



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

VITOR ANDRADE DE SOUZA

**GPLAN- SOFTWARE UTILIZADO EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA EM UBÁ-
MG: uma análise frente aos problemas no setor de corte**

**Ubá/MG
2017**

VITOR ANDRADE DE SOUZA

**GPLAN- SOFTWARE UTILIZADO EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA EM UBÁ-
MG: uma análise frente aos problemas no setor de corte**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Israel Iasbik

**Ubá/MG
2017**

RESUMO

Os problemas de corte têm tido grande relevância atualmente devido sua abrangência e aplicabilidade nos mais diversos tipos de indústrias, principalmente, no que se refere à indústria moveleira devido à grande variedade e diferente dimensão de peças a serem cortadas para a montagem de móveis. Outro fator é a crescente necessidade que as indústrias têm de reduzir seus custos e otimizar processos devido as transformações de competitividade e solidez no mercado. Neste estudo o problema de corte consiste em diminuir o tempo gasto no setor de corte, sem deixar de minimizar o desperdício de chapas em uma indústria de móveis localizada na cidade de Ubá, Minas Gerais. Para resolução do problema, a empresa percebeu a necessidade de uma análise feita por um profissional nos planos de corte gerados pelo software G-plan, que teve como finalidade de melhorar o tempo de processo no setor de Corte. Os testes realizados pelo o profissional se ajusta a este problema e os resultados gerados facilitou a redução de custos, consumo de energia e tempo.

Palavras-chaves: Problema de Corte. Software G-Plan. Redução de Custos.

ABSTRACT

Nowadays the cutting problems have been of great relevance due to their scope and applicability in the most diverse types of industries, especially refer to furniture industry due to the great variety and different size of pieces to be cut for furniture assembly. Another factor is the increasing need that industries have to reduce their costs and optimize processes due to the transformations of competitiveness and solidity in the market. In this study the cutting problem consists of reducing the time spent in the cutting sector, while minimizing the waste of plates in a furniture industry located in the city of Ubá, Minas Gerais. To solve the problem, the company realized the need for an analysis done by a professional in the cutting plans generated by the software G-plan that had as purpose the improvement of the time in the process in the sector of Cut. The tests performed by the professional fit this problem and the results generated contributed to the reduction of costs, energy consumption and time.

Keywords: Cutting problem. G-Plan Software. Reduction of Costs.

1 INTRODUÇÃO

A globalização proporcionou o aumento da competitividade no mercado, exigindo que empresas busquem através de tecnologias ou métodos de gerenciamento uma administração mais eficiente procurando ofertar aos consumidores produtos que atendam seus requisitos. Os setores da organização necessitam estar em constantes melhorias seja relacionado ao negócio, logística ou processo produtivo.

Diante desse cenário atual, onde existe necessidade de se cortar peças maiores em peças menores, seja no corte de segmento de uma empresa, de aço, madeira ou qualquer tipo de material em produção, a empresa precisa repensar estratégias para economizar e se manter sólida no mercado cada vez mais competitivo.

Mediante a isso, o problema do corte é um dos fatores que em muitas ocasiões a decisão de rever estratégia de mercado, seja ela de redução de custo ou de eficácia no atendimento à demanda é um fator que interfere diretamente no lucro e precisa ser estudado para conseguir resultados ainda mais positivos e evitar o desperdício de matéria prima; a empresa precisa inovar seus processos de produção, de forma a produzir mais com um menor custo.

É muito comum na indústria moveleira apresentar problemas no setor de corte, que consiste em dividir chapas de madeira para produção de peças menores que são os itens que constituem os móveis. Esse processo apresenta perdas que refletem nos custos produtivos e afetam diretamente o lucro da empresa. Para a diminuição dessas perdas existem empresas que utilizam ferramentas computacionais que foram desenvolvidas para otimizar o processo de corte, em grande ou menor escala, de acordo com sua necessidade, tendo como prioridade a diminuição do consumo de chapas.

Eliminar desperdícios significa reduzir ao mínimo a atividade que não agrega valor ao produto ou serviço. Agregação de valor é a contrapartida da eliminação de desperdícios (MAXIMIANO, 2000, p.130).

Desse modo o objetivo principal deste trabalho é apresentar uma ferramenta de otimização de processo de corte, aplicada a uma indústria de móveis de madeira de pequeno porte localizada na cidade de Ubá, mostrando benefícios e restrições obtidos com sua utilização. Além disso, realizar uma comparação entre o plano

gerado pelo software e a análise de um profissional, apresentando melhorias ao resultado do programa.

A aplicação de software para geração do plano de corte em indústria de produtos seriados tem sido de grande vantagem atualmente, devido principalmente a redução de perdas de matérias-primas; porém, com o emprego de melhorias tem-se a redução também do tempo de produção.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Um breve histórico sobre o pólo moveleiro de Ubá, Minas Gerais

O Pólo Moveleiro de Ubá localiza-se na Zona da Mata Mineira e possui mais de 400 empresas, localizadas na cidade de Ubá e redondezas (FERNANDES, JUNIOR, 2002). Comparado com outros pólos moveleiros nacionais, ele ocupa a 6ª posição em termos de número de estabelecimentos e a 4ª quanto à geração de empregos (IELMG/ INTERSIND/SEBRAE-MG, 2003). A produção de móveis responde por cerca de 73% do emprego gerado no município e 61% do emprego disponível na indústria da região (CROOCO e HORÁCIO, 2001 e INTERSIND, 2004).

A importância do Pólo Moveleiro de Ubá para a economia local está não só relacionada à questão da geração de empregos, mas também ao incremento do PIB dessa região (INTERIND, 2004).

A empresa em estudo está localizada nessa região, pelo qual, as indústrias moveleiras estão em busca de melhorias em vários setores, e um deles, é o setor de plano de corte que apresenta vários problemas que será o tema principal de estudo dessa pesquisa e a atuação da Engenharia de Produção na busca de soluções e melhorias do processo.

2.2 A atuação da engenharia de produção na indústria moveleira

A área de engenharia de produção vem desempenhando um papel significativo nas organizações, pois é através dos seus produtos e serviços que a empresa pode-se tornar mais competitiva no mercado, alavancando os resultados e o sucesso nos negócios. O planejamento e planos de pesquisa desenvolvidos por

essa área contemplam uma grande expectativa para negócios prósperos neste campo de atuação, pois para o sucesso almejado deve-se ter estratégias inovadoras e o comprometimento de todos os envolvidos no processo.

Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 493) afirmam que:

O envolvimento total das pessoas pode ser visto como uma extensão das "práticas básicas de trabalho". Entretanto, ele prevê que os funcionários assumam muito mais responsabilidades no uso de suas habilidades para o benefício de toda a companhia. Eles são treinados, capacitados e motivados a assumir total responsabilidade sob todos os aspectos de seu trabalho. Por outro lado, confia-se que irão assumir tais responsabilidades com autonomia em sua própria área de trabalho.

À luz do exposto acima entende-se que além do envolvimento total das pessoas, essas são uma extensão das práticas básicas de trabalho, ou seja, a melhoria dos processos depende de pessoas capacitadas e motivadas no intuito de colocar em prática seu aprendizado e contribuir com novas estratégias a fim de conseguir melhorias em sua área de atuação.

Atividades profissionais do Engenheiro de produção, segundo o CONFEA, na Resolução Nº 235, de 09/10/75, artigo 1º:

Compete ao Engenheiro de Produção o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º da Resolução nº 218, de 29 JUN 1973, referentes aos procedimentos na fabricação industrial, aos métodos e seqüências de produção industrial em geral e ao produto industrializado, seus serviços afins e correlatos.

A engenharia de produção é responsável pelo processo de melhorias dos produtos acabados e semiacabados que são desenvolvidos pela área de produção, pelo qual elabora mapeamentos, análises e cálculos de custos produtivos, simula capacidade produtiva, executa análise no chão de fábrica e trabalha em busca de melhorias contínuas dos produtos e gerenciamento do processo.

Maximiano (2000, p. 116) diz que:

A produtividade de um sistema é definida como a relação entre os recursos utilizados e os recursos obtidos (ou produção). Todo sistema tem um índice de produtividade que se verifica com a contagem da quantidade produzida por unidades de recursos.

Entende-se no exposto acima que a produtividade depende dos recursos utilizados, ou seja, esses recursos podem ser manuais ou tecnológicos que facilitam e fazem a diferença de todo o processo de rendimento e resultados eficazes.

Nas indústrias, a redução dos custos de produção e melhoria dos processos estão associados à utilização de estratégias adequadas de corte, ou seja, na busca de processos e gerenciamento inovadores para se manterem competitivas no mercado.

Belluzzo e Morabito (2004, p. 392) explicitam sobre o plano de corte tais como:

Tratam a otimização nos padrões de corte de chapas de fibra de madeira reconstituída, relatando problemas de plano de corte em chapas duras que podem gerar toneladas de desperdício. Tais perdas referem-se a restos de chapas duras de boa qualidade que se tornam inúteis, devido às suas dimensões resultarem muito pequenas para uso prático. Parte destas perdas pode ser evitada apenas melhorando a programação da produção dos equipamentos de corte, o que não implica em quaisquer investimentos adicionais em capacidade.

Percebe-se na citação acima que algumas medidas simples devem ser introduzidas para a melhoria do processo e a Engenharia de Produtos pode contribuir de maneira significativa para a resolução do problema, pois a execução do plano de corte é feita a princípio pela engenharia de produção que define a estratégia de encaixe das peças no painel.

Nesse primeiro momento, define-se a forma de corte, verifica-se a quantidade de peças a serem cortadas por hora, e faz-se a análise e o cálculo do custo de produção do produto. Além desse procedimento é feito o mapeamento do processo de corte, identificando quais equipamentos atendem as diversas capacidades de corte e como será executado.

Mediante a isso é de suma importância verificar e analisar quais serão os procedimentos adotados para evitar o problema no setor de corte na obtenção de melhores resultados para a empresa.

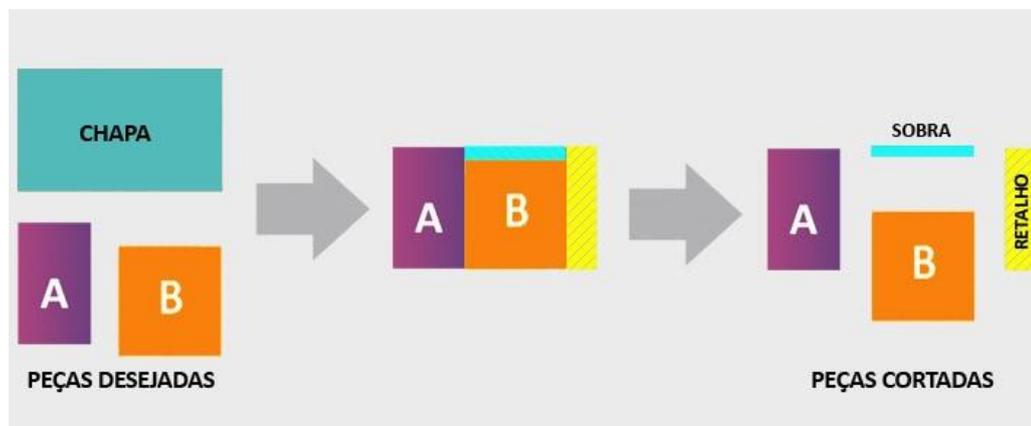
Será relatado a seguir alguns problemas encontrados nesse setor, no sentido de contribuir para a resolução do problema de corte nas peças de madeira em um estudo de caso e as estratégias adotadas para a melhoria do processo.

2.3 Problema de corte

O problema de corte é uma ferramenta utilizada no setor de corte, ou seja, são essências para o planejamento da produção em diversas indústrias, tais como:

indústrias de papel, de móveis, de vidro, metalúrgica, plástica, têxtil, etc. Nessas indústrias, a redução dos custos de produção é frequentemente obtida pela seguinte estratégia: as matérias-primas utilizadas são inicialmente produzidas em tamanhos grandes padronizados, possivelmente estocadas e, somente mais tarde, reduzidas a tamanhos menores para então serem usadas pela indústria, ou para atender demandas externas de tamanhos variados, muitas vezes não padronizados. Veja a FIG 1 a seguir.

Figura 1 – O processo do corte



Fonte: Corte Certo¹

O planejamento do corte da matéria-prima é essencial nessas indústrias, a fim de minimizar o desperdício de material e melhorar a competitividade das indústrias no setor de atividades (BIANCO, SILVA, 2010).

A classe dos problemas de corte vem sendo estudada há muitas décadas, desde o trabalho pioneiro do matemático e economista soviético Leonid Vitaliyevich Kantorovich publicado em 1939, onde o autor apresenta modelos matemáticos de programação linear para o planejamento e organização da produção, além de métodos de solução para os problemas apresentados (MOSQUERA, 2007).

Devido à Guerra Fria, este trabalho ficou desconhecido para o Ocidente até 1959 e foi publicado em inglês apenas em 1960. No referido trabalho, a maioria dos problemas para organização e planejamento da produção estão relacionados especificamente ao sistema econômico soviético da época e não à economia da sociedade capitalista. Este fato é mencionado pelo autor que acrescenta que a

¹ Disponível em: <https://cortecerto.com/glossario/plano-de-corte/>. Acesso em: 15 nov. 2017.

utilização máxima dos equipamentos não é considerada, mesmo porque a maior parte das empresas trabalha com apenas metade de sua capacidade total.

As principais abordagens para os problemas de corte foram desenvolvidas por Gilmore e Gomory na década de 60, que propuseram o método de geração de colunas, normalmente aplicado em problemas de grandes dimensões e desenvolveram um método para a solução de problemas de corte bidimensional, utilizado como restrições o corte guilhotinado, estagiado e irrestrito.

Em 1975, Haessler apresenta um método heurístico computacionalmente eficiente para resolver o problema de corte de Estoque Unidimensional, penalizando a troca de padrões de corte para diminuir o número de padrões de corte distintos na solução e considerando tolerâncias no atendimento à demanda dos itens, prática comum nas indústrias (BIANCO, SILVA, 2010).

Em 1990 foi estruturado por Dyckhoff uma tipologia para problema de corte, na qual o autor propõe 04 critérios de classificação: dimensionalidade, forma de utilização do objeto, classificação dos objetos, classificação dos itens, que são representadas por α , β , γ e δ , na qual α é a dimensionalidade; β é o tipo de atribuição; γ é o objeto; e δ é o tipo de item, totalizando em 96 combinações possíveis para o problema, tais características serão apresentada a seguir:

Tabela 1 – Resumo da tipologia de Dyckhoff

1.	Dimensão (1) unidimensional (2) bidimensional (3) tridimensional (N) N-dimensional com $N > 3$
2.	Tipo de atribuição (B) usar todos os objetos e uma seleção dos itens (V) usar uma seleção de objetos e todos os itens
3.	Classificação dos objetos (O) um objeto (I) vários objetos de um mesmo tipo (D) vários objetos de tipos diferentes
4.	Classificação dos itens (F) alguns itens de tipos diferentes (M) muitos itens e muitos tipos (R) muitos itens e alguns tipos (não congruentes) (C) congruentes

Fonte: OLIVEIRA, 2016.

Desta forma o problema de corte estudado, de acordo com a classificação de Dyckhoff, pode ser representado por $2/V/I/M$, ou seja, bidimensional (2), apenas uma seleção de objetos e utilização de todos itens(V), vários objetos do mesmo tipo(I) muitos itens com várias dimensões(M).

O número de trabalhos nessa área cresceu significativamente e tornou-se evidente algumas deficiências na tipologia Dyckhoff Wäscher *et al.* (2005), que propuseram uma tipologia mais abrangente, baseada de acordo com o objetivo do problema que pode ser maximização da saída ou minimização de entrada.

Segundo Temponi *et al.* (2007), a principal característica do problema de corte é a facilidade que são representados através de modelos matemáticos, mas devido seus componentes geométricos são problemas difíceis de serem solucionados.

2.4 Classificação

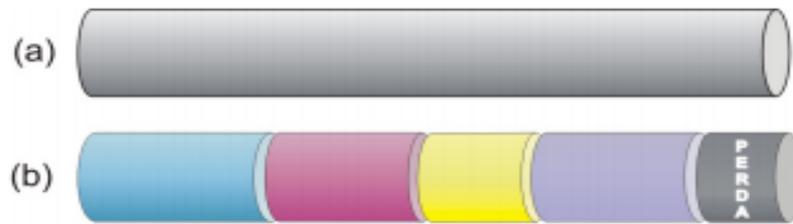
Os problemas de Corte e Empacotamento podem ser classificados com relação às dimensões que são relevantes durante o processo de corte ou empacotamento. Na tipologia de Dyckhoff, a seguinte associação é feita: por causa do papel fundamental desempenhado pelos padrões de corte e sua natureza de combinações geométricas (combinar itens sobre objetos), pode-se dizer que os Problemas de Corte são problemas de combinações geométricas e podem ser divididos em problemas com dimensões espaciais e não-espaciais.

Com relação à dimensionalidade, os problemas de corte podem ser classificados como:

2.4.1 Problema de corte unidimensional

Um problema é dito unidimensional quando apenas uma dimensão é relevante no processo de corte. Problemas de corte unidimensional ocorrem no processo de corte de barras de aços com a mesma seção transversal, bobinas, placas de alumínio, tubos para produção de treliças, etc. A FIG 2 ilustra esse tipo de problema.

Figura 2: (a) Objeto (barra) a ser cortado; (b) objeto cortado produzindo 4 itens e uma perda



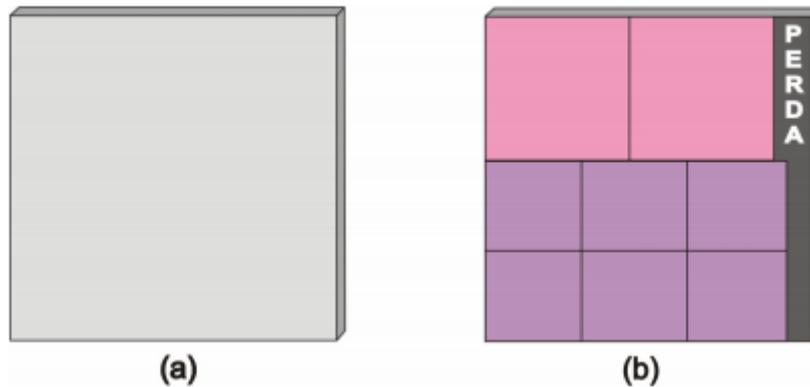
Fonte: CHERRI, 2006, p. 02.

Suponha que um objeto (barra, bobina, etc.) deva ser cortado ao longo de seu comprimento para a produção de itens de comprimentos especificados. Cada item tem um valor associado chamado “*valor de utilidade*”. Itens cujos comprimentos não foram especificados são considerados perdas e têm valores de utilidade nulos. Surge então um problema de otimização combinatória: como obter os itens nos tamanhos especificados, cortando-se o objeto dado de modo a obter o máximo o valor de utilidade total, dado pela soma dos valores de utilidade dos itens obtidos.

2.4.2 Problema de corte bidimensional

No problema de corte bidimensional, duas dimensões (comprimento e largura) são relevantes no processo de corte, uma vez que todas as peças cortadas têm a mesma espessura. Resolver este tipo de problema consiste em combinar geometricamente os itens ao longo do comprimento e da largura dos objetos em estoque sem que ocorra sobreposição de itens nos planos de corte. A FIG 3 ilustra esse tipo de problema.

Figura 3: (a) Placa a ser cortada: (b) objeto cotado produzindo 8 itens e uma perda



Fonte: CHERRI, 2006, p. 03.

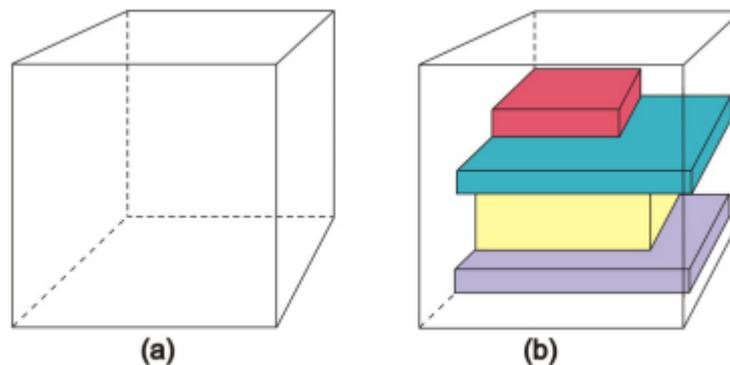
Entre os problemas bidimensionais podemos citar alguns já bastante estudados, como o corte de placas de madeira na indústria de móveis, chapas de aço, placas de vidro, entre outros.

2.4.3 Problema de corte tridimensional

Quando três dimensões (comprimento, largura e altura) são relevantes para a obtenção da solução temos o problema tridimensional. Basicamente, trata-se de arranjar itens espaciais, sem sobrepô-los, dentro de objetos maiores.

Pode-se citar como exemplos de problemas tridimensionais o Problema de Carregamento de Containers, cortes em indústrias de colchões, entre outros. A FIG 4 ilustra esse tipo de problema.

Figura 4: (a) Container; (b) 4 caixas empacotadas no container

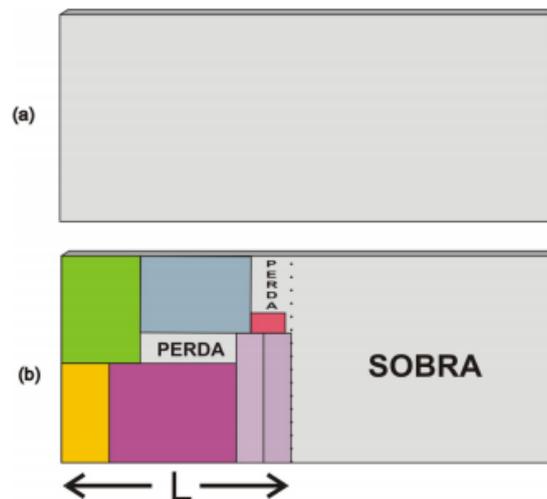


Fonte: CHERRI, 2006, p. 04.

2.4.4 Problema dimensional e multidimensional

Ainda sob o aspecto geométrico é possível encontrar problemas do tipo 1.5-dimensional que são essencialmente bidimensionais, porém uma das duas dimensões consideradas é variável. Este caso tem aplicação no corte de peças de vestuário, onde o rolo de tecido tem a largura fixa e comprimento suficientemente grande para produção de roupas. A FIG 5 ilustra o problema de corte 1.5 – dimensional, em que o comprimento total cortado L deve ser minimizado.

Figura 5: (a) Objeto a ser cortado; (b) objeto cortado produzindo itens e minimizando o comprimento total cortado



Fonte: CHERRI, 2006, p. 03.

Outros são problemas do tipo dimensional, em que uma das três dimensões é variável. Uma aplicação é o problema de se efetuar o carregamento de unidades dentro de caixas abertas, ou seja, as bases estão definidas, mas a altura deverá ser definida. A FIG 5 pode ser interpretada como uma visão lateral deste caso. Também existe o problema multidimensional, neste caso, mais de três dimensões são relevantes para a solução do problema.

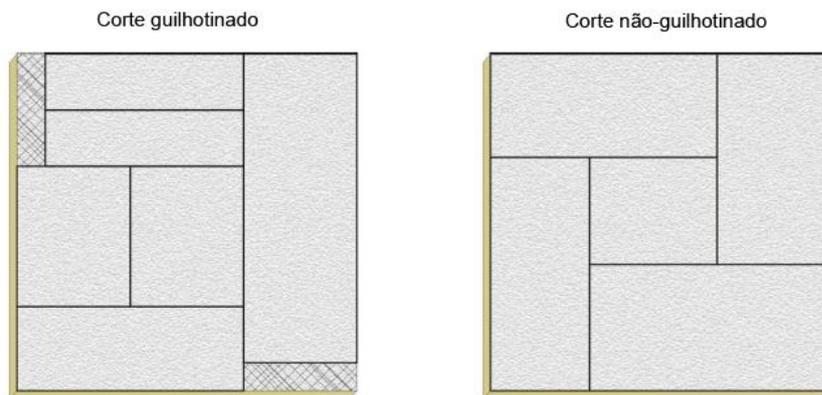
Segundo a topologia definida por Dyckhoff (1990), esses problemas podem ser considerados como problemas abstratos, pois fazem parte dos problemas de dimensão não espaciais, como por exemplo: problema de alocação de tarefas num dia de trabalho as quais utilizam diferentes recursos renováveis, porém limitados.

2.5 Tipos de padrões de corte

2.5.1 Corte guilhotinado e não guilhotinado

O problema de corte guilhotinado consiste em realizar uma sequência de cortes guilhotinados horizontais e verticais em uma placa retangular, ou seja, realizar estágios de cortes, de modo a obter peças retangulares menores e que ao final do processo são itens ou perdas. Ao contrário do corte guilhotinado, no corte não guilhotinado, a ferramenta de corte não efetua a operação de aresta, ou seja, a aresta do objeto. Ambos estão representados na FIG 6.

Figura 6: Exemplo do padrão de corte guilhotinado e não guilhotinado

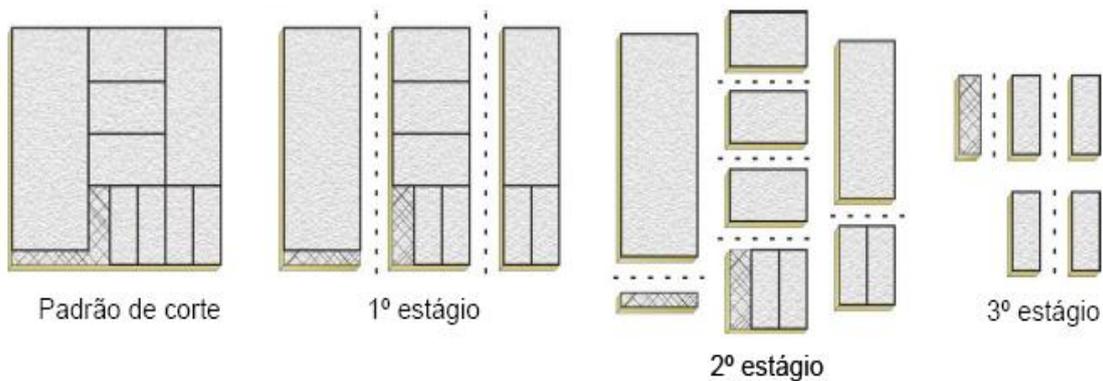


Fonte: MORAIS, 2011.

2.6 Estágios

Cada mudança na orientação seja na direção paralela ou perpendicular do corte guilhotinado é considerada uma mudança de estágio, assim se existe um limite k na quantidade dessas mudanças, o problema é chamado de k -estágios, caso contrário, ele é chamado de não estagiado. Desta forma, no padrão de corte de 2 estágios ocorre apenas uma mudança de direção, no padrão de 3 estágios, duas mudanças de direção, e assim sucessivamente. Exemplo de 3 estágios na FIG 7.

Figura 7: Exemplo de padrão de corte guilhotinado de três estágios



Fonte: MORAIS, 2011.

2.7 Rotação

Uma estratégia muito adotada pela indústria, no intuito de se obter padrões de corte com perdas pequenas, é admitir que os itens possam ser rotacionados de 90° antes de incluí-los nos padrões de corte; porém, este procedimento é permitido se os objetos a serem cortados forem lisos, sem veios ou estampas, ou seja, em casos onde a matéria-prima utilizada é madeira nativa ou compensado laminado, a rotação dos itens poderá não ser permitida, pois este procedimento terá reflexo direto na qualidade do item cortado, uma vez que estes materiais impõem uma direção de corte.

Na FIG 8, pode-se observar a importância de considerar ou não a rotação do item.

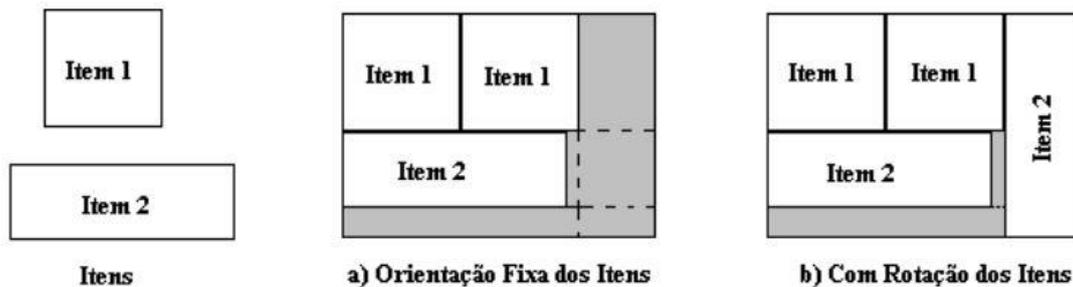
Figura 8 – Rotação feita em um item



Fonte: Autor, 2017.

Segundo Mosquera (2007), itens que não podem ser rotacionados são denominados de itens de orientação fixa (FIG 9a) e itens que podem ser rotacionados são conhecidos como itens que tem rotação permitida (FIG 9b), que tem como característica obter padrões de cortes com menores perdas de matéria-prima.

Figura 9: Orientação dos itens



Fonte: MOSQUERA, 2007.

2.8 Padrões de cortes restritos ou irrestritos

Um padrão de corte é chamado restrito quando há um limite no número de cada item no padrão de corte. Desse modo, a quantidade máxima de cada tipo de item no padrão de corte deve aparecer limitado por uma variável. Quando existe essa restrição o problema de corte de estoque é dito restrito, caso contrário é dito irrestrito.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Plano de corte

A geração de planos de corte é a principal etapa que antecede o corte da matéria-prima. Nessa fase são gerados os resultados levando em consideração o melhor tempo de realização é a melhor forma de posicionar os itens dentro de uma chapa sem que haja sobreposição, aproveitando da melhor maneira o espaço e evitando sobras e desperdícios de material.

O plano de corte é um conjunto de instruções ou indicações para orientar o corte de um material do qual se pretenda tirar peças. Esses planos contêm

instruções práticas e precisas para ganho de tempo com o mínimo de erro no momento do corte.

Na indústria analisada, o setor de corte e usinagem trabalha-se normalmente com cortes de painel de partículas de média densidade (*Medium Density Particleboard* – MDP), efetuando-se diferentes planos de corte e transformando-os em peças para atender as demandas. Estes painéis são transportados do estoque por empilhadeiras que abastecem as máquinas seccionadoras, iniciando o processo de corte (FIG 10).

Figura 10 - Máquina Seccionadora



Fonte: Giben²

A produção destas peças depende da programação que é feita com base na necessidade de produto, verificado diariamente, para atender aos pedidos da empresa. Essa lista de produto é enviada para o setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP) onde dará início ao processo e a geração dos planos de corte.

O plano de corte da empresa em estudo é feito através do GPlan um *software* da Giben, uma das empresas mais renomadas em criação e produção de máquinas e equipamentos de corte. Através do Gplan o profissional responsável gera o plano que posteriormente é enviado através de rede ou *pendrive* para o setor corte onde será executado pelo operador do equipamento, a seccionadora automática. O

² Disponível em: <http://www.giben.com.br/racesp.htm>. Acesso em: 15 nov. 2017.

operador deverá compreender os comandos solicitados no visor do equipamento sem fazer quaisquer alterações, seja de quantidade, medida ou configuração das peças no plano. A empresa adota essa ferramenta com o objetivo principal de minimizar desperdício de matéria-prima e de tempo de elaboração, caso o plano seja elaborado de forma manual pelo operador, metodologia utilizada antes da aquisição do *software*.

Para o processo de desenvolvimento do plano de corte, a empresa, através de seu sistema de gestão (*Enterprise Resource Planning - ERP*) e a partir dos produtos colocados em lote para produção, extrai-se uma listagem de peças que após exportada para Excel será base para importação no Gplan e geração do plano de corte.

Figura 11 - Lista de peças para elaboração do plano de corte

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	CÓDIGO PEÇA	DESCRIÇÃO PEÇA	ANTIDATURA	PEÇURA	PESPES	CÓDIGO MATERIAL	DESCRIÇÃO MATERIAL	VEIO MATERIAL	NÚMERO DO LOTE			
1	PRT0061	PRATELEIRA ESTRUTURAL	80	255	176	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
2	LTD0033	LATERAL DIREITA ARMARIO	130	271	255	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
3	PRT0050	PRATELEIRA BALCAO MESA	68	282	120	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
4	LTG0005	LATERAL DE GAVETA BALCAO	280	320	99	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
5	LTG0002	LATERAL DE GAVETA CM	90	350	99	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
6	PRT0070	PRATELEIRA NICH0	46	355	245	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
7	DIV0028	DIVISAO ARMARIO	30	391	255	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
8	COM0023	COMPLEMENTO LATERAL	115	413	90	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
9	DIV0031	DIVISAO NICH0	30	416	355	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
10	LTD0030	LATERAL DIR ARMARIO	60	419	255	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
11	PRT0068	PRATELEIRA PANELEIRO	50	426	222	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
12	DIV0029	DIVISAO KIT RATAN II	40	429	222	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
13	PRT0041	PRATELEIRA ARMARIO	75	432	222	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
14	PRT0042	PRATELEIRA BALCAO	30	432	295	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
15	DIV0032	DIVISAO BALCAO PIA	10	480	224	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
16	DIV0035	DIVISAO BALCAO PIA	30	531	224	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
17	PRT0097	PRATELEIRA PEQUENA	30	570	200	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
18	LAT0009	LATERAL DIVISAO PRAT BALCAO	150	579	120	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
19	DIV0025	DIVISAO ARMARIO SUP	68	579	255	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
20	DIV0026	DIVISAO BALCAO	101	579	355	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
21	PRT0044	PRATELEIRA ARMARIO	15	581	222	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
22	PRT0045	PRATELEIRA ESTRUTURAL	15	581	255	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
23	DIV0027	DIVISAO ARMARIO	10	582	255	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
24	LTD0027	LATERAL DIREITA BALCAO	140	594	355	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
25	LTD0042	LATERAL DIREITA BALCAO PIA	60	595	531	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
26	PRT0051	PRATELEIRA ESTRU NICH0	200	601	120	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
27	COM0012	COMPLEMENTO FRONTAL II	20	603	90	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
28	FUN0006	FUNDO CANTONEIRA	20	610	188	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
29	LAT0015	LATERAL CANTONEIRA SUPERIOR	50	610	255	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
30	LTD0040	LATERAL DIREITA BALCAO	6	661	480	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
31	CHA0033	CHAPEU ARMARIO	65	683	255	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
32	LAT0018	LATERAL MODULO	40	804	256	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
33	COM0010	COMPLEMENTO FRONTAL	27	1.003	90	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
34	LTD0034	LATERAL SUPERIOR	80	1.023	255	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
35	CHA0029	CHAPEU ARMARIO AEREO	45	1.174	255	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
36	PRT0053	PRATELEIRA ESTRU BALCAO	10	1.174	480	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
37	PRT0054	PRATELEIRA ESTRU	30	1.174	531	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
38	LTD0038	LATERAL DIREITA	50	1.830	255	12 MDP AG 12 100	CHAPA AGLOMERADO 12 MM	0	228			
39												

Fonte: ERP utilizado pela empresa.

A planilha base para geração do plano de corte é configurada de acordo com as informações necessárias para o Gplan, sendo elas: código da peça, descrição da peça, quantidade, comprimento, largura, espessura e etc, conforme FIG 11.

3.2 Definição do problema

Assim como na indústria em questão, neste estudo o problema de corte é comum em muitas empresas. A fim de agilizar o processo de tomada de decisão na elaboração do plano de corte, a utilização de um software é de grande vantagem

para empresa, pois reduz consideravelmente o tempo de elaboração dos planos de corte em comparação ao tempo gasto para o elaborado de forma manual.

O *software* Gplan baseado na configuração de não alterar a quantidade de peças importadas através do arquivo de Excel, que teve origem do ERP, cria uma restrição na produção do plano que pode ser considerada positiva ou negativa, ou seja, positiva ao passo que nunca irá produzir peças em quantidade maior do que a solicitada no lote, negativa no ponto de aumentar o número de ciclos a realizar, conseqüentemente aumentando o tempo de processo e reduzindo a utilização da capacidade da máquina. Os ciclos aumentados em função de não alterar a quantidade de peças, na maioria dos casos são ciclos que pedem o corte de apenas uma chapa por vez fazendo com que aumente o tempo de execução durante o processo.

Partindo da necessidade de otimização de tempo e consumo de matéria-prima, associando aos benefícios da ferramenta Gplan, o problema consiste no processo de eliminar os ciclos de uma chapa gerados pelo plano, reorganizá-los de forma manual, mantendo o mesmo consumo de chapa e reduzindo a quantidade de ciclos.

3.3 Formulação de um modelo de melhoria

Como citado na definição do problema, os números de ciclos no plano de corte gerado pelo software utilizado pela empresa são muito elevados exigindo que técnicas bem elaboradas sejam desenvolvidas para determinar um plano produtivo. Dentre essas técnicas pode-se citar a heurística construtiva que tem como objetivo a melhoria e a eficiência do processo na busca de soluções de um problema, principalmente nas situações onde se pretende obter rapidamente uma solução de boa qualidade.

Geralmente, as heurísticas construtivas baseiam-se em sequência ordenadas e em regras de construção iterativa que inicia com uma solução vazia e adiciona um novo elemento a cada iteração até a obtenção de uma solução. A sequência ordenada é obtida pela ordenação inicial dos elementos com base em um determinado critério. A solução é sucessivamente construída pela aplicação de uma regra sobre o elemento seguinte da sequência ordenada, mas são capazes de

retornar uma solução de qualidade em um tempo adequado para as necessidades da aplicação.

Nesse trabalho foi utilizada a seguinte metodologia; após o plano ser gerado pelo *software* Gplan ele é analisado por um profissional que verifica quais ciclos são viáveis a serem cortados, como o de excelente aproveitamento e o que utiliza melhor a capacidade da seccionadora e os ciclos que não são viáveis são excluídos fazendo com que o *software* gere uma lista dos itens retirados e sua quantidade como mostra na FIG 12 a seguir:

Figura 12 - Lista de elementos excluídos

Lista de elementos não ordenados							
Tipo	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Quantidade restante	Quantidade solicitada	Código	Veia	Dimensão real (mm)
4	426,00	222,00	5	50	PRT0068 - PRATELEIRA PANELEIRO		426,00 * 222,00
6	579,00	120,00	70	150	LAT0009 - LATERAL DIVISAO PRAT		579,00 * 120,00
7	579,00	255,00	18	68	DIV0025 - DIVISAO ARMARIO SUPE		579,00 * 255,00
10	282,00	120,00	68	68	PRT0050 - PRATELEIRA BALCAO ME		282,00 * 120,00
11	320,00	99,00	240	280	LTG0005 - LATERAL DE GAVETA BA		320,00 * 99,00
12	255,00	176,00	10	80	PRT0061 - PRATELEIRA ESTRUTURA		255,00 * 176,00
14	350,00	99,00	50	90	LTG0002 - LATERAL DE GAVETA CM		350,00 * 99,00
15	413,00	90,00	15	115	COM0023 - COMPLEMENTO LATERAL		413,00 * 90,00
17	355,00	245,00	46	46	PRT0070 - PRATELEIRA NICHO BAL		355,00 * 245,00
19	579,00	355,00	1	101	DIV0026 - DIVISAO BALCAO RATAN		579,00 * 355,00
20	804,00	256,00	10	40	LAT0018 - LATERAL MODULO NOBIL		804,00 * 256,00
21	1003,00	90,00	17	27	COM0010 - COMPLEMENTO FRONTAL		1003,00 * 90,00
22	661,00	480,00	6	6	LTD0040 - LATERAL DIREITA BALC		661,00 * 480,00
23	683,00	255,00	5	65	CHA0033 - CHAPEU ARMARIO REFRI		683,00 * 255,00
27	1174,00	255,00	5	45	CHA0029 - CHAPEU ARMARIO AEREO		1174,00 * 255,00
32	581,00	255,00	5	15	PRT0045 - PRATELEIRA ESTRUTURA		581,00 * 255,00
34	610,00	188,00	5	20	FUN0006 - FUNDO CANTONEIRA SUP		610,00 * 188,00
36	601,00	120,00	110	200	PRT0051 - PRATELEIRA ESTRU. NI		601,00 * 120,00
37	603,00	90,00	5	20	COM0012 - COMPLEMENTO FRONTAL		603,00 * 90,00
m² Totais 42,227							

Fonte: Gerada pelo software Gplan

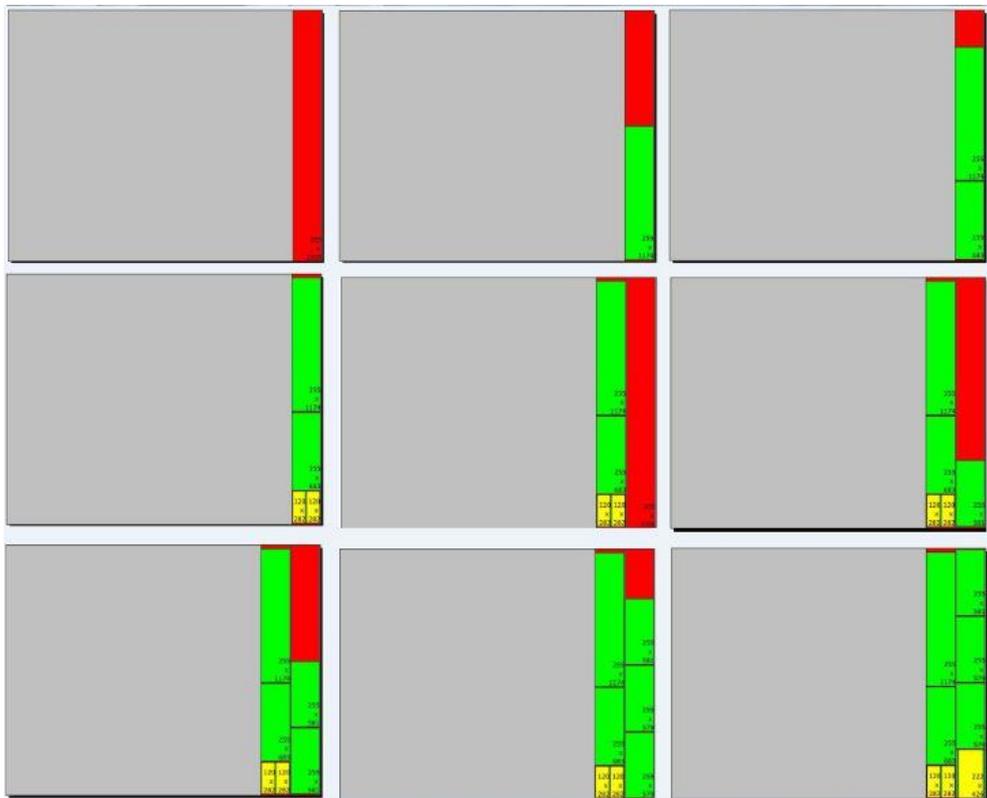
Com essa lista, os ciclos excluídos são feitos novamente pelo profissional, utilizando os benefícios da ferramenta e aplicando a heurística com o objetivo de usar a mesma quantidade de chapas excluídas e reduzindo, assim, a quantidade de ciclos.

Para a ordenação das peças no novo ciclo foi utilizado o critério de encaixar primeiramente as peças de grande quantidade ou de maior dimensão. Utilizando a interface do Gplan a primeira peça é inserida no canto inferior direito, gerando uma

faixa, podendo ser ela tanto no eixo X ou no eixo Y, a escolha se dá para a que melhor otimiza a chapa.

A cada iteração bem-sucedida, as peças são excluídas da lista, porém as peças inseridas devem respeitar o comprimento e a largura da faixa. Caso a peça exceda o comprimento ou a largura, ela deve ser retirada. Quando a peça estiver preenchida uma nova faixa é criada. São formadas outras faixas até que a demanda total de cada item esteja no tamanho proporcional ou enquanto existir espaço na chapa, porém, se houver ainda peças para serem encaixadas, um novo ciclo é criado para que todas sejam ordenadas, como mostra a FIG 13.

Figura 13 – Processo de encaixe das peças no plano



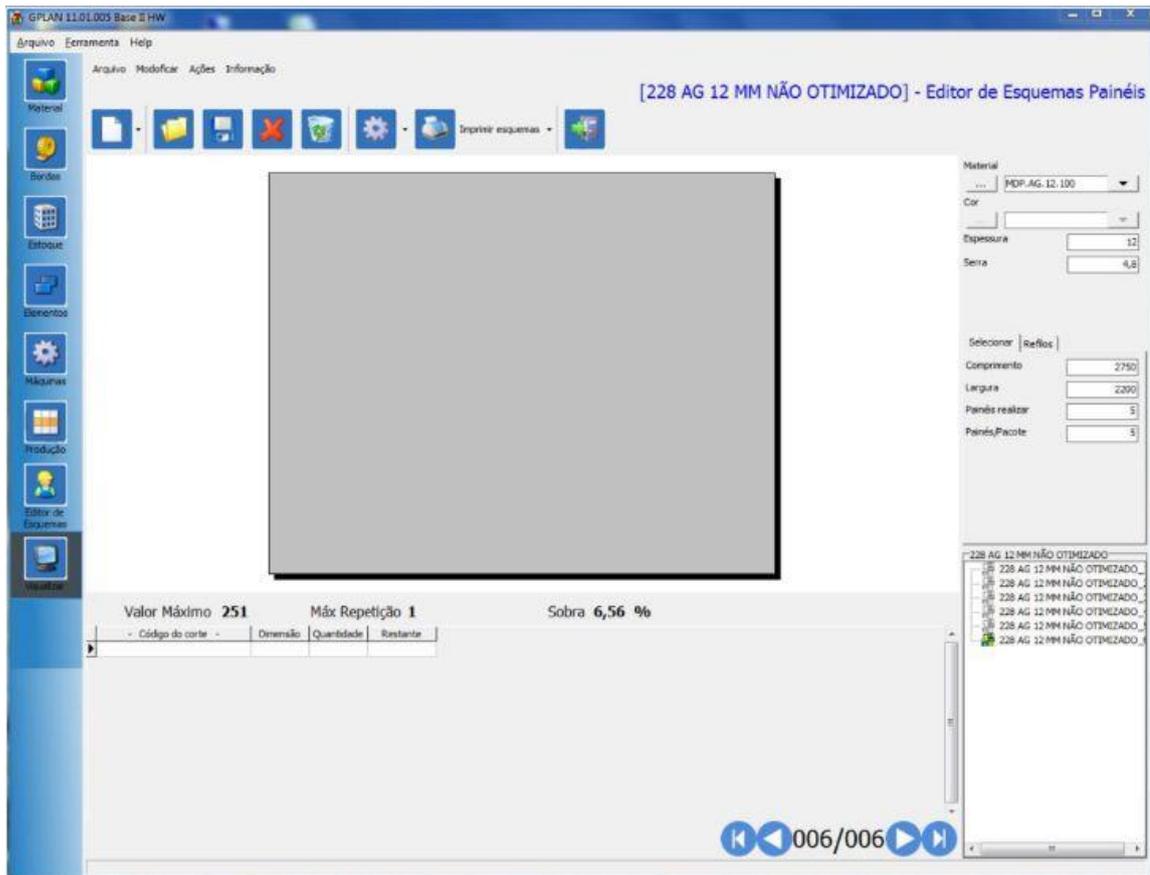
Fonte: Gplan Software

Foi utilizado o processo iterativo com as seguintes fases:

1. Gerar uma lista com as peças (FIG 12);
2. Especificar a dimensão da nova chapa e a quantidade de acordo com o múltiplo de quantidade da maioria das peças sem que exceda a quantidade excluída; (FIG 13)
3. Selecionar a primeira peça de maior altura ou de maior quantidade da lista;

4. Definir o sentido da faixa e a altura de acordo com a peça incluída;
5. Escolher as próximas peças de acordo com as dimensões de faixa;
6. Caso não haja nenhuma peça que caiba na faixa, ir para o passo 4.
7. Caso não haja nenhuma peça que caiba no ciclo, ir para o passo 2.

Figura 14: Figura *interface* do Gplan



Fonte: Gplan Software.

4 RESULTADOS

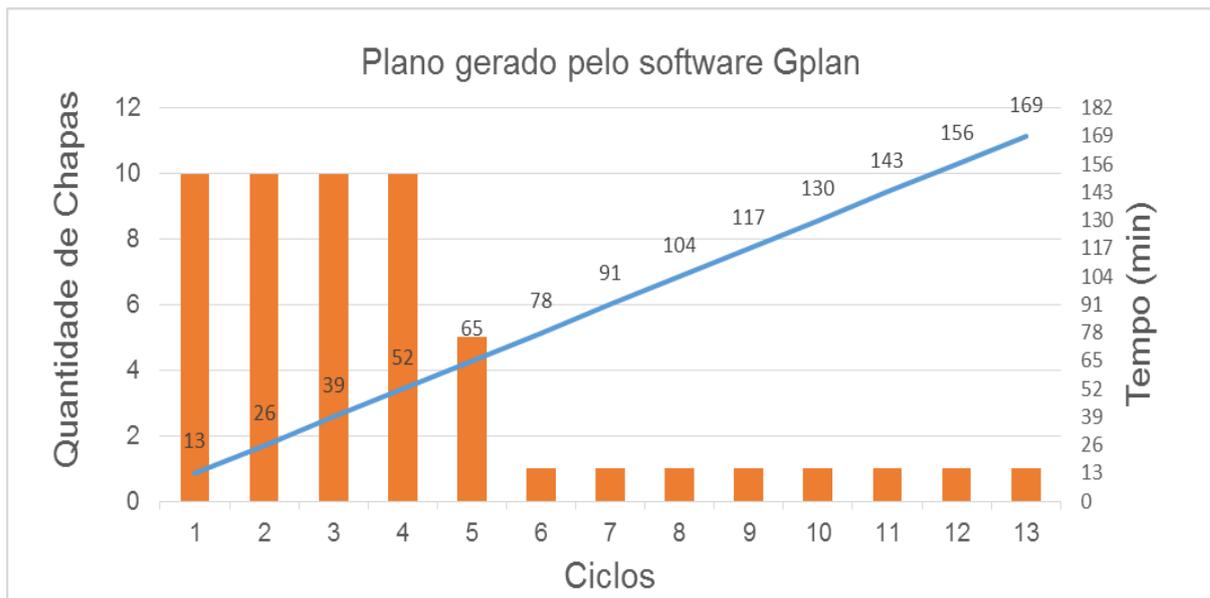
Nesse tópico será apresentado o plano gerado pelo software Gplan e o mesmo analisado pelo profissional foi a aplicação da heurística.

4.1 Plano gerado pelo software Gplan

No plano elaborado pelo o software da empresa, que tem como característica a otimização de chapa, ele visa somente encaixar de melhor maneira as peças, pelo

qual, utiliza-se o melhor aproveitamento da matéria-prima, mas apresenta-se nessa fase muitos ciclos de uma chapa só, tornando-se inviável para a produção, isso faz com que possa ocasionar um possível gargalo no setor de corte como mostra o gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1: Plano gerado pelo Gplan



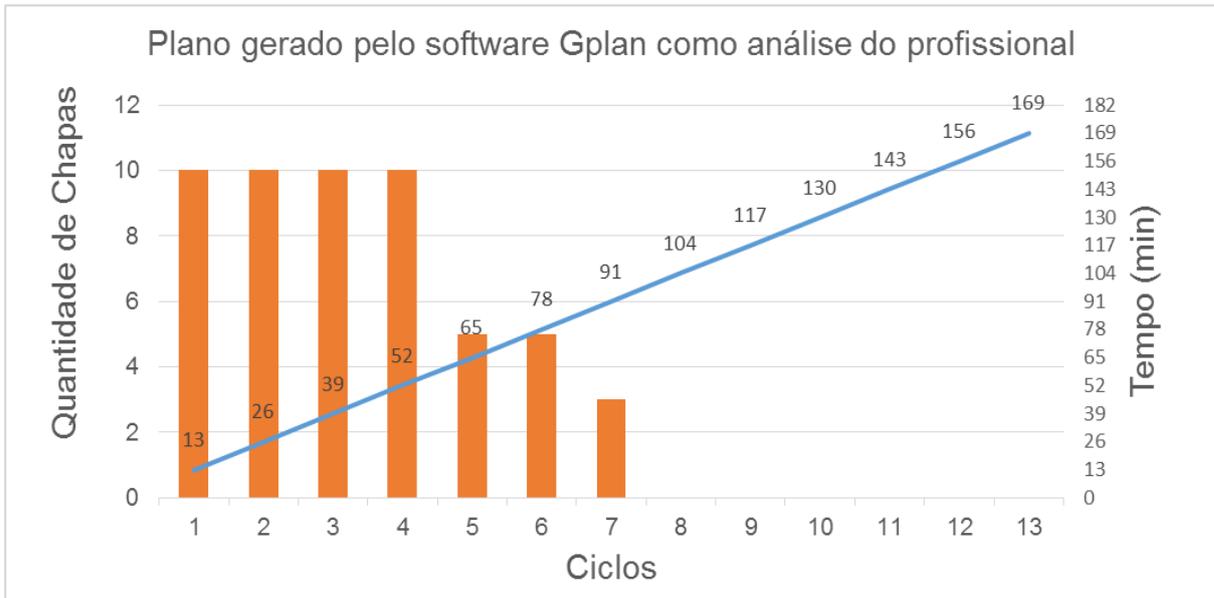
Fonte: Autor, 2017.

Como demonstrado no plano de corte acima foram necessários 13 ciclos de corte para atender a necessidade da lista de peças (FIG 12) pelo qual, 8 são ciclos de apenas uma chapa, verifica-se que a metodologia utilizada pela empresa no passado, não era viável, devido ao desperdício de tempo no setor de corte.

4.2 Plano gerado pelo software Gplan e passado pela análise do profissional

Nota-se que o plano do Gplan quando passado pela análise do profissional, e aplicando as melhorias apresentadas, consegue-se atingir o objetivo que é manter a mesma quantidade de chapas e realizar uma redução de ciclos como é apresentada no gráfico 2.

Gráfico 2: Plano gerado pelo Gplan e com a melhoria do profissional



Fonte: Autor, 2017.

Como apresentado no plano acima, de 13 ciclos de corte gerados pelo software, o profissional conseguiu reduzir 6 ciclos e não apresentar nenhum plano de um ciclo, mantendo a mesma quantidade de chapas.

Segundo informações geradas através da base de dados estatísticos da seccionadora, cada ciclo de corte tem um tempo aproximado 13 minutos para ser executada independentemente se o ciclo está utilizando sua capacidade máxima ou mínima de chapas. Com esta informação, pode-se concluir uma redução de 78 minutos no processo de corte do novo plano proposto devido essa redução de ciclos.

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que todo processo de diminuição de gastos no setor de corte da empresa, melhorou consideravelmente com a implantação da análise do profissional nos planos gerados pelo software G-plan. Pois a análise apresentada, consiste na redução de números de ciclos que está diretamente ligado ao tempo gasto no processo de corte. Com essa redução, o plano de corte passa ser mais eficiente, em razão de minimizar de forma ágil, eficiente e produtiva e atendendo à demanda e minimizando os desperdícios de materiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMÓVEL. **Panorama do Setor Moveleiro no Brasil**. São Paulo: 2005.
<Disponível em: <<http://www.abimovel.org.br/>> Acesso em: 10 nov. 2017.
Acesso em: 25 out. 2017.
- BELLUZZO, L; MORABITO, R. **Otimização dos padrões de corte de chapas de fibra de madeira reconstituída**: um estudo de caso – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- BIANCO, Cliceris Mack da.; SILVA, Alexandre Dias da. **Problema de corte bidimensional guilhotinado**: uma abordagem através de ferramentas CAD e heurística de posicionamento. Disponível em:
<http://abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_stp_113_745_16570.pdf> Acesso em: 01 nov. 2017.
- CHERRI, Adriana Cristina. **O problema de corte de estoque com reaproveitamento das sobras de material**. Disponível em:
<www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-17052006.../DisMestradoDri.pdf> Acesso em: 04 nov. 2017.
- CROOCO, M.; HORÁCIO, F. **Industrialização Descentralizada**: Sistemas Industriais Locais. O Arranjo Produtivo Moveleiro de Ubá. Arranjos e Sistemas Produtivos Locais e as Novas Políticas de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico, Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – IE/UFRJ, 2001. Disponível em: <www.ie.ufrj.br/redesist.>. Acesso em 09 nov. 2017.
- IEL-MG/INTERSIND/SEBRAE-MG **Diagnóstico do Pólo Moveleiro de Ubá e Região**. Belo Horizonte – MG, 2003.
- MAXIMIANO, A.C.A, **Introdução à Administração**. 5. ed. Revista e ampliada. São Paulo: Atlas, 2000.
- MORAIS, Rafael Diogo Vasconcellos. **Utilização de um algoritmo com representação gráfica para o problema de corte bidimensional**: estudo de caso para uma marcenaria. Disponível em:
<www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/1801000030/tce.../Morais_Rafael_Diogo.pdf>
- MOSQUERA, Gabriela Perez. **Contribuições para o problema de corte de estoque bidimensional na indústria moveleira**. (Dissertação de Mestrado) Pós-Graduação em Matemática Aplicada. 2007.
- OLIVEIRA, Elisama de Araújo Silva. **O problema de corte de estoque com data de entrega**. Disponível em:
<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/321834/1/Oliveira_ElisamadeAraujoSilva_M.pdf> Acesso em: 05 nov. 2017.
- RESOLUÇÃO Nº 235, DE 09 DE OUTUBRO DE 1975. Disponível em:
<<http://normativos.confed.org.br/downloads/0235-75.pdf>> Acesso em: 05 nov. 2017.

SLACK, N; CHAMBER, S. e JOHNSTON, **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

TEMPONI, C. C. E; SOUZA, R. S.; ANDRADE, M. S. & SANTOS, F. A. *Open Dimensional Cutting Problem*: uma abordagem Híbrida via GRASP e ILS. VII Encontro de Engenharia de Produção, 2007.

