

Gestão de stocks

1. Considere-se o artigo X cuja procura média anual (300 dias) é de 12000 unidades. O capital necessário para suportar uma unidade em *stock* durante 1 ano é igual a 0,625€. Sendo o custo unitário de aquisição igual a 2,5€ e o custo fixo de aquisição igual a 1,5€, e sabendo também que o tempo de entrega é igual a 5 dias, determine a política óptima de gestão deste *stock*.
2. Para evitar situações de escassez que originassem interrupções na linha de produção, uma fábrica mantém um *stock* de uma dada matéria prima necessária à produção. O custo anual de armazenamento é de 75€ por tonelada e as necessidades diárias de matéria prima são, em média de 1 ton. A matéria prima é recebida em lotes, acarretando a encomenda, transporte e recepção de cada um uma despesa fixa aproximada de 125€, independentemente da dimensão do lote. Qual a dimensão aconselhável para lote? Com que intervalo entre encomendas?
3. Uma empresa produz um dado artigo A, a uma taxa de 1050 unidades por semana, e pretende definir a política de gestão do seu *stock* de produtos acabados. As estimativas dos custos de armazenamento (por unidade e mês) e do custo fixo de lançamento da produção são de 15€ e 75.000€, respectivamente. A procura semanal de A é, em média, de 700 unidades e a empresa desejaria evitar uma situação de ruptura para valores médios da procura. À empresa foram propostas duas políticas de gestão alternativas:
 - P1 - produzir até atingir um nível máximo de existências de 700 unidades, com fases de produção espaçadas de uma semana;
 - P2 - produzir até atingir um nível máximo de existências de 1400 unidades, com fases de produção espaçadas de duas semanas.
 - (a) Considerando apenas os valores médios da procura, qual das duas políticas considera mais favorável?
 - (b) Sugira, justificando, uma política que considere preferível às duas propostas.
4. Considere um estaleiro de construção metálica em que existem diversos equipamentos electromecânicos que incluem numerosas componentes de certo tipo X, cujo custo unitário é de 5.000€. Estas componentes avariavam-se com alguma frequência, estimando-se que o número de componentes avariadas semanalmente, e que devem ser substituídas por outras novas, é pouco variável e ronda as 10 unidades. O custo de ruptura resultante da falta de uma componente durante uma semana é estimado em 15.000€. O custo anual de armazenagem por componente é de cerca de 40% do custo unitário e o custo fixo de encomenda é estimado em 10.000€. Calcule o intervalo óptimo entre encomendas e a capacidade de armazenamento necessária.
5. A OLEGI, S.A. é uma empresa industrial que utiliza uma semente oleaginosa como matéria prima para o fabrico de um óleo alimentar, em produção contínua. O consumo diário desta semente ronda as 10 toneladas e a OLEGI tem vindo a adoptar como regra de gestão colocar

encomendas de 300 toneladas de forma a serem recebidas de 30 em 30 dias. O responsável pela gestão da aquisição da semente apercebeu-se que essa gestão poderia ser feita de forma mais eficaz. Analisando as contas da empresa, o gestor pôde estimar que a colocação, transporte e recepção de uma encomenda de semente acarretam uma despesa fixa média de 196,875€ independentemente da dimensão do lote. Cada tonelada de semente custa à empresa 182,50€ e foi possível ainda estimar que os custos anuais de manutenção de *stocks* atingem os 35% do custo de aquisição. Determine a política óptima de gestão de compra da semente.

6. A empresa ROLHEX é responsável pela distribuição de rolhas numa dada região. No momento actual a ROLHEX apenas se limita a encomendar lotes de rolhas para satisfazer uma procura mensal (1 mês = 30 dias) de 40.000 rolhas na dada região. Cada encomenda feita ao fornecedor habitual incorre num custo de 1.600€ (este custo envolve, entre outros, custos de transporte, formulários, etc) e demora 5 dias a chegar. Além disso, o custo de cada rolha comprada ao fornecedor é de 0,10€. A ROLHEX é dona de um armazém com capacidade suficiente para receber qualquer quantidade encomendada, sendo o custo de armazenar uma rolha igual a 0,02€ por mês. A ROLHEX segue uma política de não admitir ruptura de *stocks*.

- (a) Admitindo que não é permitida ruptura de *stocks*, descreva detalhadamente o plano óptimo de encomendas.
- (b) Indique se compensa à ROLHEX trocar a política de encomenda de rolhas por uma política de produção de rolhas dentro da própria empresa. A linha de produção permite uma produção diária de 4.000 rolhas e o custo de *setup* é de 600€ por cada lote produzido. Caso responda afirmativamente, descreva detalhadamente o novo plano óptimo. Caso responda negativamente, indique o custo de *setup* máximo que faria mudar a política considerada na alínea anterior

7. Um fabricante de automóveis, fruto do ritmo de produção razoavelmente constante, precisa de aplicar uma certa peça a uma taxa de 1000 por mês (1 mês = 20 dias). Essas peças são encomendadas a um fornecedor, que cobra um valor de 200€ respeitantes ao transporte da encomenda. O fabricante apurou que uma peça armazenada durante um mês representa um custo de 5€.

O fornecedor vende em lotes de 25 peças, por um total de 50€ cada lote. Considere-se ainda que a fábrica aceita ficar sem *stock*, sendo que por cada peça em falta durante um dia custa 1,25€.

- (a) Qual deve ser a política de *stock* da empresa?
 - (b) Admita agora que o fornecedor aceitou uma proposta de efectuar um desconto de quantidade, desde que a encomenda seja superior ou igual a 600 peças. Que desconto será suficiente para que seja preferível optar pelo desconto de quantidade?
8. A empresa FazTudo vende ao público uma ferramenta cuja procura é considerada constante, com uma taxa de 200 unidades por mês (1 mês=20 dias). Actualmente, existem duas possibilidades da empresa satisfazer esta procura, as quais podem ser designadas de modo genérico por “revenda” e “produção própria”. Sobre cada uma dessas alternativas, sabe-se o seguinte:
- “Revenda” – A empresa adquire a ferramenta a um fornecedor em lotes de 10 unidades, sendo que cada lote tem um custo de 200€. Cada encomenda efectuada ao fornecedor

implica um pagamento de 75€. Considera-se que o tempo que o fornecedor demora a colocar uma encomenda no armazém da empresa é negligenciável.

- “Produção própria” – A empresa produz a ferramenta e cada unidade tem um custo de produção igual a 23€. Por outro lado, a preparação da produção de um lote, independentemente da sua dimensão, representa um custo de 50€. O ritmo de produção será de 20 unidades por dia.

Em qualquer um dos casos, cada unidade em *stock* tem um custo diário de 4,50€.

- (a) Determine qual das alternativas deve a empresa seguir, indicando a dimensão dos lotes respectivos, bem como a duração dos ciclos de aprovisionamento.
 - (b) Sabendo que a empresa vende a ferramenta ao público por 28,95€, determine as margens obtidas num cenário e noutro, reforçando desse modo a conclusão já obtida. Admita que todos os custos associados estão já imputados nos valores apresentados.
9. Uma empresa que produz componentes industriais tem uma procura de cerca de 500 unidades por semana. A empresa encontra-se neste momento a avaliar a estratégia que deve adoptar relativamente à produção e aprovisionamento das componentes, tendo já avaliado que o armazenamento de uma peça custa, por dia, 10 centimos. Por um lado (hipótese A), a empresa poderá subcontratar a produção, sendo que o fornecedor já identificado apresentou uma proposta que inclui um custo fixo de encomenda de 500€ e um custo unitário de aquisição de 2€. Por outro lado (hipótese B), a empresa poderá produzir por produzir as componentes. Sabe-se que, nesse cenário, por cada lote de produção considera-se um custo de 200€, independente da dimensão do lote. Considere que, no caso da empresa em questão, 1 semana tem 5 dias.
- (a) Caso a empresa decida optar pela subcontratação de produção, qual deverá ser o lote de encomenda, qual o intervalo de tempo entre encomendas consecutivas, e qual o custo semanal resultante do aprovisionamento?
 - (b) No cenário da alínea anterior, indique qual o preço de venda mínimo pelo qual poderá a empresa comercializar as componentes, tendo em consideração apenas o custo imputado à gestão da produção e aprovisionamento.
 - (c) A empresa tem capacidade para determinar a taxa de produção, mas ainda não tomou essa decisão. Determine o valor máximo que o custo unitário de produção poderá ter em função da taxa de produção. Exemplifique para o caso em que essa taxa é de 800 unidades por semana.
10. Uma empresa comercializa ao público um certo produto que apresenta uma procura constante e contínua, com uma taxa de 5000 unidades por mês. Para tal, a empresa aprovisiona-se junto de um fornecedor que lhe cobra 90€ por encomenda, independentemente da sua dimensão. A empresa estima ainda que o armazenamento diário de uma peça custe 16 centimos. A empresa está neste momento a ponderar a possibilidade de ter ruptura de *stocks*, e avaliou o custo diário de uma unidade em ruptura como sendo 9 vezes superior ao custo de armazenamento. Considere adicionalmente que o fornecedor vende cada unidade do produto a 15€ e que a empresa funciona numa base de 20 dias por mês.
- (a) Considerando que a empresa irá levar a cabo a política de ruptura de *stocks*, indique qual deverá ser o lote de encomenda, qual o intervalo de tempo entre encomendas consecutivas,

- e qual o custo diário resultante do aprovisionamento? Mostre ainda durante quanto tempo está a empresa com ruptura de *stock* e qual é o número máximo de unidades em falta que terá.
- (b) Mostre qual a redução do custo imputado a cada unidade do produto provocada pela utilização da situação de ruptura (compare com a situação em que a ruptura não é permitida).
11. Uma certa empresa comercializa um produto de venda em grande quantidade. Estima-se que a procura seja de 200 unidades por dia. Porém, motivada por um determinado fenómeno, a procura passa para 400 unidades por dia quando existem 1000 ou menos unidades em *stock*. A empresa encomenda a um fornecedor, que lhe cobra um valor fixo de 2000€ por cada encomenda, e que lhe vende cada unidade a 25€. Estima-se que o armazenamento diário de cada unidade custe 30 centimos.
- (a) Para simplificar os seus cálculos, a empresa considera que a procura média é de 300 unidades por dia, e utiliza essa taxa para efeitos de cálculo. Nessa base, encontre a quantidade óptima que a empresa deve encomendar.
- (b) Compare o custo diário dado pelo modelo com aquele que na realidade se verifica.
- (c) Valerá a pena optar por uma quantidade diferente da encontrada, tomando por base a diferença registada na alínea anterior?
12. Uma empresa distribuidora de peças automóveis comercializa baterias, as quais compra a um fornecedor e vende a oficinas. Estima-se que a procura destas baterias seja razoavelmente constante e linear, na ordem das 100 unidades por semana. O fornecedor factura, por cada encomenda, 200€ fixos, acrescidos de 40€ por cada unidade encomendada. Admite-se que cada bateria que se encontre armazenada durante uma semana custa à empresa 1€.
- (a) Determine qual deve ser o plano de aprovisionamento desta empresa, indicando claramente a dimensão de cada encomenda, os períodos em que se lançam as encomendas, assim como o custo semanal do aprovisionamento.
- (b) O fornecedor, após alguns pedidos da empresa, está disposto em baixar o custo fixo de cada encomenda para os 128€. Porém, argumenta que desse modo terá que aumentar o preço unitário das baterias. Qual é o valor máximo do custo unitário das baterias que a empresa estará disposta a aceitar, de forma a que a redução do custo fixo traga efectiva redução nos custos do aprovisionamento?
13. Considere o problema de reaprovisionamento do *stock* de um produto, caracterizado pelos seguintes parâmetros:

$$D = 5; K = 9; c = 10; h = 0,1$$

(As unidades de produto, tempo e moeda são, respectivamente: 1 caixa, 1 semana e 1000€)

O fornecedor oferece descontos de 5% e 10% no preço unitário para encomendas não inferiores a 50 e 100 unidades, respectivamente, mas o capital disponível para a realização de cada encomenda está limitado a 500€. Qual a decisão óptima de reaprovisionamento?

14. A procura mensal de um certo produto é de 500 unidades. Actualmente a empresa que o comercializa encomenda, trimestralmente, 1500 unidades desse produto. Quando a empresa

coloca uma encomenda ao fornecedor, este factura um valor, independente da quantidade encomendada, igual a 25€. Por outro lado, a empresa tem um custo mensal de armazenamento estimado em 25% do custo de aquisição de cada unidade.

- (a) Considerando que o fornecedor planeia vender cada unidade por 10€, calcule o custo mensal da actual política de *stock* e justifique porque não é a melhor.
 - (b) O fornecedor está agora disposto a negociar o preço unitário de venda à empresa. Poderá essa alteração vir a transformar a política actual de *stock* na melhor?
15. Considere um problema de gestão de stocks de um produto fabricado pela empresa que coloca o problema. Sabe-se que a procura desse produto é contínua e constante com uma taxa de 5 unidades por dia. Por outro lado, cada fase de produção tem um custo fixo associado igual a 200€ e tem uma capacidade para fabricar 8 unidades por dia. Cada unidade do produto custa 8€ para ser produzido e tem um custo diário de armazenamento igual a 10€. Admite-se roturas, mas pretende-se que o nível de serviço seja igual a 95%.
- (a) Determine a quantidade óptima a produzir.
 - (b) Indique qual o intervalo de tempo entre o início de duas fases de produção consecutivas.
 - (c) Que capacidade de armazenamento deve a empresa ter ?
 - (d) Qual deve ser o preço unitário a fixar pelo fabricante para a venda do produto ?
 - (e) Sabendo que a preparação do início da fase de produção tem habitualmente uma duração de 2 dias, indique qual deve ser o ponto de encomenda.

Gestão de projectos

16. Considere a seguinte lista de tarefas, para as quais se conhecem as durações e as precedências:

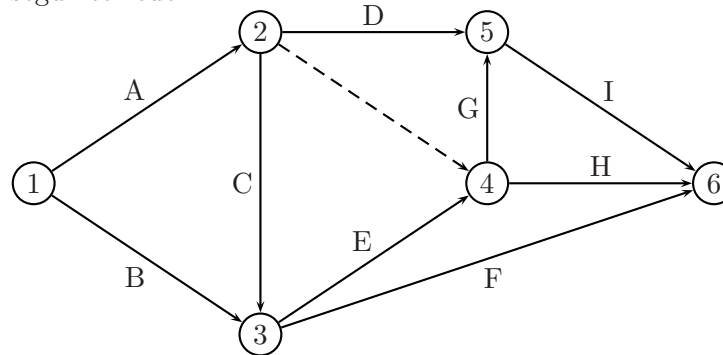
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Duração (em semanas)	8	5	6	3	2	5	2	4	7	4	9
Precedências	-	A	-	-	C	D	D	A,E,F	A,E,F	B	G,H,I

- (a) Determine a duração mínima de execução do projecto, assim como o respectivo caminho crítico.
- (b) Represente num diagrama de Gantt a calendarização das tarefas, assumindo que devem começar no instante mais cedo possível.
- (c) Considere agora que é possível acelerar a execução das tarefas, assumindo um custo que é linear em função dessa aceleração e que se encontra representado na seguinte tabela:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Duração Máxima	8	5	6	3	2	5	2	4	7	4	9
Duração Mínima	5	3	4	2	2	3	2	3	5	3	7
Custo unitário de aceleração	7	2	2	1	2	3	4	4	4	5	4

Sabendo que o projecto tem um custo indirecto de 6 u.m. por semana, determine a forma como devem ser executadas as tarefas de maneira a conseguir-se o menor custo total possível.

17. Considere um projecto em que as precedências colocadas sobre as suas tarefas encontram-se representadas na seguinte rede:



As durações das tarefas do projecto são dadas na tabela que se segue:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Duração (em dias)	4	7	1	10	5	3	2	7	4

- (a) Determine a duração mínima do projecto e identifique as actividades críticas.
- (b) Considere agora que cada tarefa deste projecto precisa ser acompanhada por um determinado conjunto de especialistas em duas áreas. O número de especialistas necessários para cada tarefa é indicado na tabela que se segue:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Nº de especialistas da área 1	2	5	1	0	2	0	1	1	2
Nº de especialistas da área 2	0	3	4	1	2	0	3	2	1

Verifique que a duração do projecto determinada na alínea anterior fica impossibilitada e calendarize as tarefas de acordo com a seguinte regra heurística para o desempate no arranque de tarefas, sabendo que existem apenas 5 especialistas da área 1 e 4 especialistas da área 2:

1ª prioridade - Iniciar a tarefa que necessita do menor nº de especialistas da área 1

2ª prioridade - Iniciar a tarefa que necessita do menor nº de especialistas da área 2

Escalonamento de tarefas numa máquina

18. Considere um problema $1||\sum w_j C_j$, com os seguintes pesos e tempos de processamento:

tarefas	1	2	3	4	5	6	7
w_j	0	18	12	8	8	17	16
p_j	3	6	6	5	4	8	9

- (a) Determine todas as sequências óptimas.
- (b) Determine o efeito da alteração de p_2 de 6 para 7 na solução(ões) óptima(s), assim como no valor do critério indicado para o problema.

19. Considere o seguinte problema de escalonamento numa só máquina:

tarefas	1	2	3	4	5	6
p_j	8	12	7	16	9	4
w_j	4	10	4	3	8	10

Determine uma sequência de processamento que minimize o tempo de conclusão ponderado (C_w). Indique a data de conclusão de cada tarefa nessa sequência.

20. Considere a seguinte instância de um problema de escalonamento:

tarefas	1	2	3	4	5	6	7
p_j	6	18	12	10	10	17	16
r_j	0	0	0	14	25	25	50
d_j	8	42	44	24	90	85	68

- (a) Obtenha a solução óptima para o problema $1|r_j|L_{\max}$.
 (b) Considere agora que existem as seguintes precedências:

$$2 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \\ 6 \rightarrow 7$$

Obtenha a nova solução óptima, respeitando estas condições.

21. Considere um problema de escalonamento com uma só máquina, para processar 4 tarefas com a seguinte informação:

tarefas	1	2	3	4
p_j	4	2	6	5
d_j	8	12	10	11

Determine sequências de processamento utilizando:

- (a) A regra SPT (*shortest processing time*)
 (b) A regra EDD (*Earliest due date*)

22. Resolva o problema $1||\sum U_j$ com os seguintes dados:

tarefas	1	2	3	4	5	6
p_j	10	3	4	8	10	6
d_j	15	6	9	23	20	30

23. A empresa ConstroiMuito recebeu 5 pedidos de construção de vivendas. A empresa tem uma elevada reputação, pelo que os clientes tenderão a esperar o tempo que for necessário até o seu pedido se encontrar satisfeito. Conhecem-se os seguintes dados sobre os pedidos recebidos:

pedidos	1	2	3	4	5
receita (milhares de €)	145	290	910	1150	200
tempo de construção (dias)	150	200	400	450	1000

Assumindo que a ConstroiMuito só consegue estar a construir uma vivenda de cada vez, e negligenciando o tempo de transição de uma obra para outra, indique uma medida razoável para a empresa decidir como deve sequenciar os pedidos. Indique a sequência assim obtida.

24. Numa certa oficina, existe apenas um mecânico durante o turno da noite. Numa certa noite, esse mecânico tem em mãos 6 pedidos, cuja duração estimada de reparação é de, respectivamente, 115, 145, 40, 25, 70 e 30 minutos.

- (a) Assumindo que os donos das viaturas vão entregar o carro no início do turno e que esperam até o serviço estar concluído, qual será o tempo médio de espera dos clientes?
- (b) Mostre em que medida poderia esse tempo médio melhorar caso existisse outro mecânico a realizar o mesmo tipo de reparações.

Escalonamento de tarefas com m máquinas

25. Considere a seguinte instância do problema $P3||C_{\max}$:

tarefas	1	2	3	4	5	6	7	8
p_j	15	11	9	6	12	18	9	14

- (a) Aplique a regra LPT para obter uma escalonamento.
- (b) Efectue uma troca no escalonamento que permita melhorar o valor de C_{\max} .
26. Numa oficina de tipo *flow-shop*, onde existe apenas 1 mecânico e 1 pintor, 6 automóveis necessitam das seguintes operações, supostas ininterruptas, nas durações indicadas:

Automóvel i		1	2	3	4	5	6
(M ₁)	Reparação	5	0	2	1	6	3
(M ₂)	Pintura	3	4	4	0	6	0

- (a) Calendarize as operações de forma a minimizar o tempo total necessário para as realizar.
- (b) Calendarize as operações de forma heurística:
- Na fila de espera para Reparação, use a regra SPT (isto é, escolha a operação candidata com menor valor de p_{i1}); desempates por escolha do menor p_{i2} ;
 - Na fila para Pintura, use a regra LPT (isto é, por maior valor de p_{i2}); desempates pela disciplina FIFO.
- (c) Para uma das soluções antes obtidas, desenhe o diagrama de Gantt e calcule o tempo médio de espera dos automóveis e o tempo médio de inactividade dos trabalhadores.
27. Considere o seguinte problema de *flow-shop* ($M1 \rightarrow M2 \rightarrow M3$):

	$X \equiv M_1$	$Y \equiv M_2$	$Z \equiv M_3$	d_i
$A \equiv J_1$	1	2	3	10
$B \equiv J_2$	0	4	4	10
$C \equiv J_3$	3	3	5	10
$D \equiv J_4$	2	0	0	10

- (a) Desenhe a rede de precedências entre operações. É possível definir uma solução não admissível para este problema? Justifique.
- (b) Construa uma solução admissível por aplicação da seguinte regra de sequenciação dinâmica:
- Se, num dado instante t , dois ou mais *jobs* forem candidatos a usar um mesmo processador que esteja livre, dá-se prioridade àquele que tiver menor folga total restante, definida por $f_i(t) = d_i - t - s_i(t)$, onde $s_i(t)$ é a soma dos tempos de processamento das operações que o *job* J_i ainda tem para realizar.

Represente a solução obtida através de um diagrama de Gantt.

- (c) Apenas nesta alínea considere que só é possível executar uma operação de cada vez (isto é, não pode haver 2 ou mais processadores a funcionar simultaneamente) e defina o prazo desejado para o fim de uma operação O_{ij} por $d_{ij} = d_i - \sum_{k=j+1}^3 p_{ik}$. Determine todas as seqüências que minimizam o atraso médio das operações. (Sugestão: SPT)
- (d) Suponha agora que, em qualquer dos processadores, $i < k \Rightarrow J_i \prec J_k$ (a relação \prec é a habitual de precedência). Desenhe a rede de precedências entre operações, considerando esta nova regra. Determine o valor mínimo de C_{\max} e calendarize as operações através de um cronograma.
28. Considere as seguintes instâncias de um problema de *jobshop*, para as quais deverá encontrar seqüências eficientes através da heurística *shifting bottleneck*:

	tarefas	M1	M2	M3
	j_1 (M1→M2→M3)	5	10	12
(a)	j_2 (M1→M3→M2)	4	8	3
	j_3 (M3→M2→M1)	7	6	9
	j_4 (M2→M3→M1)	11	7	5

	tarefas	M1	M2	M3	M4
	j_1 (M1→M2→M4)	6	8	-	5
(b)	j_2 (M2→M3→M4)	-	4	4	3
	j_3 (M4→M2→M1)	4	6	-	8
	j_4 (M2→M3→M4)	-	5	10	15

29. Considere o problema da leitura matinal de quatro jornais (Público (P), Diário de Notícias (DN), Jornal de Notícias (JN), A Capital (C)) por quatro conselheiros do primeiro-ministro (António Almeida (AA), Bernardo Batista (BB), Carlos Cipriano (CC), Daniel Duarte (DD)). Na tabela seguinte indica-se as horas em que essas pessoas podem inicial a leitura, a ordem pela qual desejam ler os jornais e os tempos de leitura previstos, em minutos:

AA:	8:30	→	P	(60)	→	DN	(30)	→	JN	(2)	→	C	(5)
BB:	8:45	→	DN	(75)	→	JN	(3)	→	P	(25)	→	C	(10)
CC:	8:45	→	JN	(5)	→	DN	(15)	→	P	(10)	→	C	(30)
DD:	9:30	→	C	(90)	→	P	(1)	→	DN	(1)	→	JN	(1)

- (a) Verifique que apenas a primeira das seguintes soluções é admissível, construa o diagrama

de Gantt respectivo, e avalie-a segundo várias medidas de desempenho:

S1:	P:	AA	→	BB	→	CC	→	DD
	DN:	BB	→	CC	→	AA	→	DD
	JN:	CC	→	BB	→	AA	→	DD
	C:	DD	→	AA	→	CC	→	BB
S2:	P:	DD	→	BB	→	AA	→	CC
	DN:	DD	→	CC	→	BB	→	AA
	JN:	DD	→	BB	→	CC	→	AA
	C:	AA	→	DD	→	CC	→	BB
S3:	P:	CC	→	DD	→	BB	→	AA
	DN:	BB	→	CC	→	AA	→	DD
	JN:	BB	→	CC	→	AA	→	DD
	C:	BB	→	AA	→	DD	→	CC

(b) Calendarize as operações de leitura por aplicação da regra heurística SPT.