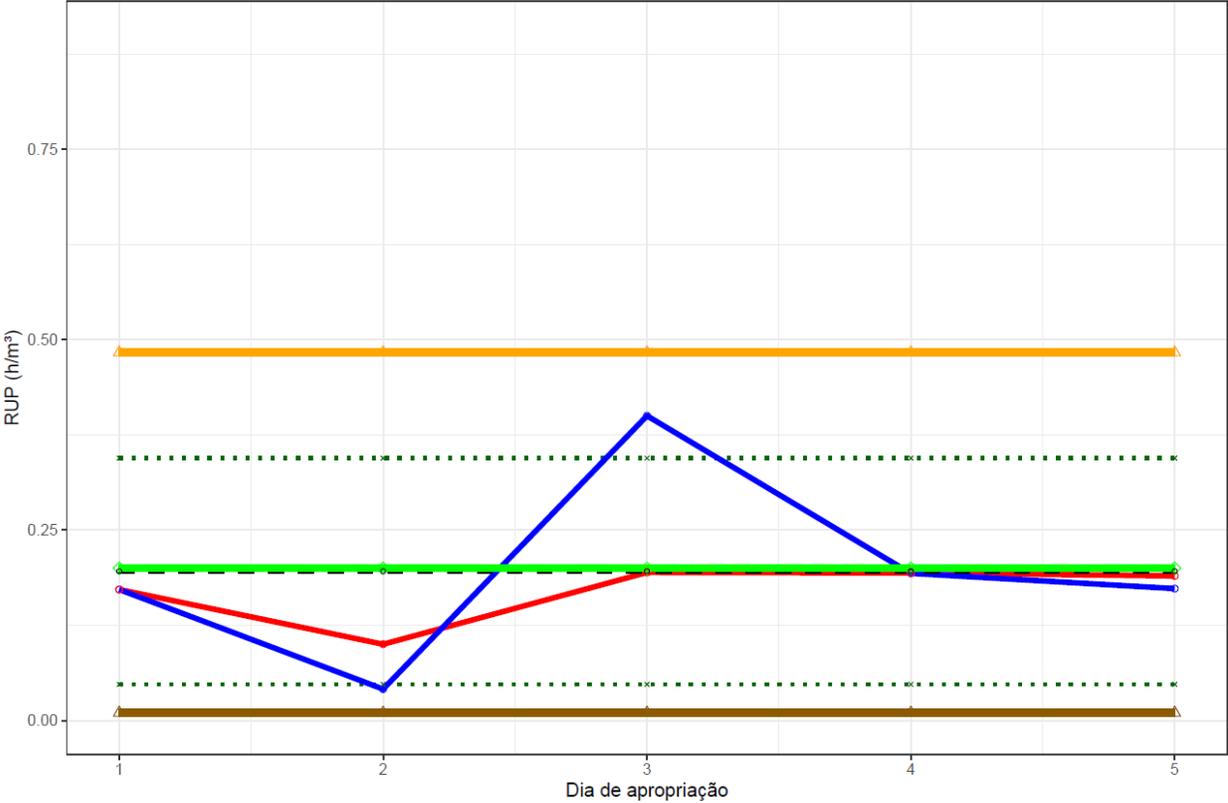


Fase 2– Apropriações em campo

Córrego Zavuvus

Assentamento de Guia

RUP por dia apropriado
Guia – Pedreiro



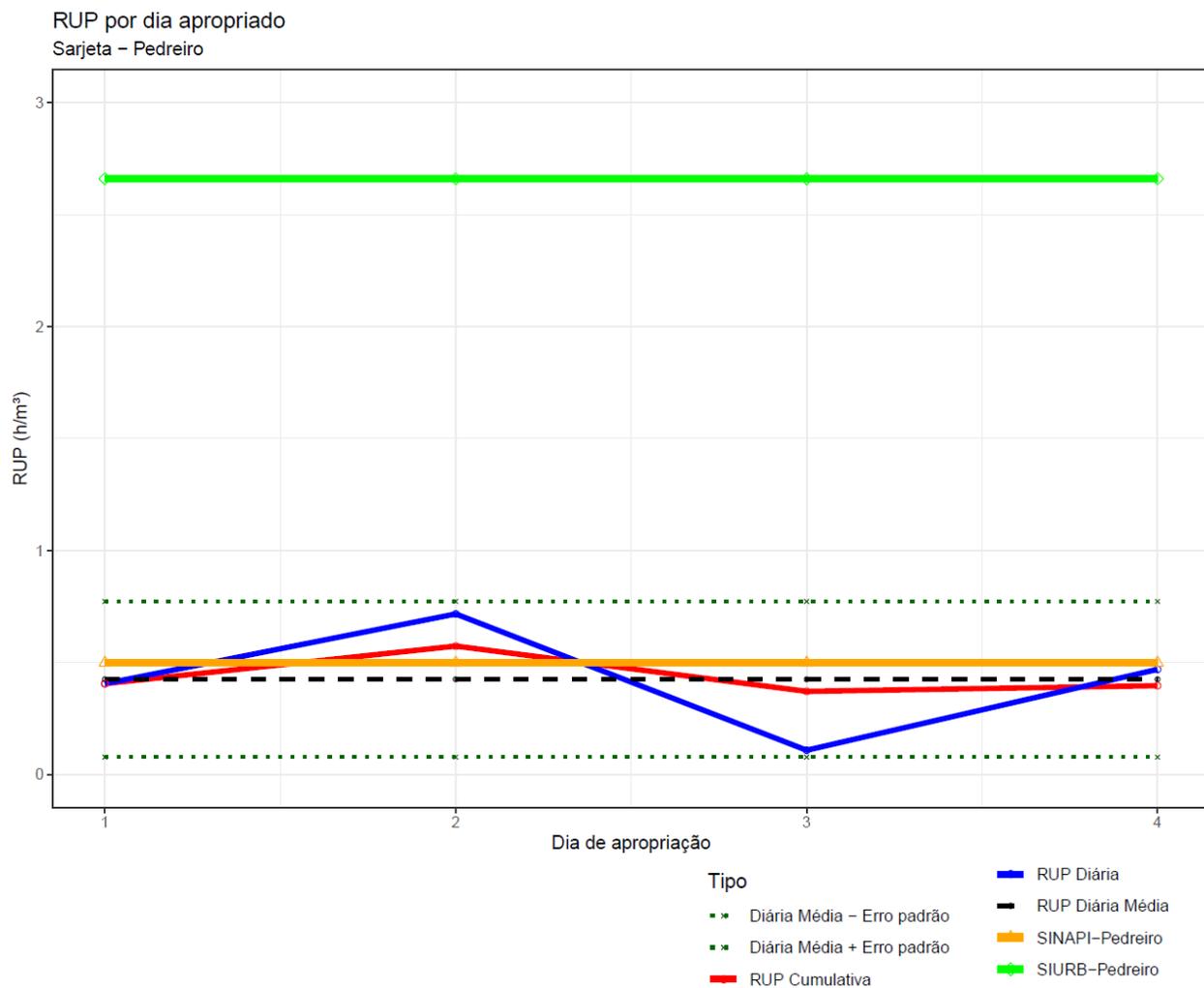
- Tipo
- RUP Diária
- RUP Diária Média
- SINAPI-Pedreiro
- SIURB-Pedreiro
- RUP Cumulativa
- Diária Média – Erro padrão
- Diária Média + Erro padrão



Fase 2– Apropriações em campo

Córrego Zavuvus

Concretagem de Sarjeta



Curva ABC

Construção das curvas ABC

- 1) Faixa A: 50% do custo total, são os itens mais importantes, merecendo maior atenção maior acompanhamento e controle;
- 2) Faixa B: 50% a 80% do custo total, itens intermediários;
- 3) Faixa C: Restante, itens de menor importância.

CURVA ABC					
OBRA: CASA EMBRIÃO					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	R\$	%	% Acumulado	Faixa
MATERIAIS					
	Cimento portland CP -II 32 saco 50 Kg		19,8	19,8	A
	Brita		19	38,8	
	Areia grossa		16	54,8	
	Tijolo furado 10 x 20 x 20 cm		12,9	67,7	B
	Tinta super concretina BR 1011 Ypiranga		2,9	70,6	
	Tinta óleo nivelite Ypiranga 35 11, branca		1,9	72,5	
	Fio termoplástico 4,0 mm ² ant-chama		1,6	74,1	
	Fio termoplástico 2,5 mm ² ant-chama		1,2	75,3	
	Aço CA-50B -10,0 mm - P.R.		0,9	76,2	
	Aço CA-50B -12,5 mm - P.R.		1,5	77,7	
	Aço CA-50B -16,0 mm - P.R.		1,4	79,1	
	Azuleijo branco 15 x 15 cm de primeira		0,9	80,0	
PESSOAL					
	Servente		13,1	93,1	C
	Pedreiro		6,9	100,0	

Faixas da Curva ABC:

Faixa A: Neste grupo estão compreendidos os materiais e serviços que representam 50% do custo da obra. São os que mais pesam no orçamento.

Curva ABC

curva ABC – casa (Antonio Pererira Matias Neto, 2017)

Gráfico 5.1 – Curva ABC financeira das sub-etapas da obra

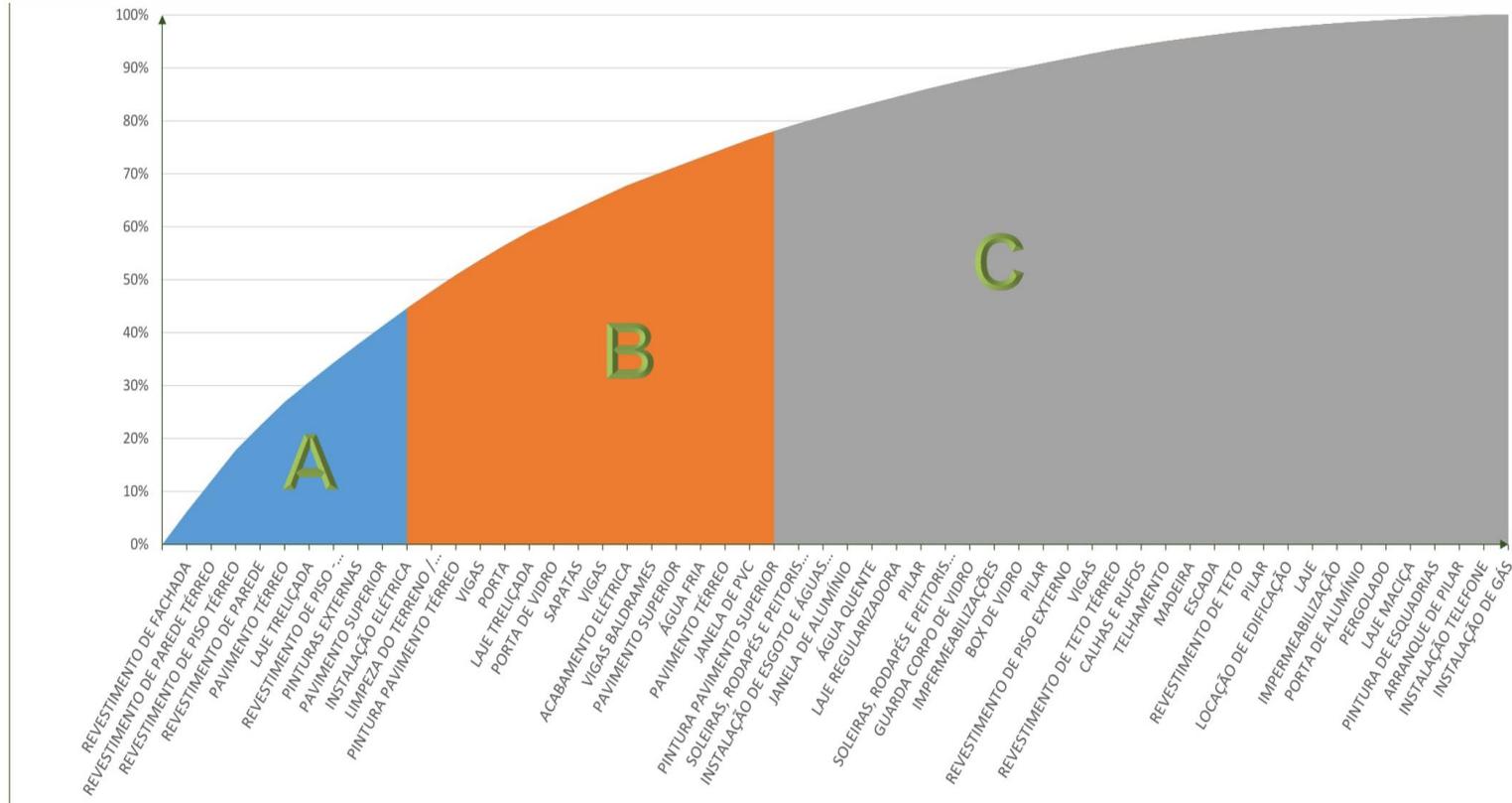


Figura 5.2 – Fachada Noroeste

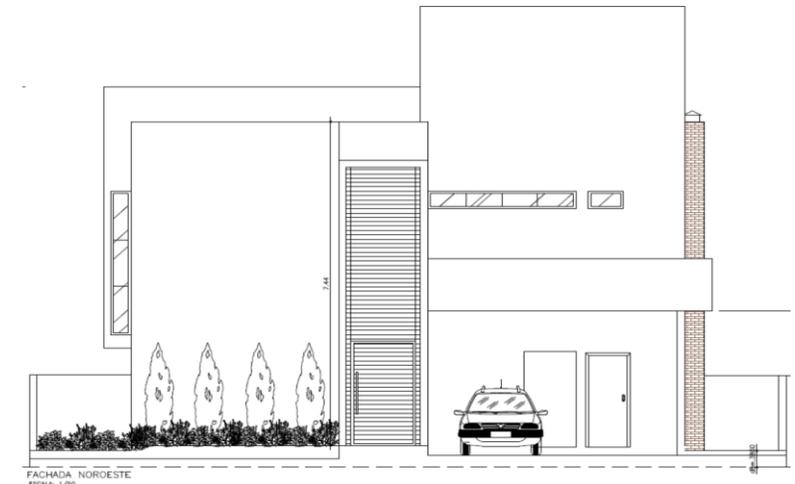
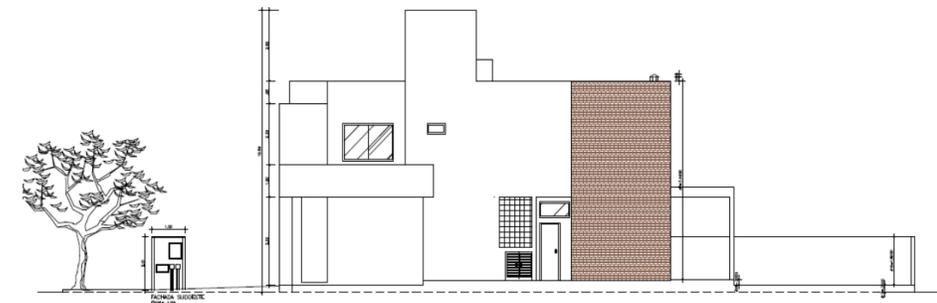


Figura 5.3 - Fachada Sudoeste



Curva ABC

SERVIÇOS	OBRA 1					
	SICRO II		DEINFRA		SINAPI	
	POSIÇÃO	%	POSIÇÃO	%	POSIÇÃO	%
Prot. cabo 12 cord. D=12,7mm -mac	1	16,62%	1	18,76%	1	16,23%
Tubulão ar comprimido diâmetro externo = 1,20 m	2	13,53%	6	8,68%	3	13,24%
Aço CA 50	3	12,25%	2	14,53%	5	9,34%
Esc. Para alarg. Base tub. Ar comp. Prof. Até 12 m	4	9,68%	3	10,93%	4	9,45%
Forma de placa compensada resinada	5	8,44%	4	9,78%	2	13,49%
Carga, transp. içamento e lançamento de longarina pré moldada de 55 ton.	6	7,84%	5	8,85%	6	7,65%

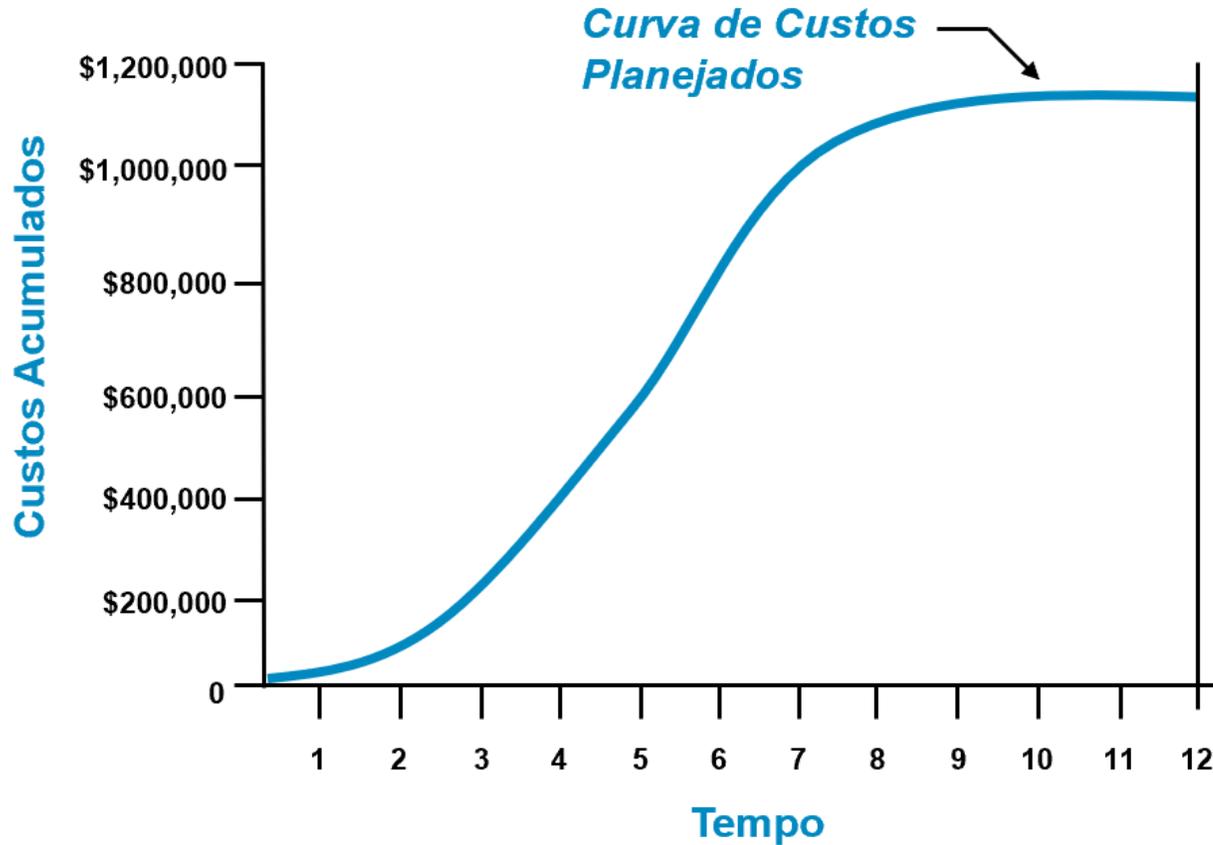
Fonte: Autor (2017).



SERVIÇOS	OBRA 2					
	SICRO II		SICRO II		SICRO II	
	POSIÇÃO	%	POSIÇÃO	%	POSIÇÃO	%
Aço CA – 50	1	25,23%	1	22,98%	1	16,87%
Muro gabião cx1,00 alt.8x10 ZN/AL+PVC D=2,4mm	2	11,33%	2	14,97%	3	10,80%
Escoramento com madeira OAE	3	10,92%	3	13,49%	2	14,02%
Muro gabião cx0,50 alt.8x10 ZN/AL+PVC D=2,4mm	4	10,31%	4	12,53%	4	10,37%
Concr.estr.fck=30MPa-c.raz.uso ger.conf.lanc.AC/BC	5	10,03%	5	7,13%	6	8,59%
Forma de placa compensada resinada	6	5,72%	6	5,09%	5	9,28%



Curva S



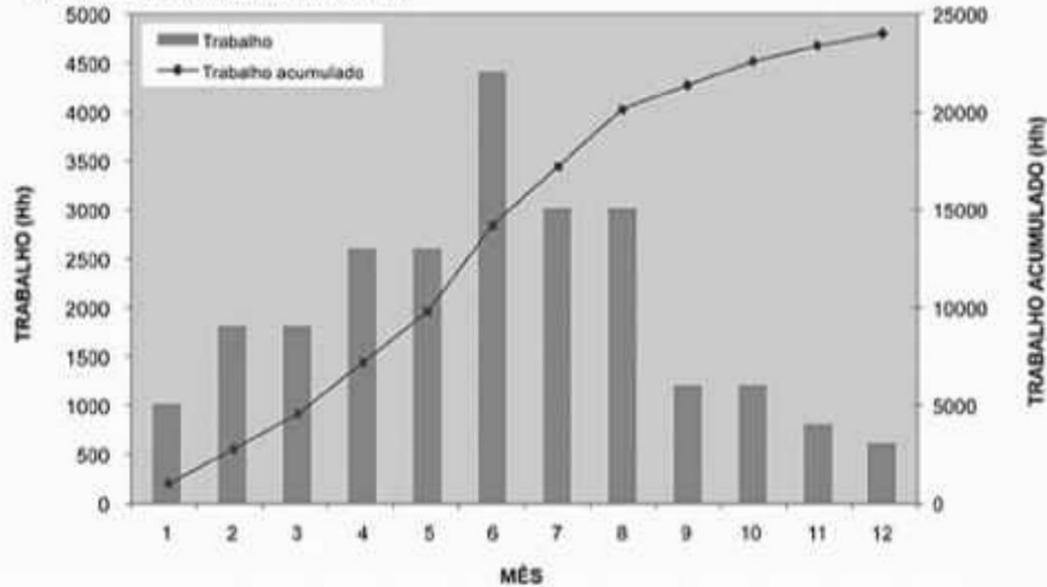
O desempenho do projeto é medido em relação a esta curva, conhecida também como “Curva S”

$$\%_{Acum}(n) = 1 - \left[1 - \left(\frac{n}{N} \right)^{\log I} \right]^S$$

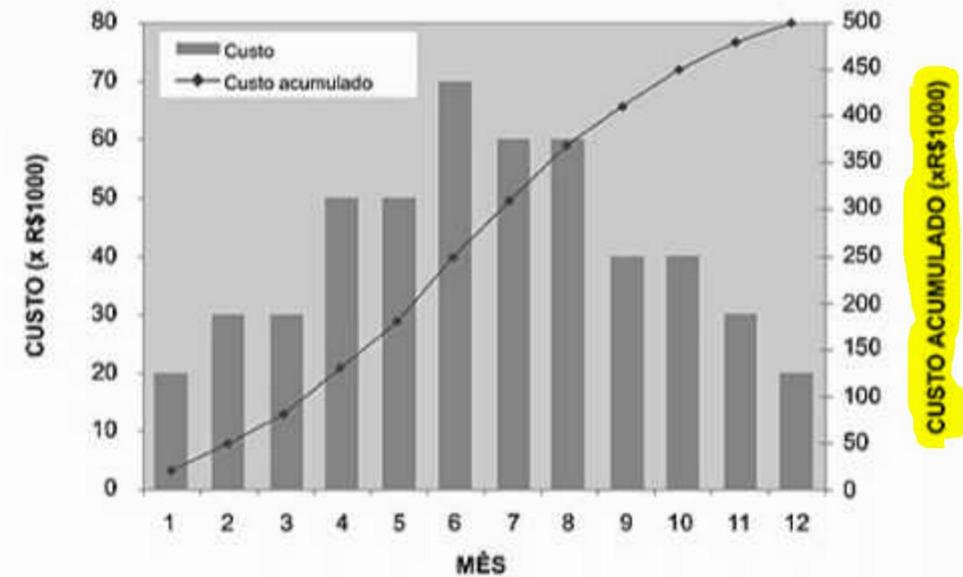
Curva S

ATIVIDADE	RECURSO	MÊS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Terraplanagem	5S	1000											
Fundação	3P+6S		1800	1800									
Estrutura	3P+2C+8S				2600	2600	2600						
Instalações	2E+2P+5S						1800	1800	1800				
Acabamento	3P+6S							1200	1200	1200	1200		
Fachada	2P+2S											800	
Limpeza final	3S												600
TOTAL Hh (*)	0	1000	1800	1800	2600	2600	4400	3000	3000	1200	1200	800	600
ACUMULADO		1000	2800	4600	7200	9800	14200	17200	20200	21400	22600	23400	24000

S = servente
P = pedreiro
C = carpinteiro
E = eletricista
(*) adotadas 200 horas de trabalho por mês



ATIVIDADE	CUSTO (x R\$ 1000)	MÊS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Terraplanagem	20	20											
Fundação	60		30	30									
Estrutura	150				50	50	50						
Instalações	60						20	20	20				
Acabamento	160							40	40	40	40		
Fachada	30											30	
Limpeza final	20												20
TOTAL	500	20	30	30	50	50	70	60	60	40	40	30	20
ACUMULADO		20	50	80	130	180	250	310	370	410	450	480	500

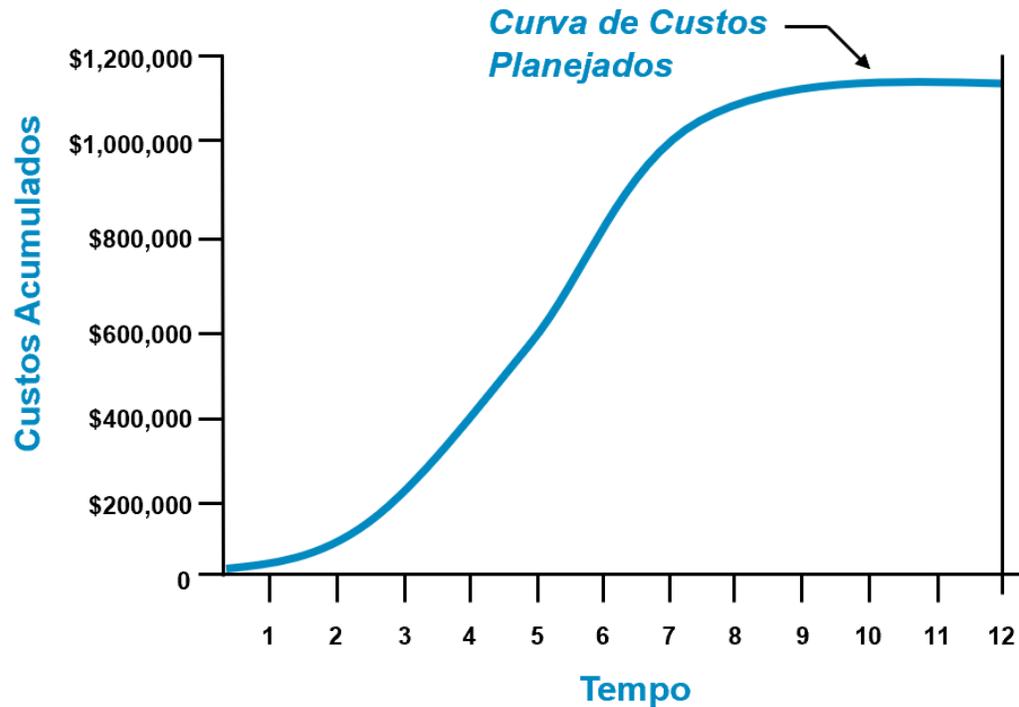


Curva S

A curva S de trabalho não é idêntica à curva S de custos, pelo simples fato de que Hh e custo da atividade não necessariamente andam na mesma proporção — é possível haver uma atividade de 60 Hh que custe R\$ 10.000,00 e uma de 20 Hh que custe R\$ 100.000,00. *Basta lembrar que não é só Hh que compõe o custo de uma atividade — entram na conta também material e equipamento.*

Ao se montar uma curva S de custo, o planejador está plotando a curva de avanço econômico, que leva em conta o momento em que o custo é incorrido, sem considerar quando o desembolso será efetivamente realizado.

Curva S



É uma curva única que mostra o desenvolvimento do projeto do começo ao fim

É aplicável de projetos simples e pequenos a empreendimentos complexos e extensos

Permite visualizar o parâmetro acumulado (trabalho ou custo) em qualquer época do projeto

Aplica-se o detalhamento de engenharia por homem-hora, quantidade de serviço executado, uso de recurso ou valores monetários

É uma ótima ferramenta de controle previsto x realizado

É de fácil leitura e permite apresentação rápida da evolução do projeto

Serve para decisões gerenciais sobre desembolsos e fluxo de caixa

De acordo com o formato do S, pode-se constatar se há grande (ou pequena) concentração de atividades no começo (ou fim) da obra

Planejamento de uma obra

1. Escopo

- i. O que deve ser feito?*
- ii. O que não está contemplado?*

2. Definição dos pacotes de serviço (WBS)

3. Quantidade de serviços

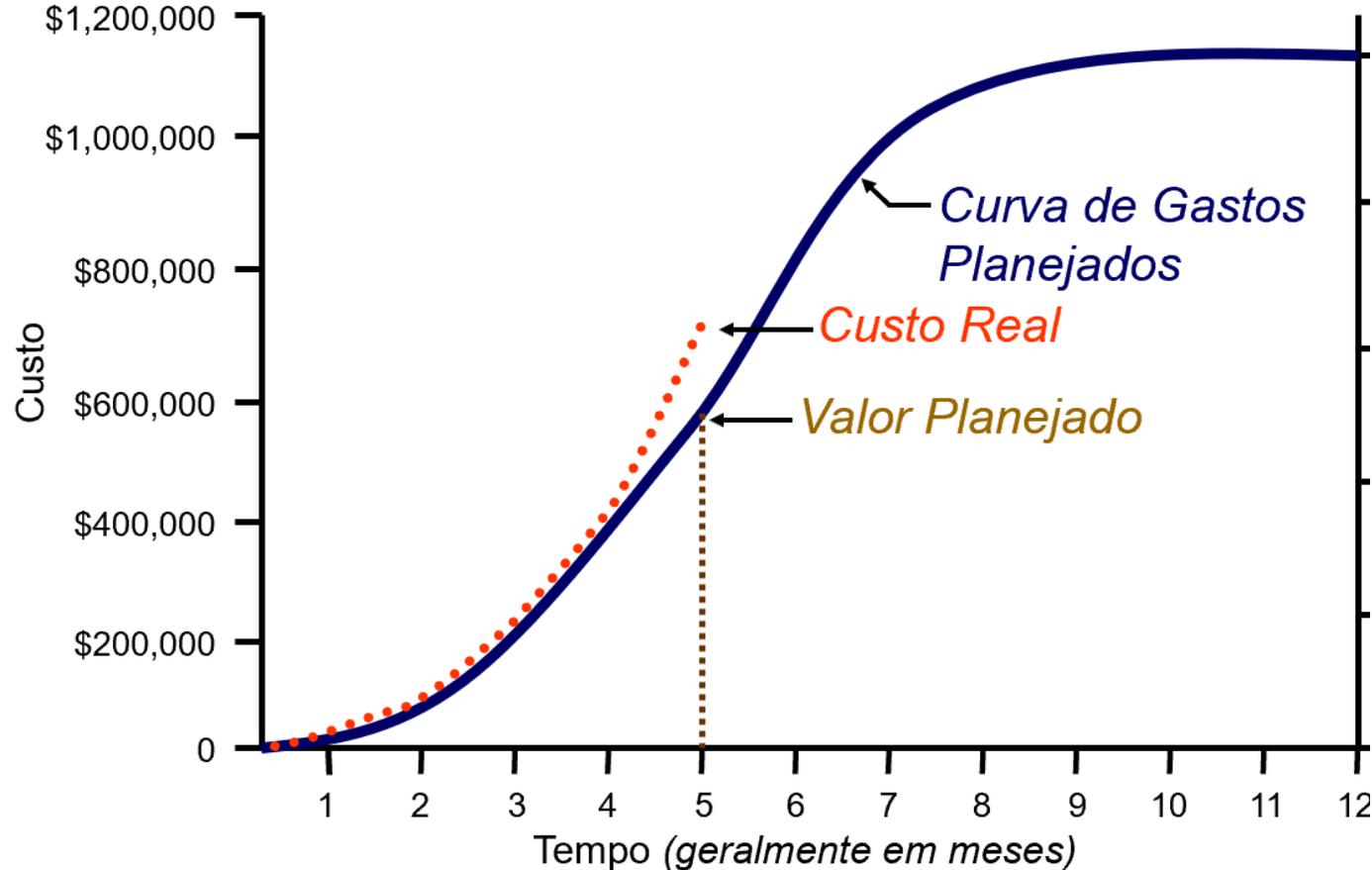
4. Quantidade de insumos (materiais, mão de obra e Equipamentos)

5. Cronograma (relação entre atividades)

6. Curva S

7. Curva ABC

Dimensionamento dos recursos necessários

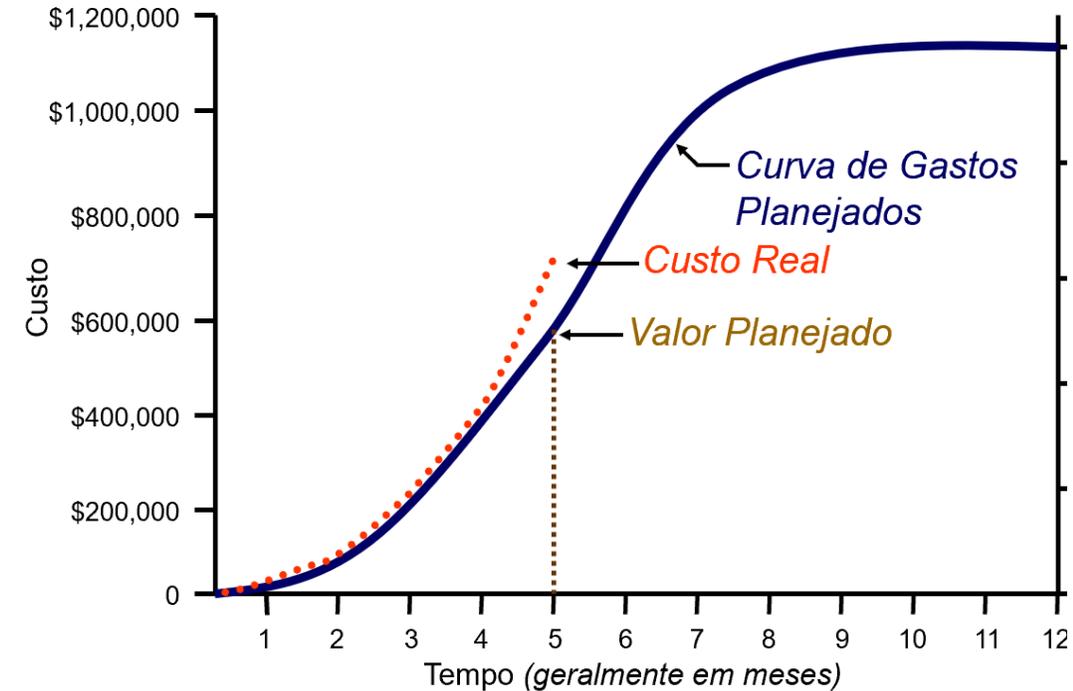


A maneira tradicional de se acompanhar a evolução de uma obra é a comparação entre os custos reais (incorridos) e o planejado para um determinado momento

Dimensionamento dos recursos necessários

Existem muitas armadilhas nessa método:

- **Variação de Custo** - *Gastamos mais ou menos do que o planejado?*
- **Variação de Cronograma** - *Estamos adiantados ou atrasados?*
- **Variação no Término** - *Com relação ao custo, como terminaremos?*



Acompanhamento das atividades

O **percentual da programação concluído (PPC)** é o quociente entre a quantidade de tarefas cumpridas na semana ou quinzena e a quantidade total de tarefas programadas para esse período. Se todas as atividades programadas para o período foram executadas como previsto, o PPC é de 100%; se somente metade das tarefas foi cumprida, o PPC é de 50% e assim por diante.

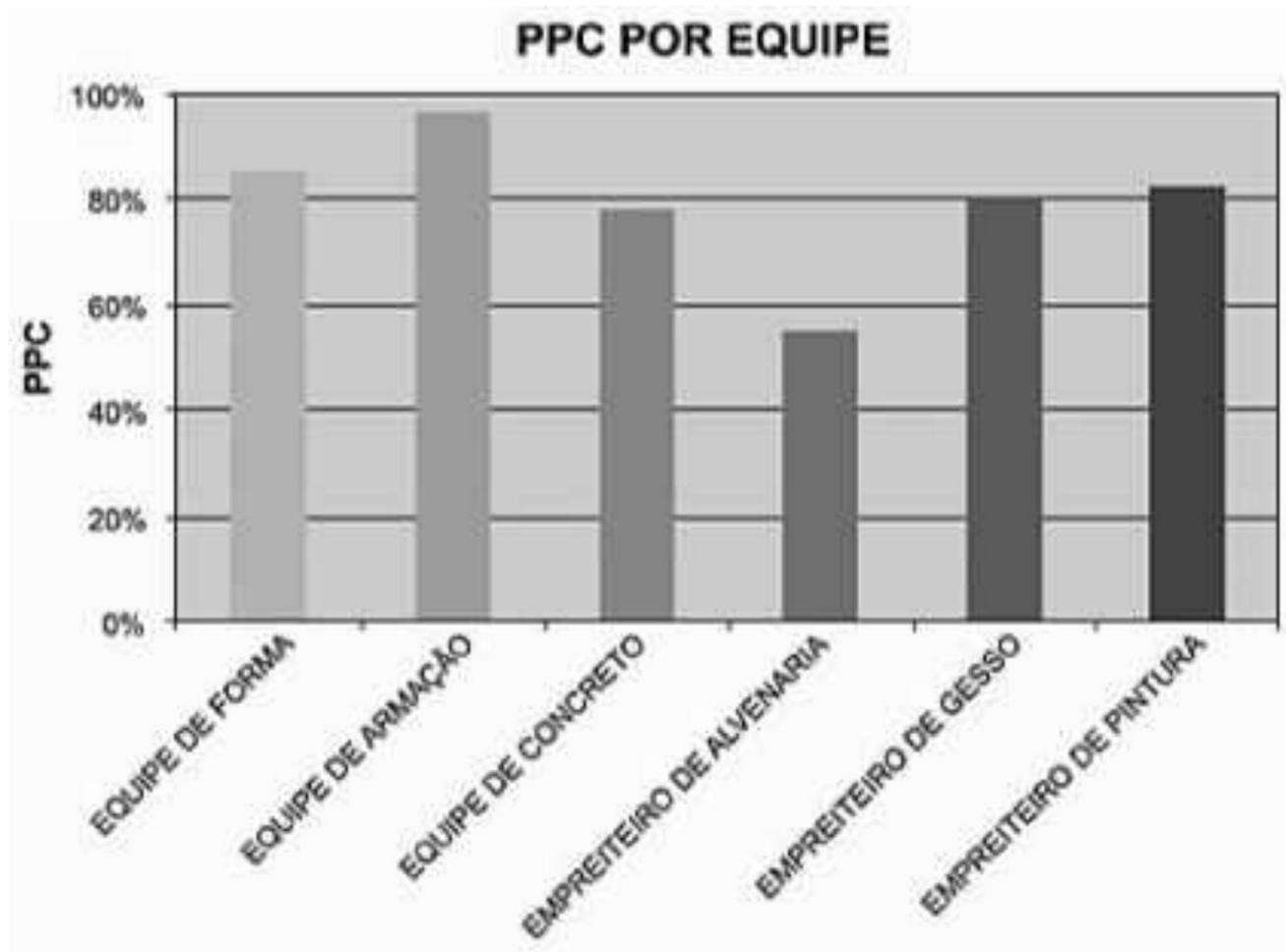
$$\text{PPC} = \frac{\text{Quantidade de tarefas cumpridas no período}}{\text{Quantidade total de tarefas programadas}}$$

PROGRAMAÇÃO SEMANAL										Engenheiro: Alonso	Nº 11/2010	
EDIFÍCIO CÊU AZUL										Mestre: Napoleão	Rev. 0	
ATIVIDADE	P	SEMANA: 08/03/10 a 14/03/10							%	EQUIPE	EMPREITEIRO	CAUSA
		S	T	Q	Q	S	S	D				
FORMA LAJE 4º PAV.	P	■	■						100		A	
	R	■	■									
ARMAÇÃO LAJE 4º PAV.	P			■	■	■	■		100		B	
	R			■	■	■	■					
CONCRETO LAJE 4º PAV.	P						■		0	CONC 1		Atraso na predecessora (armação)
	R						■					
ALVENARIA EXTERNA 2º PAV.	P	■	■	■	■	■			100	ALV 1		
	R	■	■	■	■	■						
ALVEN. LIVING/CORREDOR 2º PAV.	P					■			0	ALV 1		Atraso na entrega de material
	R					■						
REBOCO / EMBOÇO 1º PAV.	P	■	■	■	■	■			80	REV 1		Remanejamento de pessoal para outra frente
	R	■	■	■	■	■	•					
CONTRAPISO LIVING 1º PAV.	P					■			50	REV 2		Alteração de projeto
	R					■	•					

$\text{PPC} = \frac{\sum \text{ATIV} 100\%}{\sum \text{ATIV}}$ **43%**
 • Atividade inacabada

Fig. 16.5 – Formulário para metodologia PPC

Acompanhamento das atividades



O desempenho do projeto é medido pela união entre o PPC e a curva “S”

Dimensionamento dos recursos necessários

A técnica de Gerenciamento do Valor Agregado emprega os seguintes valores para medir o desempenho do projeto em determinada data:

Valor Planejado (PV)

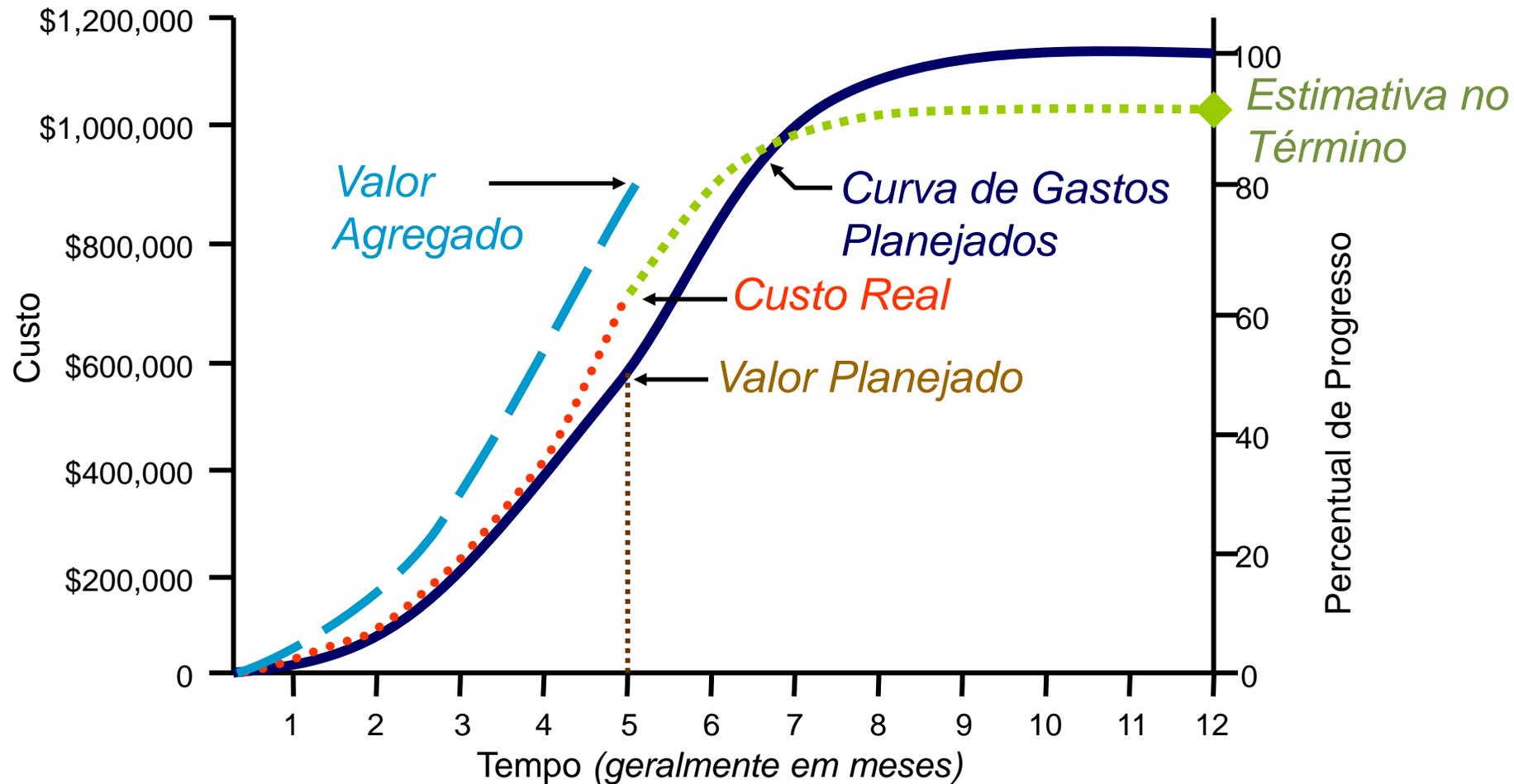
Valor Agregado (EV)

Custo Real (AC)

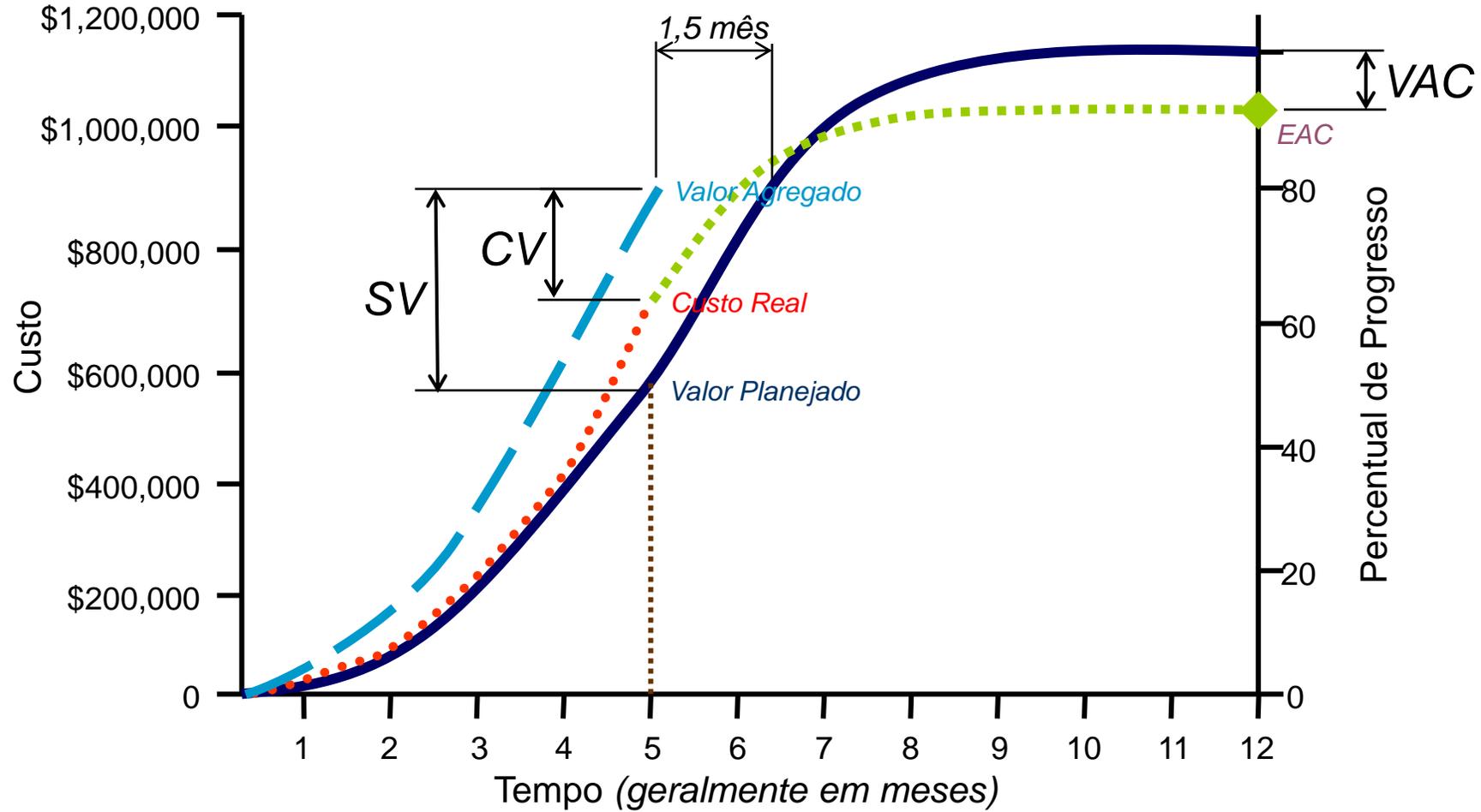
Estimativa para Terminar (ETC)

Estimativa no Término (EAC)

Valor Agregado



Valor Agregado



Valor Agregado

Valor Agregado, EV = % de Progresso x Custo Orçado

Variação de Custo, CV = EV - AC

Variação de Cronograma, SV = EV - PV

Variação no Término, VAC =

Custo Orçado - Estimativa no Término

Índice de Desempenho de Custo, CPI = $\frac{EV}{AC}$

Índice de Desempenho de Cronograma, SPI = $\frac{EV}{PV}$

Estimativa no Término, EAC = AC + ETC

Valor Agregado

Valores	Significado	Observação
$VA > CR \rightarrow VC > 0$	O projeto gastou menos do que o previsto para realizar o trabalho = abaixo do orçamento.	<p>Razões possíveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Custo real ficou abaixo do orçado em virtude de uma boa negociação de preços e controle de gastos; • Economia pode ter sido conseguida por meio de uma má qualidade do serviço ou dos insumos. <p>Medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar a fonte de ganho; • Manter o ritmo do trabalho.
$VA = CR \rightarrow VC = 0$	O projeto gastou exatamente o que foi previsto para realizar o trabalho = no orçamento.	<p>Medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manter o ritmo do trabalho.
$VA < CR \rightarrow VC < 0$	O projeto gastou mais do que o previsto para realizar o trabalho = acima do orçamento.	<p>Razões possíveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produtividade real ficou aquém da produtividade orçada; • Contratempos encareceram o serviço: mudança de projeto, chuva, paralisação, falta de material etc. <p>Medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar a fonte de perda; • Adotar providências para prevenir futuras perdas e corrigir o ritmo inadequado.

VC	VPr	Interpretação
+	+	Abaixo do orçamento e adiantado no cronograma (em custo)
+	-	Abaixo do orçamento e atrasado no cronograma (em custo)
-	+	Acima do orçamento e adiantado no cronograma (em custo)
-	-	Acima do orçamento e atrasado no cronograma (em custo)

Varição de custo

Varição de cronograma