

Anavi-Isakow, S. & Golany, B. Managing multi-project environments through constant work-in-process. International Journal of Project Management, v.21, n.1, p.9-18. 2003.

Barcaui, Andre & Quelhas, Osvaldo. Corrente crítica: Uma alternativa à gerência de projetos tradicional. Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção: 1 - 21 p. jul. 2004.

Bernardi, G & Walter, Claudio. Especificações dos requisitos proposta de um modelo de referencia de um sistema de informação para produção. Semana Academica do CPGCC, III. Rio GRande do Sul 1998.

Casella, G. & Berger, R. L. Statistical inference. 2: Belmont, CA: Duxbury Press: 95-97 p. 2002.

Chen, Chin Sheng. Concurrent engineer-to-order operation in the manufacturing engineering contracting industries. Int. Industrial and Systems Engineering, v.1, n.1/2. 2006.

Chiu-Chi, Wei ; Ping-Hung, Liu & Ying-Chin, Tsai. Resource-constrained project management using enhanced theory of constraint. International Journal of Project Management, v.20, n.7, p.561-567. 2002.

Cohen, Izack; Mandelbaum, Avishai & Shtub, Avraham. Multi-project scheduling and control: A process-based comparative study of the critical chain methodology and some alternatives [1]. Project Management Journal, v.35, n.2, p.39. 2004.

Demeulemeester, Erik & Herroelen, Willy. A branch-and-bound procedure for the multiple resource-constrained project scheduling problem. Management Science, v.38, n.12, p.1803. 1992.

Goldratt, Eliyahu M. The goal. New York: North River Press. 1992

Hans, E. W.; Herroelen, W. ; Leus, R. & Wullink, G. A hierarchical approach to multi-project planning under uncertainty. Omega, v.35, n.5, p.563-577. 2007.

Herroelen, Willy. Project scheduling-theory and practice. Production and Operations Management, v.14, n.4, p.413. 2005.

Herroelen, Willy & Leus, Roel. On the merits and pitfalls of critical chain scheduling. Journal of Operations Management, v.19, n.5, p.559-577. 2001.

Herroelen, Willy; Leus, Roel & Demeulemeester, Erik. Critical chain project scheduling: Do not oversimplify. Project Management Journal, v.33, n.4, p.48. 2002.

Jyh-Bin, Yang. How the critical chain scheduling method is working for construction. Cost Engineering, v.49, n.4, p.25. 2007.

Kjersti, Hoel & Taylor, Sam G. . Quantifying buffers for project schedules. Production and Inventory Management Journal, v.40, n.2, p.43. 1999.

Kolisch, Rainer. Resource allocation capabilities of commercial project management software packages. Interfaces, v.29, n.4, p.19. 1999.

Kurtulus, I. & Davis, E. W. Multi-project scheduling: Categorization of heuristic rules performance. Management Science, v.28, n.2, p.161. 1982.

Leach, Lawrence P. Critical chain project management: Artech House, INC. 2005

Newbold, Robert C. Project management in the fast lane: Applying the theory of constraints. Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Group, LLc. 1998. 284 p. (The st. Lucie press/apics series on constraints management)

Patterson, James H. A comparison of exact approaches for solving the multiple constrained resource, project scheduling problem. Management Science, v.30, n.7, p.854 - 867. Jul. 1984.

Pritsker B., Alan A.; Watters, Laurence J. & Wolfe, Philip M. Multiproject scheduling with limited resources: A zero-one programming approach. Management Science, v.16, n.1, set. 1969. 1969.

Rand, Graham K. Critical chain: The theory of constraints applied to project management. International Journal of Operations & Production Management, v.18, p.173 - 177. 2000.

Raz, Tzvi; Barnes, Robert & Dvir, Dov. A critical look at critical chain project management. Project Management Journal, v.34, n.4, p.24. 2003.

Rozenes, Shai; Vitner, Gad & Spraggett, Stuart. Project control: Literature review. Project Management Journal, v.37, n.4, p.5. 2006.

Steyn, H. Project management applications of the theory of constraints beyond critical chain scheduling. International Journal of Project Management, v.20, n.1, p.75-80. 2002.

Tukel, Oya I. ; Rom, Walter O. & Eksioglu, Sandra Duni. An investigation of buffer sizing techniques in critical chain scheduling. European Journal of Operational Research, v.172, n.2, 16 July, p.401-416. 2006.

8

Apêndice A: Prochain & Pipeline

8.1. Parâmetros de programação

Prochain e Pipeline são as ferramentas utilizadas na aplicação da metodologia CC/BM. Os parâmetros de programação do Prochain, utilizados nos principais passos para a obtenção do *programa de linha de base* do projeto individual são:

Tabela 8.1: Parâmetros de programação de projetos individuais - *Prochain*

Passos de programação	Opções de programação	Escolha
<u>Nivelamento</u>	Otimizar o seqüenciamento de atividades	<i>Sim</i>
<u>Identificação da cadeia crítica</u>	O caminho mais longo O caminho mais restrito	<i>Sim</i> <i>Não</i>
<u>Criação de buffers</u>	Método das porcentagens Método da soma de quadrados	<i>Sim</i> Herroelen & Leus) <i>Não</i>
<u>Inserção de buffers</u>	Consolidar o risco Criar o programa de linha de base	<i>Sim</i> <i>Sim</i>
<u>Atualizações do programa:</u>	Aplicar os tempos atuais nos relacionamentos entre atividades Criar um quadro de estado dos <i>buffers</i> Otimizar os tempos projetados	<i>Sim</i> <i>Sim</i> <i>Não</i>

A opção de *consolidar o risco* permite compactar visualmente o programa Steyn), trasladando a segurança dos *buffers de alimentação* para os *buffers do projeto* quando não existe espaço suficiente para sua inserção.

Os parâmetros de programação do Pipeline utilizados nos principais passos para a obtenção do programa máster de múltiplos projetos são:

Tabela 8.2: Parâmetros de programação de múltiplos projetos - *Pipeline*

Passos de programação	Opções de programação	Escolha
<u>Dos projetos que formam o Máster</u>	Priorizar os projetos Usar opções individuais ou usar as opções do máster Copiar no Máster alguns ou todos os recursos utilizados no projeto individual	<i>Sim</i> <i>Opções do máster</i> <i>Todos os recursos</i>
<u>Dos recursos utilizados no Máster</u>	Marcar recurso gargalo Indicar a porcentagem de capacidade reservada Indicar se forma parte de uma classe de recursos (tem <i>parent</i>) Marcar o recurso para criar uma lista de tarefas pendentes ou não	<i>Sim</i> <i>Sim</i> (20%,25%) <i>Não</i> <i>Sim</i>
<u>Das opções do perfil de programação atual:</u>	Salvar câmbios no projeto individual Salvar uma copia do projeto individual Marcar no programa os pontos de fim e <i>buffers</i> da corrida anterior Fazer em cada corrida a reprogramação de todos os projetos do Máster ou não Nivelar em cada corrida todos os projetos do Máster ou não Indicar a porcentagem permitida de expansão no horizonte de trabalho dos projetos do Máster. (ate quando pode se estender o fim do projeto) Decidir se os tempos projetados ignoram ao recurso gargalo ou não.	<i>Sim</i> <i>Sim</i> <i>Sim</i> <i>Não, só no início</i> <i>Não, só no início</i> <i>Sim, 100%</i> <i>Não</i>

8.2. Principais Indicadores

Nos gráficos de Gantt apresentados pelo Prochain e Pipeline se mostram indicadores que permitem entender a lógica da programação:

Tabela 8.3: Indicadores

<u>Reduction impact</u>	Calculado quando se inserem os buffers. Disse a percentagem em que a duração do projeto é afetada se a atividade em questão é reduzida. 100 % significa um impacto direto na data final do projeto.
<u>Check task</u>	É uma lista de tarefas que causam uma percentagem do consumo dos BA e BP. Pode ser considerado como a tarefa incompleta mais imediata que esta causando o consumo do buffer.
<u>% Impact</u>	Porcentagem do consumo do BP que é causado pela atividade em questão. Calculado com os tempos de inicio mais cedo possível.
<u>Folga</u>	Calculado durante o nivelamento e a atualização dos buffers. Tempo entre o inicio e fim mais cedo de cada atividade.

9

Apêndice B: Resultados da simulação

9.1. Análise das causas de atrasos

Tabela 9.1: Componentes de consumo do BP - 25% prob. Atraso

Componentes de Consumo de BP - (25% prob. Atraso)						
MEDIAS	TOTAL_P1atr	TOTAL_P1nr	TOTAL_P2atr	TOTAL_P2nr	P3A1_atr	P3A1_nr
BP50_BC00	3.1	0.0	2.4	0.9	2.6	1.8
BP50_BC15	3.2	0.0	2.7	0.6	2.3	1.0
BP50_BC25	3.1	0.0	2.5	0.4	2.3	1.1
BP50_BC35	3.1	0.0	2.4	0.1	2.2	0.4
BP50_BC45	2.8	0.0	2.5	0.0	2.3	0.2

Tabela 9.2: Atraso efetivo dos projetos - 25:% prob. de atraso

Atraso efetivo do Projeto - (25% prob. Atraso)				
	P2	P2 (BP=3)	P3	P3 (BP= 3)
MEDIAS	Consumo BP real	Delay real	Consumo BP real	Delay real
BP50_BC00	3.3	0.3	4.4	1.4
BP50_BC15	3.2	0.2	3.3	0.3
BP50_BC25	2.9	-0.2	3.4	0.4
BP50_BC35	2.5	-0.5	2.6	-0.4
BP50_BC45	2.6	-0.5	2.5	-0.5

Tabela 9.3: Componentes de consumo do BP - 20% prob. Atraso

Componentes de Consumo de BP - (20% prob. Atraso)						
MEDIAS	TOTAL_P1atr	TOTAL_P1nr	TOTAL_P2atr	TOTAL_P2nr	P3A1_atr	P3A1_nr
BP50_BC00	2.7	0.0	2.0	0.9	2.2	1.5
BP50_BC15	2.9	0.0	2.5	0.4	2.4	0.9
BP50_BC25	3.1	0.0	2.1	0.4	2.2	1.2
BP50_BC35	3.1	0.0	2.2	0.1	2.0	0.4
BP50_BC45	3.0	0.0	2.0	0.1	2.2	0.3

Tabela 9.4: Atraso efetivo dos projetos - 20:% prob. de atraso

Atraso efetivo do Projeto - (20% prob. Atraso)				
	P2	P2 (BP=3)	P3	P3 (BP= 3)
MEDIAS	Consumo BP real	Delay real	Consumo BP real	Delay real
BP50_BC00	2.9	-0.1	3.7	0.7
BP50_BC15	2.9	-0.1	3.3	0.3
BP50_BC25	2.5	-0.5	3.4	0.4
BP50_BC35	2.3	-0.7	2.4	-0.6
BP50_BC45	2.1	-0.9	2.5	-0.5

Tabela 9.5: Componentes de consumo do BP - 15% prob. Atraso

Componentes de Consumo de BP - (15% prob. Atraso)						
MEDIAS	TOTAL_P1atr	TOTAL_P1nr	TOTAL_P2atr	TOTAL_P2nr	P3A1_atr	P3A1_nr
BP50_BC00	2.8	0.0	1.9	0.7	2.0	1.5
BP50_BC15	2.7	0.0	1.8	0.4	1.9	0.7
BP50_BC25	2.4	0.0	2.2	0.2	1.8	0.7
BP50_BC35	2.8	0.0	1.7	0.1	1.7	0.4
BP50_BC45	2.7	0.0	1.9	0.0	2.0	0.2

Tabela 9.6: Atraso efetivo dos projetos - 15:% prob. de atraso

Atraso efetivo do Projeto - (15%prob. Atraso)				
	P2	P2 (BP=3)	P3	P3 (BP= 3)
MEDIAS	Consumo BP real	Delay real	Consumo BP real	Delay real
BP50_BC00	2.6	-0.4	3.4	0.4
BP50_BC15	2.2	-0.8	2.6	-0.4
BP50_BC25	2.4	-0.6	2.5	-0.5
BP50_BC35	1.8	-1.2	2.1	-0.9
BP50_BC45	1.9	-1.1	2.2	-0.8

Tabela 9.7: Componentes de consumo do BP - 10% prob. Atraso

Componentes de Consumo de BP - (10%prob. Atraso)						
MEDIAS	TOTAL_P1atr	TOTAL_P1nr	TOTAL_P2atr	TOTAL_P2nr	P3A1_atr	P3A1_nr
BP50_BC00	2.2	0.0	1.5	0.7	1.6	1.2
BP50_BC15	2.3	0.0	1.8	0.4	1.6	0.6
BP50_BC25	2.3	0.0	1.6	0.2	1.5	0.6
BP50_BC35	2.0	0.0	1.4	0.0	1.7	0.1
BP50_BC45	2.0	0.0	1.3	0.1	1.8	0.1

Tabela 9.8: Atraso efetivo dos projetos - 10:% prob. de atraso

Atraso efetivo do Projeto - (10%prob. Atraso)				
	P2	P2 (BP=3)	P3	P3 (BP= 3)
MEDIAS	Consumo BP real	Delay real	Consumo BP real	Delay real
BP50_BC00	2.2	-0.8	2.8	-0.2
BP50_BC15	2.2	-0.9	2.1	-0.9
BP50_BC25	1.8	-1.3	2.1	-0.9
BP50_BC35	1.4	-1.6	1.9	-1.2
BP50_BC45	1.4	-1.6	1.9	-1.1

9.2.

Trade-off entre Makespan e diminuição de atrasos por falta de recurso

Tabela 9.9: Trade-off (25% prob. Atraso)

Trade-off em porcentagens - (25% prob. Atraso)								
Duração enxuta do projeto	P2 = 5				P3 = 5			
MEDIAS	% Makespan	% Atraso NR	Diminuição do atraso NR	% Diminui o atraso NR	% Makespan	% Atraso NR	Diminuição do atraso NR	% Diminui o atraso NR
BP50_BC00 (0)(0)	0	18.50	0	0.00	0	36.75	0	0.00
BP50_BC15 (1)(1)	20	11.00	-7.50	-19.26	20	20.50	-16.25	-17.84
BP50_BC25 (2)(1)	40	7.00	-11.50	-29.53	20	21.50	-15.25	-16.74
BP50_BC35 (3)(2)	60	2.25	-16.25	-41.72	40	7.75	-29.00	-31.83
BP50_BC45 (4)(3)	80	0.20	-18.30	-46.98	60	4.60	-32.15	-35.29
		38.95				91.10		

Tabela 9.10: Trade-off (20% prob. Atraso)

Trade-off em porcentagens - (20% prob. Atraso)								
Duração enxuta do projeto	P2 = 5				P3 = 5			
MEDIAS	% Makespan	% Atraso NR	Diminuição do atraso NR	% Diminui o atraso NR	% Makespan	% Atraso NR	Diminuição do atraso NR	% Diminui o atraso NR
BP50_BC00 (0)(0)	0	17.75	0	0.00	0	30.75	0	0.00
BP50_BC15 (1)(1)	20	7.25	-10.50	-28.42	20	18.25	-12.50	-14.39
BP50_BC25 (2)(1)	40	8.50	-9.25	-25.03	20	24.50	-6.25	-7.20
BP50_BC35 (3)(2)	60	1.25	-16.50	-44.65	40	7.75	-23.00	-26.48
BP50_BC45 (4)(3)	80	2.20	-15.55	-42.08	60	5.60	-25.15	-28.96
		36.95				86.85		

Tabela 9.11: *Trade-off* (15% prob. Atraso)

Trade-off em porcentagens (15% prob. Atraso)								
Duração enxuta do projeto	P2 = 5				P3 = 5			
MEDIAS	% Makespan	% Atraso NR	Diminuição do atraso NR	% Diminui o atraso NR	% Makespan	% Atraso NR	Diminuição do atraso NR	% Diminui o atraso NR
BP50_BC00 (0)(0)	0	14.00	0	0.00	0	29.50	0	0.00
BP50_BC15 (1)(1)	20	8.00	-6.00	-21.47	20	13.50	-16.00	-23.15
BP50_BC25 (2)(1)	40	4.00	-10.00	-35.78	20	13.25	-16.25	-23.52
BP50_BC35 (3)(2)	60	1.75	-12.25	-43.83	40	8.25	-21.25	-30.75
BP50_BC45 (4)(3)	80	0.20	-13.80	-49.37	60	4.60	-24.90	-36.03
		27.95				69.10		

Tabela 9.12: *Trade-off* (10% prob. Atraso)

Trade-off em porcentagens (10% prob. Atraso)								
Duração enxuta do projeto	P2 = 5				P3 = 5			
MEDIAS	% Makespan	% Atraso NR	Diminuição do atraso NR	% Diminui o atraso NR	% Makespan	% Atraso NR	Diminuição do atraso NR	% Diminui o atraso NR
BP50_BC00 (0)(0)	0	13.50	0	0.00	0	24.00	0	0.00
BP50_BC15 (1)(1)	20	7.75	-5.75	-21.70	20	11.25	-12.75	-24.47
BP50_BC25 (2)(1)	40	3.75	-9.75	-36.79	20	12.00	-12.00	-23.03
BP50_BC35 (3)(2)	60	0.50	-13.00	-49.06	40	2.25	-21.75	-41.75
BP50_BC45 (4)(3)	80	1.00	-12.50	-47.17	60	2.60	-21.40	-41.07
		26.50				52.10		

9.3. Efeitos dos critérios de priorização

Tabela 9.13: Atraso efetivo do projeto um

ATRASSO PROJETO 1			
Prob. Atraso projeto P1	Priori. Fixa	Priori. Dinâmica	Priori. Mista
80%	4.5	7.0	7.0
60%	1.6	3.0	2.2
47%	1.1	1.2	1.7
25%	-0.9	-0.7	-0.4
20%	-1.0	-0.9	-1.0
15%	-1.3	-1.3	-1.2
10%	-1.5	-1.6	-1.4
5%	-2.1	-2.1	-2.0

Tabela 9.14: Atraso efetivo do projeto dois

ATRASSO PROJETO 2			
Prob. Atraso projeto P2	Priori. Fixa	Priori. Dinâmica	Priori. Mista
80%	6.5	5.4	5.0
60%	3.0	3.2	3.1
47%	2.6	2.2	2.1
25%	0.7	0.4	0.4
20%	0.2	0.0	0.1
15%	-0.1	0.0	0.0
10%	-0.6	-0.5	-0.5
5%	-1.0	-0.9	-1.0

Tabela 9.15: Atraso efetivo do projeto três

ATRASO PROJETO 3			
Prob. Atraso projeto P3	Priori. Fixa	Priori. Dinamica	Priori. Mista
80%	8.0	8.2	9.1
60%	5.7	5.1	5.4
47%	3.3	3.3	3.2
25%	1.4	1.4	1.5
20%	1.1	1.0	1.1
15%	0.6	0.4	0.4
10%	-0.2	-0.2	-0.2
5%	-0.7	-0.8	-0.7

Tabela 9.16: Atraso efetivo do sistema

TOTAL ATRASO SISTEMA			
Prob. Atraso	Priori. Fixa	Priori. Dinamica	Priori. Mista
80%	19.0	20.6	21.2
60%	10.3	11.3	10.7
47%	7.0	6.7	6.9
25%	1.1	1.0	1.5
20%	0.3	0.2	0.2
15%	-0.8	-0.9	-0.8
10%	-2.3	-2.3	-2.1
5%	-3.9	-3.7	-3.7

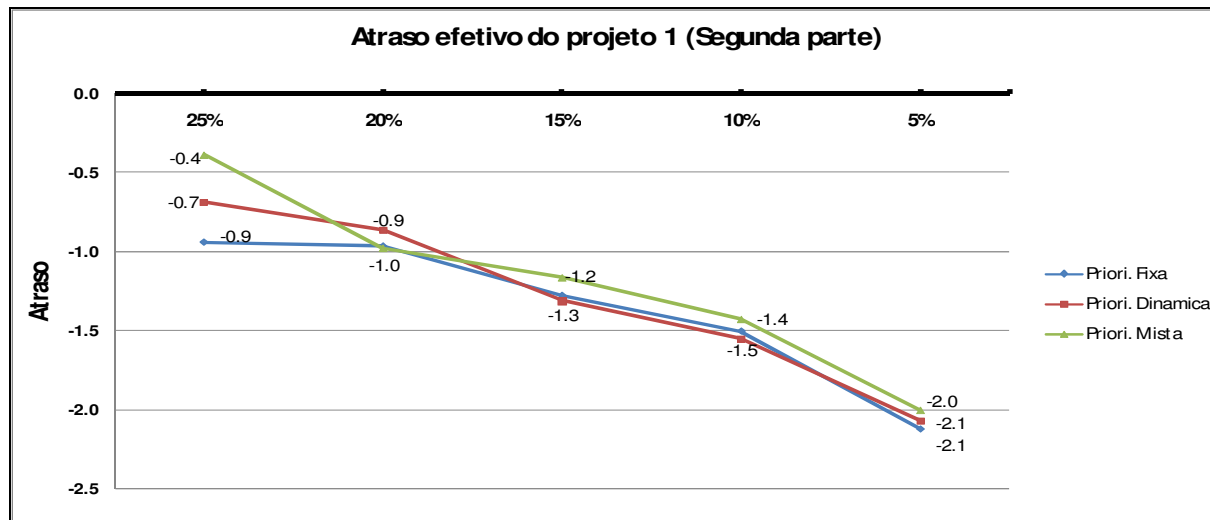


Figura 9.1: Atraso do projeto um – segunda parte

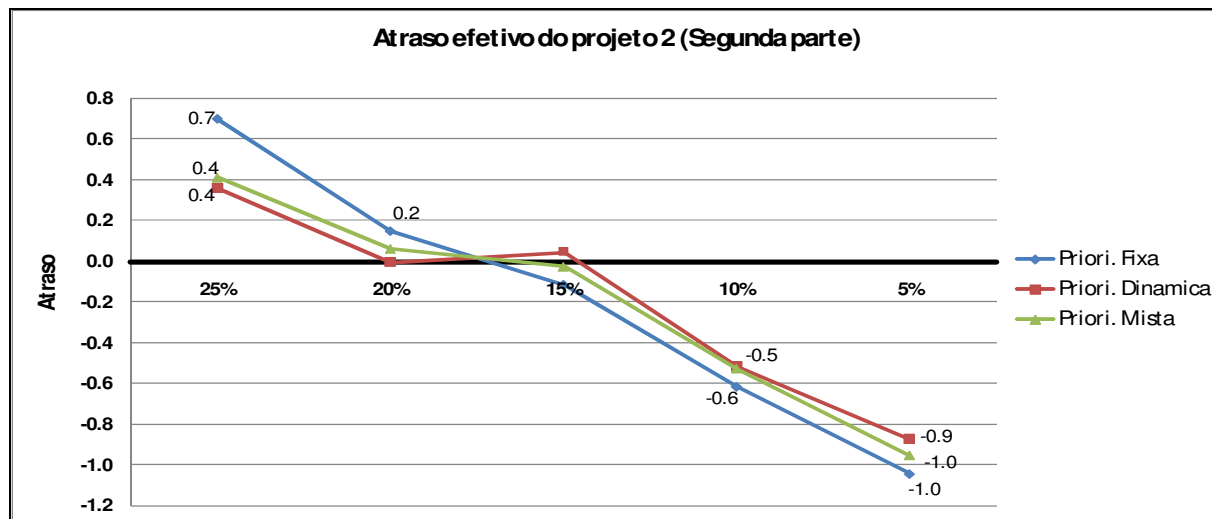


Figura 9.2: Atraso do projeto dois – segunda parte

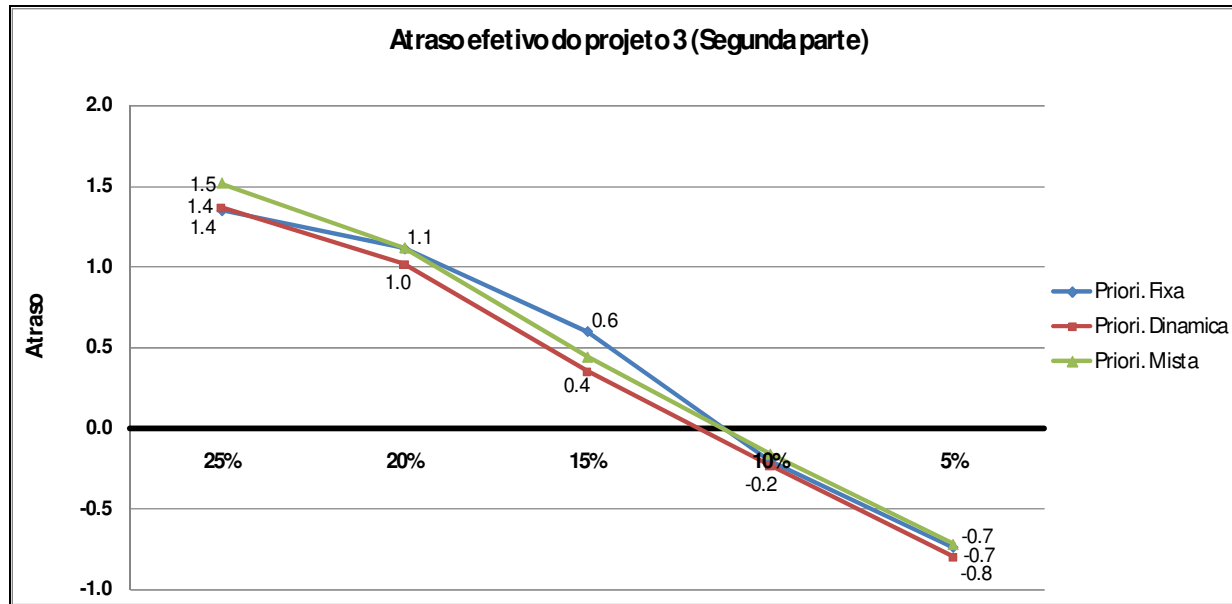


Figura 9.3: Atraso do projeto dois – segunda parte