

7

Referências Bibliográficas

ABRAHÃO, I. N. **Modelagem e otimização em sistemas de produção siderúrgica**. 2000. 71 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2000.

BALAS, E. The prize collecting travelling salesman problem. **Networks**, v. 19, p. 621-636, 1989.

LIXIN, T.; JIYIN L.; AIYING R.; ZIHOU Y. A review of planning and scheduling systems and methods for integrated steel production. **European Journal of Operacional Research**, v. 133, p. 1-20, 2001.

LOPEZ, L.; CARTER, M.W.; GENDREAU, M. The hot strip mill production scheduling problem: a tabu search approach. **European Journal of Operacional Research**, v. 106, p. 317-335, 1998.

MASSOTE, A. A. **Um estudo de seqüenciamento aplicado na linha de chapas grossas da COSIPA**. 1991. 152 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1991.

MATSUMURA, T.; NAKAMURA M.; TAMAKI S.; ONAGA K. A parallel Tabu search based on aspiration control and its cooperative execution. **Iece Trans. Fundamentals**, v. E83-A, n. 11, p. 2198-2202, nov. 2000.

NORONHA, T. F. **Uma abordagem sobre metaheurísticas**. Natal, 2000. Departamento de Informática de Matemática Aplicada, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em:<thiago@dimap.ufrn.br>. Acesso em 15 mar. 2001.

PROBLEMA do caixeiro viajante. Disponível em:<<http://www.athena.mat.ufrgs.br/~portosil/caixeiro.html>>. Acesso em: 10 set. 2001.

REBELLO, F. R. **Zoneamento e roteamento de veículos da coleta de correspondência dos correios usando algoritmos genéticos**. 2000. 124 f. Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

RESENDE M. G. C.; PARDALOS P. M.; EKSIIOGLU S. D. **Parallel metaheuristics for combinatorial optimization**. In: International School on Advanced Algorithmic Techniques for Parallel Computations with Applications, 1999, Natal.

SMITH, V. J. R.; BURTON, F. W. **Modern heuristic techniques for combinatorial problems**. Londres: Colin R. Reeves, 1993. p. 1-19, 70-196.

ZWEBEN M.; FOX M. S. **Intelligent scheduling**. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 1994. p. 629-654.

MAYERLE S. F.; **Um algoritmo genético para solução do problema do caixeiro viajante**. Florianópolis. CTC, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <mayerle@eps.ufsc.br>. Acesso em 04 abr. 2001.

Apêndice A - Principais características dos equipamentos do LTQ da CST

- **Pátio de Estocagem de Placas (PEP)**

- Três vãos com 30 m de largura cada, com área aproximada de 15.800 m² e capacidade de 50.000 t;
- Poços de retenção de calor das placas com capacidade de 4.000 t;
- Conexão com as máquinas de lingotamento contínuo através de mesas de rolos;
- Operação das pontes rolantes totalmente automatizadas.

- **Forno de Reaquecimento de Placas (FR)**

- Tipo '*Walking Beam*', com capacidade de 400 t/h;
- Dimensão:
 - √ Largura: 12.100 mm;
 - √ Comprimento: 53.000 mm.
- Queimador do tipo lateral nas zonas superior e inferior, exceto na zona de encharque superior, com queimador de teto;
- Combustível: gás misto (COG – *Coke Oven Gas* + BFG – *Blast Furnace Gas*), com poder calorífico de 2.600 kcal/Nm³.

- **Laminador de Desbaste de Placas (LD)**

- Tipo quadro-reversível;
- Potência:
 - √ Desbaste (RM): 2 x 7.500 kw (AC);
 - √ Edger (VE): 2 x 1.500 kw (AC).
- Velocidade: 50 100 rpm;
- Força máxima de laminação (RM): 4.000 t - (VE): 700 t;
- Ajuste de '*pass line*' através de cilindro hidráulico '*screw up*', passe a passe;
- Controle de abertura do VE através de cilindro hidráulico;

- Redução máxima de largura de 75 mm, bobina/placa;
- Sistema de troca rápida dos cilindros de trabalho, '*side shifting*' em 10 minutos;
- Cilindros:
 - √ Edger: 1200/1100 mm (Grooved);
 - √ RM: 1250/1150 x 2050 mm;
 - √ BUR: 1500/1350 x 2050 mm.

- **Coil Box (CB)**

- Tipo sem mandril, com duplo estágio, operações de bobinamento e desbobinamento simultâneas;
- Proteção lateral ajustável à largura do esboço;
- Espessura do esboço: 20 a 40 mm;
- Velocidade de processo: 3,5 a 5,5 mps.

- ***Crop Shear (CS)***

- Tipo rotativa, com velocidades periféricas entre dromos diferentes
- Sistema de corte otimizado com orientação via câmeras;
- Espessura do esboço: 20 a 40 mm;
- Lâminas curvas no topo e retas na cauda;
- Troca de lâminas através de troca total do cassete.

- **Trem Acabador (TA)**

- Tipo quádruplo com seis cadeiras;
- '*Continuously Variable Crown (CVC)*' nas três primeiras cadeiras, '*Work Roll Shift*' (± 150 mm) e '*Roll Bending*' (150 t/mancal) nas seis cadeiras;
- Potência dos motores: 800 kw (AC) para cada cadeira;
- Controle de tensão entre cadeiras através de rolos tensores, de baixa inércia, com acionamento hidráulico;
- Força máxima de laminação: 4000t;

- Velocidade máxima (saída F6): 20 mps;
- Troca rápida dos cilindros: 6 minutos;
- Cilindros:
 - √ F1 a F3: 820/720 x 2350 mm;
 - √ F4 a F6: 700/620 x 2350 mm;
 - √ BUR: 1500/1350 x 2050 mm;

- **Resfriador de Tiras (RT)**

- Tipo '*Laminar Flow*', resfriamento superior com tubos tipo sifão e inferior spray;
- Vazão de água de 12500 m³/h, com tanque de equalização de pressão;
- Comprimento de seção úmida de 71,44 m e da saída da F6 até a primeira bobinadeira de 106,75 m.

- **Bobinadeira (BO)**

- Tipo hidráulica com 3 rolos abraçadores;
- Número de bobinadeiras: 2 (sendo uma retrátil);
- Espessura de bobinamento: 1,0 a 16,00 mm;
- Sistema automático de posicionamento dos rolos abraçadores do tipo AJC;
- Mandril de duplo estágio acionado por dois motores de 800 kw.

- **Linhas de Acabamento (LA)**

- ***Laminador de Encruamento (LE):***

- √ Tipo quádruo;
- √ Capacidade: 750000 t/ano;
- √ Dimensão processada – espessura: 1,0 a 6,5 mm / largura: 700 a 1880 mm;
- √ Peso máximo de bobina processada: 40 t;
- √ Redução máxima de 3%;

√ Cilindros – trabalho: 665/555 x 2030 mm / encosto:
1250/1100 x 2030 mm.

➤ ***Linha de subdivisão (LS):***

- √ Capacidade: 750000 t/ano;
- √ Dimensão processada – espessura: 1,0 a 12,7 mm / largura:
700 a 1880 mm;
- √ Peso máximo de bobina processada: 40 t;
- √ Borda da tira: aparada (*side trimmer*) ou universal.

Apêndice B - Funcionamento geral do algoritmo proposto

Fase de Seleção

Início;

escolher a quilometragem máxima de bobinas laminadas no caixão;

escolher a quilometragem máxima de bobinas laminadas em uma mesma faixa de larguras;

escolher a data de entrega mais tarde de bobina a entrar no caixão;

escolher as larguras máxima e mínima a entrarem no caixão;

escolher as espessuras máxima e mínima a entrarem no caixão;

escolher o salto máximo de largura permitido em uma faixa de larguras do caixão;

escolher a ordem de importância dos critérios de seqüenciamento;

Lê banco de dados de entrada contendo todas as placas não seqüenciadas do pátio;

enquanto (não percorrer todas as placas do pátio) {

 se (a placa satisfaz critérios de escolha e seqüenciamento recém estabelecidos pelo programador) {

 insere a placa na lista de placas aptas para compor o caixão;

 }

 senão{

 insere novamente a placa na lista de placas não seqüenciadas;

 }

}

fim.

Fase de Pré-sequenciamento

Início;

organiza as placas aptas para compor o caixão em ordem decrescente de larguras de BQs;

determina as faixas de largura as quais as placas pertencem;

organiza dentro de cada faixa de larguras as placas em ordem decrescente de espessuras de BQs;

percorre a nova lista reorganizada {

 para cada faixa de larguras da seqüência {

 para cada placa da faixa de larguras {

```

verifica a quilometragem de BQ atribuída a ela;
soma a quilometragem da placa com as das placas já verificadas
anteriormente na faixa mesma faixa determinando a quilometragem da faixa;
soma a quilometragem da faixa com as das faixas já verificadas
anteriormente determinando a quilometragem total do caixão;
se (a quilometragem total do caixão for menor do que o dobro da
quilometragem total determinada pelo programador) {
    se (a quilometragem da faixa for menor ou igual ao dobro da
quilometragem máxima permitida para cada faixa determinada pelo programador
ou nem todas as placas da faixa de larguras foram verificadas) {
        coloca a placa na lista de placas pré-sequenciadas;
    }
    senão {
        salta para a próxima faixa de larguras;
    }
}
senão {
    termina a verificação determinando a nova lista de placas pré-
sequenciadas;
}
}
} fim.

```

Fase de Seqüenciamento

Início;

percorre a lista de placas pré-sequenciadas;

seleciona as placas em posições ímpares para compor a lista de placas seqüenciadas;

insere novamente as placas de posições pares na lista de placas não seqüenciadas;

fim.