Insper

Tomada de decisão no processo de cortagem: minimizar a perda ou a troca de padrões de corte?

Maria Cristina N. Gramani

Insper Working Paper
WPE: 155/2008

TOMADA DE DECISÃO NO PROCESSO DE CORTAGEM: MINIMIZAR A PERDA OU A TROCA DE PADRÕES DE CORTE?

Maria Cristina N. Gramani

IBMEC – SÃO PAULO

Rua Quatá, 300 Vila Olímpia

04546-042 São Paulo - SP

mariacng@isp.edu.br

RESUMO

Este artigo enfoca a tomada de decisão em sistemas produtivos onde o processo de corte se faz relevante nos custos globais. Em geral os estudos apontam ou para a minimização da perda ocorrida no processo de corte ou para a minimização da troca de padrões de corte. O primeiro, mais amplamente estudado na literatura, ocorre em indústrias onde a matéria prima é custosa, logo deseja-se minimizar a quantidade de objetos cortados. O segundo objetivo, menos estudado na literatura por ser um problema NP-difícil, é geralmente encontrado em indústrias nas quais o tempo ou custo de preparação de máquinas é alto, valendo às vezes a pena pagar um pouco mais pela perda mas minimizando a troca de padrões de corte. Este artigo tem como objetivo propor um método de resolução para o problema de corte, dividindo-o em subproblemas menores e resolvendo-os de forma parcial. Pretende-se também mostrar que, em certos casos, o balanceamento dos dois objetivos anteriomente citados pode ser mais conveniente do que focar em apenas um único objetivo.

Palavras-Chave: corte de estoque, troca de padrões de corte, heurísticas.

INTRODUÇÃO

Considere uma linha de produção, por exemplo, em uma indústria de papel, onde bobinas são cortadas em bobinas menores a fim de atender as quantidades e dimensões especificadas pelos clientes.

Figura 1: Indústria de papel, Cataguazes (2007)

Este módulo de cortagem, por sua vez, tem um subproblema fundamental que exige a definição de como os itens (bobinas menores) devem ser arranjados dentro de cada bobina grande. A esta definição chamamos de *padrão de corte*, conforme Figura 2.

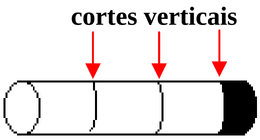

Figura 2: Um padrão de corte para o problema unidimensional.

Outras regras são necessárias para a definição de um padrão de corte, por exemplo, cortes do tipo *guilhotinados* (cada corte feito sobre uma placa retangular sempre produz dois novos retângulos), limitação na quantidade de peças demandadas (cortes restritos ou irrestritos), número de estágios (um corte é dito 2-estágios quando apenas uma mudança no sentido dos cortes guilhotinados é permitida: vertical/horizontal, ou horizontal/vertical), etc.

Quando uma quantidade elevada de itens deve ser produzida, temos um problema em que a solução exige a cortagem de vários objetos em estoque e a repetição de vários padrões de corte. Este problema é conhecido na literatura como *problema de corte de estoque.*

Uma das características do problema de corte de estoque refere-se à sua dimensão. O problema de corte de estoque unidimensional trata do problema em que apenas uma dimensão é relevante no processo de corte, por exemplo, no caso de bobinas em que o corte é realizado em apenas um sentido, como mostra a Figura 2. Já no caso de uma indústria de móveis, duas dimensões são relevantes no processo, como mostra a Figura 3, sendo então o problema de corte de estoque caracterizado como bidimensional.

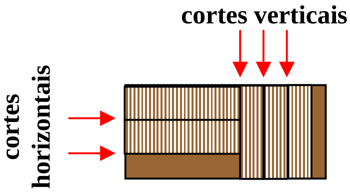

Figura 3: Um padrão de corte para o problema bidimensional

Vale observar que, o análogo dos problemas de corte são os *problemas de empacotamento*, os quais são igualmente essenciais para o planejamento de operações logísticas da indústria, como a armazenagem, movimentação ou transporte de itens produzidos. Neste caso, os produtos deverão ser arranjados em grandes espaços de tamanhos padronizados previamente projetados, como por exemplo, caixas de papelão ou madeira, contêineres, paletes, etc. Entretanto, este procedimento introduz um novo estágio - *a operação de empacotamento*, que nem sempre consegue preencher todos os espaços disponíveis (nas caixas, contêineres, etc.), gerando espaços ociosos, os quais serão, consequentemente, 'armazenados' e/ou 'transportados' juntamente com os itens produzidos. Surge então a necessidade de planejar o empacotamento de modo a minimizar os espaços ociosos. Note que o problema de corte pode ser pensado como um problema de empacotamento (e vice-versa), pois a parte do material que será cortado para produção de um item, pode ser identificada como o espaço ocupado por este. Por esta razão, tais problemas são referidos como *Problemas de Corte e Empacotamento* e são paralelamente estudados. Obviamente, os processos de cortagem e empacotamento podem introduzir restrições diferenciadas, tais como cortes em guilhotina, de um lado, carregamento estável, de outro. (Yanasse, 2006).

Para cada tipo de indústria o problema de corte de estoque tem sua característica específica. Mais ainda, cada problema pode ter um objetivo específico. No caso de problema de corte de estoque dois objetivos são usualmente analisados: minimizar a perda ocorrida no processo de corte e/ou minimizar a troca de diferentes padrões de corte. A seguir detalharemos cada um destes dois objetivos.

MINIMIZANDO A TROCA DE PADRÕES DE CORTE

Considere um processo de corte de estoque bidimensional, onde temos em estoque uma quantidade ilimitada de placas e um dado custo quando trocamos de um padrão de corte para outro, como mostra a Figura 4.

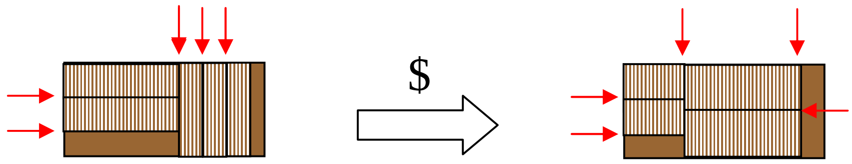

Figura 4: Padrão de Corte 1 Padrão de Corte 2

Este procedimento de troca de padrão de corte pode ter um alto custo e tempo de preparação de máquina por conta da troca de posição dos cortes verticais e horizontais. Por exemplo, a linha de produção de uma indústria de móveis, cuja característica é trabalhar com chapas de aglomerado, é composta por seis processos: 1. corte de chapas; 2. usinagem/colagem de bordas; 3. furação; 4. pintura; 5. usinagem/colagem de borda de peças manuais; e 6. embalamento. Aproximadamente 93% das peças fabricadas na empresa passam por esses processos. Em média 6,5% do tempo total de operação no setor de corte é gasto pelo *setup*, podendo chegar a mais de 8%. (Fogliatto e Fagundes, 2003).

A literatura apresenta alguns artigos referentes a este problema. McDiarmid (1999) mostra que o problema de minimizar os padrões de corte é *NP-hard* mesmo em casos especiais. Dizer que um problema é *NP-hard* significa que não existe e conjectura-se que provavelmente não existirá um algoritmo onde o número de operações elementares necessário para a obtenção de uma solução ótima é limitado por uma função polinomial. Portanto, é pouco provável que se encontre um algoritmo ótimo capaz de solucionar um exemplo real, dentro de um tempo computacional razoável.

Haessler (1975) propôs uma formulação para o problema de corte de estoque unidimensional com custos de *setup* para troca de padrões, onde um padrão é repetido se satisfizer os níveis de aspiração com relação à perda e à freqüência. LeFrançois e Gascon (1995) apresentam uma análise de quatro diferentes abordagens para o problema de corte de estoque quando a função objetivo visa minimizar a troca de padrões de corte: (1) heurística de Haessler (1975), (2) heurística utilizada pela companhia (estudo de caso), (3) SGPI: heurística baseada no método de resolução de Gilmore e Gomory (minimizando apenas a perda), e finalmente (4) SGPI*: heurística baseada na adaptação da heurística de Haessler (1980) à SGPI. Para cada heurística foram calculadas as perdas e as quantidades de diferentes tipos de padrões de corte utilizados. A conclusão deste artigo relata que a heurística de Haessler (1975) é a que oferece mais vantagens sobre as outras três, principalmente por diminuir a quantidade de diferentes tipos de padrões de corte, em alguns casos mais de 50%, mantendo a porcentagem da perda em um nível aceitável.

Vahrekamp (1996) propôs uma variante do método de Haessler, no qual cada novo padrão de corte é gerado por um simples algoritmo randômico, ao invés de utilizar heurísticas.

Goulimis (1990) propôs uma heurística baseada na combinação de padrões de corte, ou seja, o algoritmo começa a partir de uma solução inicial obtida pela resolução de um problema linear e reduz o número de padrões de corte combinando dois padrões em um.

Diegel *et al.* (1993) apresentou um procedimento de dois passos que identifica um par de padrões de corte que podem ser substituídos por um único padrão. Foerster e Wäscher (2000) generalizam o segundo passo deste método, apresentando a heurística KOMBI. Esta heurística obteve melhores resultados, embora o tempo computacional tenha aumentado.

Morábito e Arenales (2000) apresentam uma análise do compromisso existente entre cortar padrões mais simples de serem produzidos e padrões que resultam em menores perdas de material, mas que reduzem a produtividade do equipamento de corte.

Vanderbeck (2000) propôs um algoritmo exato para o problema de minimização da troca de padrões de corte, entretanto o algoritmo resolvia apenas problemas de pequeno porte.

Umetani *et al*. (2003) propõem um método de resolução baseado em metaheurísticas, onde, a priori, o número de diferentes padrões de corte é limitado. Poldi (2002) estudou o mesmo problema tratando de heurísticas de arredondamento.

Recentemente, Yanasse e Limeira (2006) propuseram um algoritmo híbrido para reduzir a quantidade de padrões de corte. Em um primeiro passo, os padrões de corte com perda limitada são gerados, atendendo a demanda de no mínimo dois itens. Estes padrões são cortados o número máximo de vezes possível, mas sem produzir itens a mais. O problema é então reduzido a um problema residual. Assim, a técnica de redução de padrões de corte é aplicada.

MINIMIZANDO A PERDA OCORRIDA NO PROCESSO DE CORTE

O problema de corte de estoque minimizando a perda tem sido estudado desde a década de 60, quando Gilmore e Gomory (1961, 1965) propuseram a técnica de geração de colunas.

Em 1991, Morábito *et al.* apresentaram uma abordagem baseada em Grafo-E/OU para problemas de corte bidimensional guilhotinado restrito e estagiado. Outros trabalhos enfocando a minimização da perda no processo de corte podem ser encontrados na literatura, tais como, Christofides e Whitlock (1977), Hinxman (1980), Dyckhoff e Waescher (1990), entre outros.

Recentemente, Hifi e M'Hallah (2006) apresentaram um estudo do problema bidimensional de corte de estoque restrito com orientação fixa. Poldi e Arenales (2006) trataram a questão de determinar soluções inteiras para o problema de corte de estoque unidimensional, dando atenção especial a problemas com baixa demanda.

Neste sentido, este artigo propõe um método de resolução para o problema de corte de estoque minimizando a troca de diferentes padrões de corte, mas enfatizando a análise da eficiência em resolver o problema de corte fazendo um balanceamento dos dois objetivos: minimizar a perda e a troca de padrões de corte. Até que ponto se faz compensador minimizar a troca de padrões de corte sem levar em consideração a perda ocorrida no processo de corte? E o contrário?

Na próxima seção apresentaremos o modelo matemático desenvolvido por Haessler (1971, 1975) minimizando os dois objetivos anteriormente citados. A seguir apresentaremos o método de resolução proposto baseado na resolução de subproblemas menores. Finalmente, realizamos uma análise através dos resultados computacionais obtidos verificando o balanceamento entre os custos de perda e de troca de padrões de corte.

FORMULAÇÃO MATEMÁTICA

Uma formulação do problema de corte de estoque (PCE) que tem como objetivo não só a minimização dos custos de perdas, mas também os custos de trocas de padrões de corte distintos foi sugerida por Haessler (1971, 1975) e é mostrada a seguir.

$$\text{Minimizar } C_1 \sum_j T_j X_j + C_2 \sum_j \delta(X_j) \qquad (1)$$

$$\text{Sujeito à } R_l \leq \sum_j A_j X_j \leq R_u \qquad (2) \qquad \text{(PCE)}$$

$$X_j \geq 0, \text{ valores inteiros, para j = 1,...,n} \qquad (3)$$

onde,

Índices:

n: quantidade de diferentes padrões de corte.

Parâmetros:

A_j : vetor de padrões de corte com elementos a_{ij}, onde a_{ij} é o número de itens de largura w_i a ser obtido de um padrão j.

T_j : quantidade de perda incorrida no padrão j. Se W é a largura máxima utilizável do objeto, então $T_j = W - \sum_i a_{ij} W_i$.

C_1: valor monetário de perda.

C_2: custo de mudança de padrões em valores monetários.

R_1 *e* R_u *:* limitantes inferiores e superiores sobre a demanda do clientes, refletindo uma prática da indústria em geral.

$\delta(X_j) = 1$ para $X_j > 0$ e 0 caso contrário.

Variáveis:

X_j : denota o número de objetos a ser processado de acordo com o padrão j.

Segundo Limeira (2003), reduzir o número de padrões e minimizar o número de objetos em um problema de corte de estoque são, geralmente, objetivos conflitantes. Freqüentemente, temos um compromisso entre o desperdício (aumento do número de objetos) e o número de padrões distintos e quando o custo de preparação para o corte de um novo padrão é significativo, pode-se estar disposto a aceitar uma solução com um desperdício levemente maior, mas com um número menor de padrões distintos.

MÉTODO DE RESOLUÇÃO PROPOSTO

Considere um problema de corte de estoque (PCE) com P peças demandadas nas quantidades especificadas pelos clientes. A abordagem proposta para a resolução do PCE consiste em dividir o problema original que corresponde ao arco (1,P) em dois problemas menores. Por exemplo, considere um problema com 5 peças demandadas, ao invés de resolvermos o arco (1,5), podemos dividir o problema em dois menores, ou seja, podemos resolver os seguintes caminhos de dois arcos: (1)(2,5) ou (1,2)(3,5) ou (1,3)(4,5) ou (1,4)(5), como mostra o primeiro nível da Figura 5 (considere o arco (1,P) como nível zero).

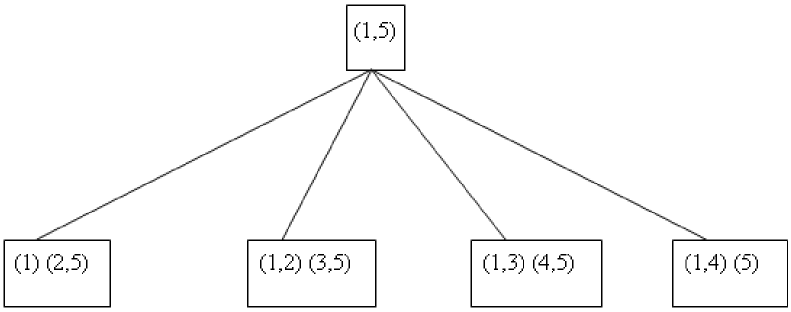

Figura 5: Rede para P=5, mostrando todos os possíveis nós para 2-Arcos.

Neste sentido, o caminho (1,2)(3,5) significa resolver primeiramente o (PCE) para a demanda das peças 1 e 2 e depois resolver o (PCE) considerando apenas as demandas das peças 3, 4 e 5. A solução final é a soma das soluções dos dois arcos (perda, padrões de corte utilizados e sua freqüência). A resolução de cada PCE é feita utilizando o algoritmo de Poldi (2002). Assim, obviamente a solução global, arco (1,P), corresponde à solução de Poldi (2002).

EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS

Tomemos um exemplo unidimensional com 6 diferentes tipos de itens demandados, com tamanhos e demandas fornecidas pela Tabela 1, a seguir. Considere as barras a serem cortadas de um único tamanho *L=40*, disponíveis nas quantidades necessárias.

Item	1	2	3	4	5	6
Comprimento	3	4	18	19	22	26
Demanda	120	100	72	115	70	112

Tabela 1: Dados do exemplo unidimensional.

Ao resolvermos o problema de forma global, ou seja, resolvendo o arco (1,6) com o uso do algoritmo de Poldi (2002) para o PCE, obtemos como solução 8 diferentes tipos de padrões de corte, como segue:

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	# barras cortadas no padrão	Perda no padrão
Padrão 1	3	3	0	1	0	0	26	0
Padrão 2	2	3	0	0	1	0	7	0
Padrão 3	1	0	1	1	0	0	28	0
Padrão 4	0	1	0	1	0	0	1	17
Padrão 5	0	0	1	0	1	0	44	0
Padrão 6	0	0	0	2	0	0	30	2
Padrão 7	0	0	0	0	1	0	19	18
Padrão 8	0	0	0	0	0	1	112	14
TOTAL							**267**	**1.987**

Tabela 2: Solução utilizando o problema de forma global – arco (1,6).

Tratando o problema de forma global, a perda total ocorrida para atender a demanda desejada foi de 1.987 unidades, e foram necessárias 267 barras disponíveis em estoque.

Resolvendo de forma parcial, ou seja, resolvendo todos os possíveis caminhos: (1)(2,6), (1,2)(3,6), (1,3)(4,6), (1,4)(5,6) e (1,5)(6) obtemos como melhor solução a necessidade de cortar 7 diferentes tipos de padrões de corte, a fim de atender a demanda solicitada, da seguinte forma:

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	#barras cortadas no padrão	Perda no padrão
Padrão 1	12	1	0	0	0	0	10	0
Padrão 2	0	10	0	0	0	0	9	0
Padrão 3	0	0	1	1	0	0	2	3
Padrão 4	0	0	1	0	1	0	70	0
Padrão 5	0	0	0	2	0	0	56	2
Padrão 6	0	0	0	1	0	0	1	21
Padrão 7	0	0	0	0	0	1	112	14
TOTAL							**260**	**1.707**

Tabela 3: Solução utilizando a rede de caminho mínimo.

Tratando o problema de forma parcial, a perda total ocorrida para atender a demanda desejada foi de 1.707 unidades, e foram necessárias 260 barras disponíveis em estoque.

Neste caso, a melhor solução obtida na forma parcial, corresponde a resolver o caminho (1,2)(3,6).

Neste simples exemplo, claramente verificamos que a solução obtida pela forma parcial é melhor que pela forma global, pois utilizando o método proposto (parcial), tanto a perda como a quantidade de diferentes padrões de corte foram menores do que resolvendo o problema de forma global, como mostra a Figura 6.

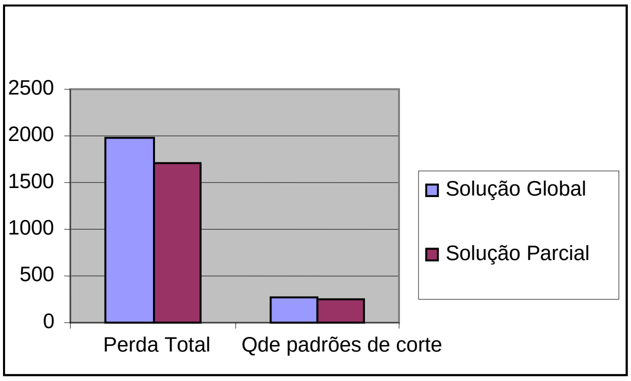

Figura 6: Comparação entre as soluções Global e Parcial.

Exemplo	#DPC Solução global	#DPC Solução parcial	#BARRAS Solução global	#BARRAS Solução parcial	Melhor Caminho
1	7	5	77	79	(1)(2,4)
		6		24	(1,2)(3,4)
2	4	5	585	511	(1)(2,4)
3	6	5	1166	1207	(1)(2,4)
4	7	6	114	114	(1,2)(3,4)
5	6	5	155	171	(1)(2,4)

Tabela 4: Exemplos pequenos com 4 diferentes tipos de itens demandados.

Na Tabela 4, a coluna **#DPC Solução global** mostra a quantidade de diferentes padrões de corte do problema resolvido na forma global: arco (1,P), a coluna **#DPC Solução parcial** mostra a quantidade de diferentes padrões de corte utilizando a forma parcial. As colunas **#BARRAS Solução global** e **#BARRAS Solução parcial**, mostram as quantidades de barras cortadas usando a forma global e a forma parcial, respectivamente. A última coluna, **Melhor Caminho**, mostra o melhor caminho de dois arcos da solução na forma parcial.

Como podemos verificar, a Tabela 4 nos mostra situações onde um objetivo é alcançado (por exemplo, minimizar a perda) e outro objetivo não (minimizar a troca de padrões de corte), e vice-versa.

O Exemplo 1 da Tabela 4 fornece duas soluções da forma parcial, a primeira utilizando 5 diferentes tipos de padrões de corte e utilizando 79 barras, e a segunda cortando 6 diferentes tipos de padrões de corte e utilizando 24 barras. Enquanto que a solução global corta 7 diferentes tipos de padrões de corte utilizando 77 barras.

As Figuras 7 e 8 nos mostram os exemplos 2 e 3 da Tabela 4, respectivamente.

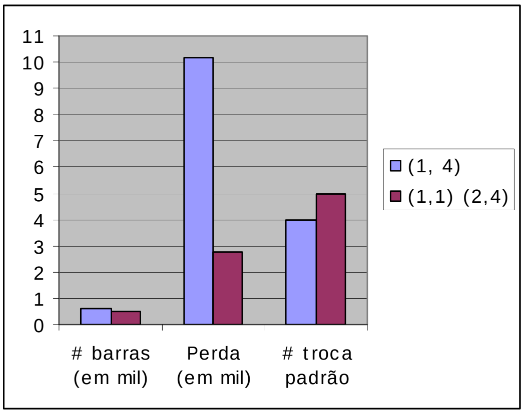

Figura 7: Exemplo 02 da Tabela 4.

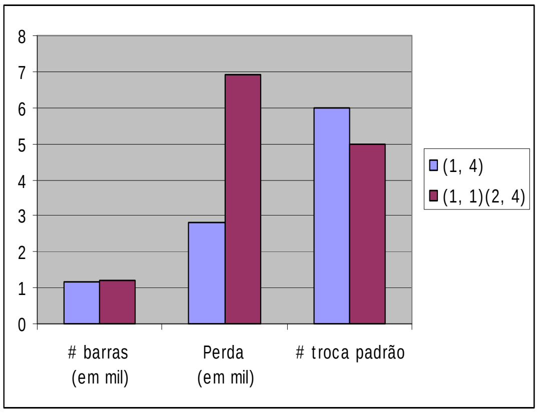

Figura 8: Exemplo 03 da Tabela 4.

A Figura 7 mostra que a solução global utiliza uma quantidade maior de barras (com maior perda), entretanto troca menos vezes os padrões de corte. Inversamente a Figura 8 mostra que a solução parcial possui maior perda e utiliza maior quantidade de barras, mas possui uma vantagem na quantidade de trocas de padrões de corte. Qual solução é mais vantajosa? A solução global ou a solução parcial? Obviamente quando uma das duas heurísticas (global e parcial) minimiza os dois objetivos (inimizar perda e troca de padrões de corte), esta dúvida não faz sentido. Por outro lado, quando surge o *trade-off* entre minimizar a perda e a troca de padrões de corte, a melhor solução deve ser a mais adequada a cada tipo de situação. Por exemplo, na Figura 05, se o custo de perda for alto em relação ao custo de troca de padrões de corte, a solução global é mais lucrativa. Ao contrário, na Figura 6, obviamente se o custo da perda for baixo em relação ao custo da troca de padrões de corte, a solução parcial é mais vantajosa.

E a comparação com a solução ótima? É difícil fazer uma comparação fidedigna, pois a heurística de Poldi (2002), objetiva minimizar a quantidade de diferentes padrões de corte, independente do balanceamento com a perda ocorrida. Outro fato, Poldi não define custos de troca de padrões de corte, nem custos de perda. Entretanto, se quisermos encontrar a solução ótima utilizando o CPLEX ou outro *software*, necessitamos destes custos.

CONCLUSÕES

Mostramos nesse artigo uma nova abordagem de resolução para o problema de corte de estoque quando minimizando a quantidade de diferentes tipos de padrões de corte. Esta abordagem consistiu em resolver problemas menores ao invés de resolver o problema global, para isso, representamos o problema em subproblemas menores e depois utilizamos um algoritmo já existente na literatura para a resolução de cada subproblema. Finalmente, mostramos com alguns simples exemplos a vantagem que pode ser obtida quando utilizamos solução parcial, ou seja, resolver problemas menores, quando a comparando com a solução global (resolver o problema considerando todas as peças e suas demandas).

Ainda neste trabalho apresentamos uma reflexão referente ao balanceamento dos dois objetivos: minimizar a perda e minimizar a troca de padrões de corte.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Kelly Cristina Poldi e ao Prof. Dr. Marcos N. Arenales pelo código do programa que minimiza os diferentes tipos de padrões de corte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cataguazes-Indústria Cataguases de Papel Ltda. Disponível em: <http://www.cataguazesdepapel.com.br/prod.html>. Acesso em: Outubro de 2007.

Christofides, N. e Whitlock, C. (1977), *“An Algorithm for Two-Dimensional Cutting Problems”*, Op. Res. 25, pp. 30-44.

Diegel, A. ; Chetty, M. ; Van Schalkwyck, S. e Naidoo, S. (1993), “*Setup combining in trim loss problem – 3-to-2 & 2-to-2”*. Working paper, Business Administration, University of Natal, Durban, First Draft.

Dyckhoff, H. e Waescher, G. (1990), “Cutting and Packing”. European Journal of Operational Research, 44(2).

Foerster H. e Wäscher G. (2000), “*Pattern reduction in one-dimensional cutting stock problem”*. International Journal of Production Research;38:1657-76.

Fogliatto, F. S. e Fagundes, P. R. M. (2003), “*Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso*”, Revista Gestão& Produção, vol.10 no.2.

Gilmore, P. e Gomory, R. (1963), "*A Linear Programming Approach to the Cutting Stock Problem - Part II*", Operations Research 11, pp. 863-888.

Gilmore, P. e Gomory, R. (1965), "*MultiStage Cutting Stock Problems of Two and more Dimensions*", Op. Op. Es. 14, pp. 1045-1074.

Goulimis, C. (1990), "*Optimal solutions for the cutting stock problem*". European Journal of Operational Research, Volume 44, Issue 2, 25, pp.197-208.

Haessler RW (1971), "*A heuristic programming solution to a nonlinear cutting stock problem*", Management Science, 17, B793-B802.

Haessler, R.W., (1975), "*Controlling cutting pattern changes in one-dimensional trim problems*", Operations Research 23(3), 483-493.

Haessler, R.W. (1980), "*A Note on Computational Modifications to the Gilmore-Gomory cutting stock algorithm*", Operations Research 28, 1001-1005.

Hifi, M. e M'Hallah,R. (2006), "*Strip generation algorithms for constrained two-dimensional two-staged cutting problems*" European Journal of Operational Research Volume 172, Issue 2, pp. 515-527.

Hinxman, A. (1980), "*The Trim-Loss and Assortment Problems: A Survey*", European Journal of Operational Research 5, pp. 8-18.

LeFrançois, P. e Gascon, A., (1995), "*Solving a one-dimensional cutting-stock problem in a small manufacturing firm: a case study*", IIE Transactions 27, 483-496.

Limeira, M. (2003), "*Redução do número de padrões em problemas de corte de estoque*", Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Computação Aplicada, INPE.

McDiarmid, C. (1999), "*Pattern minimisation in cutting stock problems*". Discrete Applied Mathematics, v. 98, n. 1-2, p. 121-130.

Morábito R. ; Arenales, M. e Arcaro, V. (1991), "*An And-Or-Graph Approach for Two-Dimensional Cutting Problems"*, European Journal of Operational Research 58.

Morábito, R. e Arenales, M. (2000), "Optimizing the cutting of stock plates in a furniture company", *International Journal of Production Research* 38: (12) 2725-2742.

Limeira, M.S. e Yanasse, H.H.(2001), "*Uma heurística para o problema de redução de padrões de corte*", Anais da V Oficina Nacional de Problemas de Corte e Empacotamento, São José dos Campos, 137-145.

Poldi, K.C. e Arenales, M.N. (2002), "*Heurísticas para o Problema de Corte de Estoque Unidimensional Inteiro*", Anais do XXXIV SBPO, Rio de Janeiro, RJ.

Poldi, K.C. e Arenales, M.N. (2006), "*Heurísticas para o problema de corte de estoque unidimensional inteiro*", Pesquisa Operacional v.26 n.3.

Umetami S. ; Yagiura M. e Ibaraki T., "*One-dimensional cutting stock problem to minimize the number of different patterns"*. European Journal of Operational Research 2003;146:388-402.

Vahrenkamp, R. (1996), "*Random search in the one-dimensional cutting stock problem*", European Journal of Operational Research 95.

Vanderbeck, F. (2000), "*Exact algorithm for minimizing the number of setups in the one dimensional cutting stock problem*". Operations Research, v. 48, n.6, p. 915-926.

Yanasse, H.H. e Limeira, M. S. (2006), "*A hybrid heuristic to reduce the number of different patterns in cutting stock problems*". Computers & Operations Research. Volume 33, Issue 9, September 2006, Pages 2744-2756.

YANASSE, H. H. (2006), “*Mini Curso – Problemas de Corte e Empacotamento*”. Disponível em: <http://www.mat.ufpr.br/foz2006/Portugues/links/programa-ms/ms03/MS03-horacio.pdf>. Acesso em: Agosto de 2007.

DECISION MAKING IN CUTTING PROCESS: TO MINIMIZE THE TRIM LOSS OR THE NUMBER OF DIFFERENT CUTTING PATTERNS?

ABSTRACT

This paper focuses the decision making in productive systems where the cutting process is relevant in global costs. In mostly cases, studies points to the trim loss minimization or to the minimum change in cutting patterns. The first one, generally studied in literature, occurs in industries where the raw material is expensive, so the objective is to minimise the number of objects cut. The second objective, less studied in literature, is generally found in industries where the setup time or setup costs is high, being worthwhile to pay for the trim loss but minimizing the changes of cutting patterns. This paper proposes a resolution method for the cutting stock problem, solving smaller subproblems in a partial approach. Also, this paper claims to show that, in some cases, the balacing of the two objectives could be better (in terms of costs) than to focus in only one objective.

Key words: cutting stock, changes of cutting patterns, heuristics.