Parte 5

5.1 – Formulação do Problema

5.1.1 Alterações

Em relação à parte 3, as alterações realizadas para a parte 5 foram:

- em todo o projeto, em vez de 1 variável de redução, teremos 2 variáveis de redução por cada nodo: uma associada ao custo 1 e outra associada ao custo 2. Para além disso, as variáveis deixam de ser inteiras para serem decimais.

- nas restrições, em vez de subtrair apenas 1 variável de redução ao tempo da atividade associada, iremos subtrair duas variáveis de redução ao tempo da atividade associado.

- na função objetivo, em vez de um nodo ter só um custo de redução associado, terá agora 2

5.1.2 Objetivo

O objetivo deste modelo nesta parte é bastante semelhante ao da parte 3: minimizar o custo suplementar de redução dos tempos nos nodos obedecendo às novas restrições postas. No entanto, em vez de cada nodo estar associado a um tempo máximo de redução e um custo suplementar, estará associado a 2 custos suplementares destintos e seus tempos máximos de redução.

5.1.3 Variáveis de Decisão

As nossas variáveis de decisão são inteiras: **ti,** no qual representa o tempo acumulado até o nodo i (tal que i ϵ {0,1,2,3,5,6,7,9,10,11,f}), representando o tempo mínimo decorrido até se poder iniciar a atividade do nodo i em causa; tf representa o tempo total de execução das atividades pertencentes ao caminho crítico, respeitando as suas devidas precedências; ri\_ j é o número U.T. reduzidas no nodo i com o custo j associado (tal que i ϵ {0,1,2,3,5,6,10,11,f} e j ϵ {1,2});

5.1.4 Função Objetivo

Tem-se então a seguinte função objetivo:

Na função objetivo, todas as parcelas que não têm nenhum coeficiente ri\_ j associado são os custos constantes ou normais de se realizar uma determinada atividade. Os coeficientes dos ri\_ j são o custo suplementar de se reduzir por U.T. no nodo i com o custo j. É de notar que as atividades 7 e 9 continuam a não ter qualquer custo suplementar associado.

3.1.4 Restrições

O problema em questão exigia as seguintes restrições:

- limitar as reduções em cada nodo para cada custo associado segundo a tabela dada no enunciado:

- Tal como na parte III, para representar as precedências dos nodos, utilizamos a variável ti nas restrições, onde ti representa o tempo mínimo decorrido até se poder iniciar a atividade do nodo i em causa. A diferença nestas restrições em relação à parte 3 é a possibilidade de reduzir o tempo normal com duas variáveis de redução ri\_ j, exceto nas atividades 7 e 9 que não têm reduções associadas. t0 e t6 são inicializados a 0, pois são os nodos adjacentes ao nodo inicial, logo podem ser todos iniciados no instante de tempo 0.

As restrições acerca do tempo total obtido na parte 1, ou seja, tf, em relação à parte 3 só muda a variável y de 3 para 4:

- Continuamos a não adicionar as restrições de não-negatividade porque o LPSOLVE assume implicitamente que as variáveis não são negativas.

3.2 - Input no LPSolve

Este foi o input realizado no programa LPSolve, no qual incluí a declaração das variáveis inteiras (como mencionado anteriormente), a função objetivo, as restrições do problema e alguns comentários sobre o próprio input:

(INPUT LPSOLVE)

3.3 – Output do LPSolve

Este foi o output resultante do input inserido no LPSolve:

(OUTPUT LPSOLVE)

Como podemos ver, foi possível obter um output do programa, ou seja, o problema é possível tendo uma solução ótima com um custo mínimo de 10170 U.M.

3.4 – Reduções

Como se pode observar pelo output do LP SOLVE, a solução consiste em reduzir 0.5 U.T. na atividade 1 (com custo de 50 U.M. do custo 1), 0.5 U.T. na atividade 3 (com um custo de 50 U.M. do custo 1), 2 U.T na atividade 6 (com o custo de 90 U.M. do custo 1 mais 180 U.M. do custo 2), 0.5 U.T. na atividade 10 (com o custo de 250 U.M. do custo 1) e 1.5 U.M. na atividade 11 (com o custo de 500 U.M. do custo 1 mais 500 U.M. do custo 2), dando um tempo total de duração do projeto de 18 U.T, como especificado nas restrições. O custo suplementar total é de 1070 U.M. Assim o custo final será de 10170 U.M. (Custo normal + custo suplementar = 9100 + 1070). É de notar que desta vez foi também necessário efetuar reduções em atividades que não pertencem ao caminho crítico, pois o tempo total pedido era menor. Podemos confirmar esse mesmo resultado com o seguinte diagrama de gantt com as novas durações:

(DIAGRAMA GANTT)