

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de Bauru - SP

Walter Ribeiro da Rocha Junior

**Programação de pedidos e dimensionamento de lotes em uma
indústria de móveis**

Bauru - SP
2016

Walter Ribeiro da Rocha Junior

Programação de pedidos e dimensionamento de lotes em uma indústria de móveis

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Prof^ª. Dr^ª. Adriana Cristina Cherri Nicola
Orientadora
Prof. Dr. Silvio A. de Araujo
Coorientador

Bauru - SP

2016

Rocha Junior, Walter Ribeiro da.

Programação de pedidos e dimensionamento de lotes em uma indústria de móveis / Walter Ribeiro da Rocha Junior.[s.n.], 2016

84 f.:il.

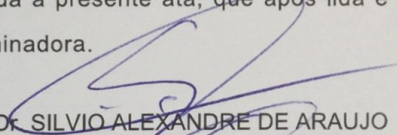
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Adriana Cristina Cherri Nicola

Coorientador: Prof. Dr. Silvio A. de Araujo
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2016

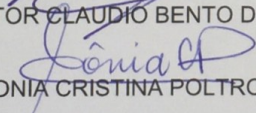
1. Dimensionamento de lotes. 2. Indústria moveleira. 3. Modelagem matemática. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. II. Título

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE WALTER RIBEIRO DA ROCHA JUNIOR, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, DA FACULDADE DE ENGENHARIA.

Aos 06 dias do mês de julho do ano de 2016, às 09:00 horas, no(a) Anfiteatro da Seção Técnica de Pós-graduação da FEB, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. SILVIO ALEXANDRE DE ARAUJO do(a) Departamento de Matemática Aplicada / UNESP-Câmpus de São José do Rio Preto, Prof. Dr. VICTOR CLAUDIO BENTO DE CAMARGO do(a) Departamento de Engenharia de Produção / Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Profa. Dra. SONIA CRISTINA POLTRONIERE SILVA do(a) Departamento de Matemática / Faculdade de Ciências de Bauru - UNESP, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de WALTER RIBEIRO DA ROCHA JUNIOR, intitulada **PROGRAMAÇÃO DE PEDIDOS E DIMENSIONAMENTO DE LOTES EM UMA INDÚSTRIA DE MÓVEIS**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: Aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. SILVIO ALEXANDRE DE ARAUJO


Prof. Dr. VICTOR CLAUDIO BENTO DE CAMARGO


Profa. Dra. SONIA CRISTINA POLTRONIERE SILVA

Aos meus queridos e amados, Carol, Felipe e Alice.

AGRADECIMENTOS

A Deus, o Senhor e consumidor da minha vida.

A minha família pelo apoio e compreensão nos momentos de ausência e por motivar o esforço dedicado a este trabalho.

A Prof^a. Dr^a Adriana Cristina Cherri Nicola e Prof. Dr. Silvio A. de Araujo pela paciência, dedicação, profissionalismos e parceria.

Ao meu gerente Nilson Carlos Stefani Violato pelo apoio e encorajamento em todos os momentos onde este foi necessário.

Aos amigos José Aquino, Fabiano Laguna e Roberto Silva pela boa vontade na disponibilidade das informações que viabilizaram a realização deste trabalho.

Ao SENAI Paraná por gerar condições de disponibilidade e apoio financeiro para a realização desta caminhada.

RESUMO

Problemas de dimensionamento de lotes são amplamente estudados na literatura e fazem parte de uma classe de problemas que envolvem decisões de planejamento da produção industrial. Basicamente, esses problemas consistem em definir uma estratégia para a utilização da capacidade de determinada estrutura fabril. As decisões envolvem quais produtos serão produzidos, em quais quantidades e em qual período, de forma a atender a demanda com a melhor relação custo-benefício possível. Neste trabalho, propomos um modelo matemático para resolver o problema de programação de pedidos e dimensionamento de lotes de produção em indústrias de móveis seriados. O problema se caracteriza como multi itens, multiestágio e com demanda dinâmica determinística. O modelo matemático tem por objetivo minimizar os custos de produção no dimensionamento de lotes, considerando a capacidade finita do sistema produtivo. Testes foram realizados com dados fornecidos por uma empresa do setor moveleiro da cidade de Arapongas, Paraná. O modelo proposto foi implementado e resolvido utilizando um pacote de otimização. Resultados preliminares mostram-se significativamente melhores quando comparados com as programações utilizadas na prática da empresa, demonstrando a aderência de aplicações práticas de modelagem matemática em rotinas de planejamento de produção em empresas de fabricação de móveis seriados.

Palavras-chave: Dimensionamento de lotes, Indústria moveleira, Modelagem matemática, Programação de pedidos.

ABSTRACT

Lot sizing problems are widely studied in the literature and are part of a class of problems involving planning decisions of industrial production. Basically, these problems consist in defining a strategy for the capacity utilization of certain industrial structure. Decisions involve what products will be produced, in what quantities and at what period, in order to meet the demand with the best value for money possible. In this work, we propose a mathematical model for solving the problem of scheduling requests and dimensioning of production batches in series furniture industries. The problem is characterized as multi items, multistage and deterministic dynamic demand. The mathematical model is to minimize production costs in the lot sizing, considering the finite capacity of the production system. Tests were carried out with data provided by a company of the furniture sector in the city of Arapongas, Paraná. The proposed model was implemented and solved using an optimization package. Preliminary results show significantly better when compared to the settings used in the practice of the company, demonstrating adherence to mathematical modeling of practical applications in production planning routines in manufacturing series mobile companies.

Keywords: Lot sizing, Furniture industry, Mathematical Modeling, Order scheduling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Hierarquia de desagregação no planejamento da produção	14
Figura 2	Representações do balanço de estoque dos itens em Trigeiro, Thomas e McClain (1989).	19
Figura 3	Estruturas dos itens em sistemas multiestágio.	22
Figura 4	Representação do balanço de estoque com atraso.	24
Figura 5	Representação de um sistema moveleiro típico.	34
Figura 6	Exemplo de relatório de necessidades para o planejamento de produção.	37
Figura 7	Distribuição das semanas versus a quantidade de itens demandados.	46
Figura 8	Comparação entre complexidade dos cenários e resultados dos testes.	53
Figura 9	Comparação entre complexidade dos cenários e resultados dos testes.	57
Figura 10	Comparação entre complexidade dos cenários e resultados dos testes.	61
Figura 11	Comparação entre resultados para função objetivo e penalização por não atendimento do estoque de segurança (pc_{it}).	63
Figura 12	Comparação entre solução ótima e solução pela programação real da empresa.	67
Figura 13	Comparativo dos resultados nos planos gerados pela empresa versus nos planos gerados pelo modelo	69
Figura 14	Comparação da diferença entre os resultados obtidos para F.O. e a diferença de pc	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Relação dados de demanda.	44
Tabela 2	Associação de critérios para definição dos pesos para ponderação de HP_{pt}	49
Tabela 3	Exemplo de atribuição de multa por atraso para um grupo de clientes. .	50
Tabela 4	Relação entre a nota ponderada e a relativa penalidade por atraso. . . .	50
Tabela 5	Resultados encontrados nos testes com dados reais.	51
Tabela 6	Resultados encontrados nos testes com dados reais utilizando o modelo proposto.	55
Tabela 7	Resultados encontrados nos testes com dados reais.	56
Tabela 8	Resultados encontrados em testes complementares com dados reais. . .	58
Tabela 9	Resultados obtidos nos testes com dados reais pela prática da empresa.	65
Tabela 10	Resultados encontrados nos testes com utilizando a programação real da empresa.	66
Tabela 11	Comparação da função objetivo.	67
Tabela 12	Comparação da diferença entre os resultados obtidos para função objetivo e penalidades por não atendimento do estoque de segurança. . .	71
Tabela 13	Relatório de faturamento 2014.	79
Tabela 14	Programação real da empresa para as semanas analisadas.	94
Tabela 15	Parâmetros de custos reais utilizados.	104
Tabela 16	Estoque de segurança utilizado nos testes.	107
Tabela 17	Penalizações por atraso utilizadas nos testes.	108
Tabela 18	Fator para restrição de lote mínimo utilizado nos testes.	109
Tabela 19	Estoque inicial de itens em cada período utilizado nos testes.	110
Tabela 20	Penalização por não atendimento do estoque de segurança.	112

Tabela 21	Tempo padrão de fabricação por item.	113
-----------	--	-----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	O PROBLEMA DE DIMENSIONAMENTO DE LOTES	16
2.1.1	Problema de Dimensionamento de Lotes Multiestágio	20
2.1.2	Problema de Dimensionamento de Lotes com possibilidade de atraso	23
2.2	PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO DE PEDIDOS E DIMENSIONAMENTO DE LOTES	25
2.3	Problemas de dimensionamento de lotes na indústria moveleira	29
3	A INDÚSTRIA MOVELEIRA	32
3.1	O POLO MOVELEIRO DE ARAPONGAS	33
3.2	CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA MOVELEIRA	34
3.3	PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO	35
3.4	CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA EMPRESA ESTUDADA	37
4	MODELO MATEMÁTICO PARA O PROBLEMA PROPOSTO	39
5	TESTE COMPUTACIONAIS	43
5.1	CARACTERIZAÇÃO DOS DADOS	43
5.1.1	Definição dos valores para os parâmetros	46
5.1.1.1	<i>Penalização por atraso</i>	48
5.2	RESULTADO DOS TESTES	50
5.2.1	Resultados dos testes com o modelo proposto	50
5.2.2	Resultados dos testes com a programação real da empresa	64

5.2.3	Comparação dos resultados dos testes com a programação real da empresa	66
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	73
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICE A - DADOS UTILIZADOS NOS TESTES	79

1 INTRODUÇÃO

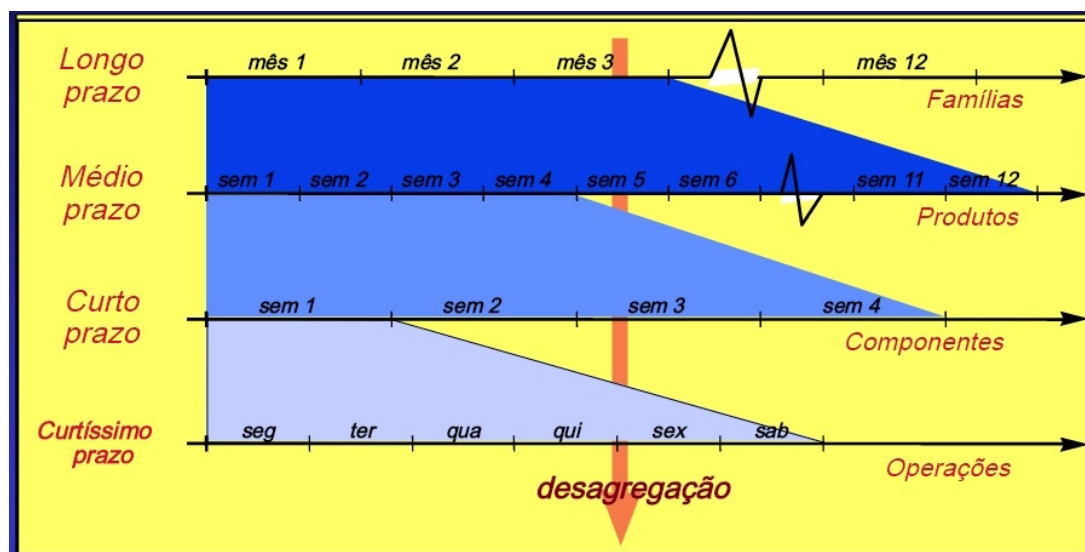
Os sistemas de manufatura são constantemente pressionados por melhores resultados. A sociedade tem papel central nesse movimento na medida em que, cada vez com mais opções, se recusa a arcar com os custos de ineficiências operacionais. As ações desdobradas desse posicionamento se refletem, principalmente, em inovações voltadas para reduções de custos e melhorias de qualidade.

Nas organizações produtivas, dentro da administração da produção, o PCP (Planejamento e Controle da Produção) busca determinar quais itens ¹ e em quantidades devem ser produzidos em cada um dos períodos do horizonte de planejamento. Seu principal objetivo é atender a demanda no prazo estabelecido, observando a capacidade finita dos recursos, com o menor custo possível. Estes objetivos devem ser trabalhados considerando o fluxo de materiais de forma sistêmica, em toda a cadeia de valor (TUBINO, 2009). Para tanto, três níveis hierárquicos de planejamento são desdobrados, em que cada nível orienta e restringe, sucessivamente, o planejamento do nível imediatamente inferior: estratégico (longo prazo), tático (médio prazo) e operacional (curto prazo). Na medida em que se caminha para os níveis mais baixos, mais detalhadas ficam as informações, mais precisas devem ficar as decisões e menos abrangentes são os horizontes considerados (LUSTOSA; MESQUITA; OLIVEIRA, 2008).

Corrêa, Gianesi e Caon (2001) detalham elementos do processo de desagregação no planejamento da produção num exemplo hipotético (Figura 1). No nível estratégico, um plano de produção é estabelecido com o objetivo de determinar a capacidade necessária para atender a demanda prevista. No nível tático é estabelecido o PMP (Plano Mestre de Produção), por meio do qual se faz a conexão entre o planejamento estratégico e as atividades operacionais. A programação da produção (nível operacional), baseada no PMP, deverá definir quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário, à composição dos produtos acabados propostos pelo plano.

¹Nesse trabalho, o termo item será adotado como sinônimo de produto.

Figura 1 - Hierarquia de desagregação no planejamento da produção



Fonte:(CORRÊA; GIANESI; CAON, 2001)

Nesse fluxo de planejamento, decisões precisam ser tomadas da forma mais assertiva possível, sobretudo, no curtíssimo prazo. Uma das escolhas mais significativas envolve a quantidade de produtos acabados que será demandada à fábrica através das ordens de produção. O desafio passa pela quantidade de variáveis que envolvem a decisão. Apesar dos conceitos disponíveis para apoio a esse processo, a geração de estratégias factíveis e eficazes utilizando tentativa e erro pode-se mostrar demasiadamente trabalhosa, sobretudo na ocorrência de situações inesperadas, em que replanejamentos são necessários.

A qualidade das soluções obtidas no processo de planejamento da produção pode ser significativamente prejudicada quando meios convencionais são empregados. A possibilidade de combinações possíveis são enormes e sempre associadas a custos operacionais. Encontrar o melhor plano de produção em tempo hábil pode ser determinante para a boa competitividade das organizações, fortalecendo o potencial de contribuição de pesquisas na área.

Historicamente, observa-se por parte das indústrias do segmento moveleiro a recorrência pela adoção tardia no que tange às boas práticas de gestão. Neste contexto, a contribuição desse trabalho envolve o planejamento da produção em indústria de móveis seriados. Para tanto, um modelo matemático ² para suporte à decisão foi proposto e investigações com relação ao seu comportamento foram realizadas. Os testes foram implementados com a utilização de dados reais de uma organização sediada no APL (Arranjo Produtivo Local) de Araçongas-PR. Como trata-se de uma empresa características do segmento, a hipótese é de que os resultados obtidos

²Representação simplificada de um problema real, através da definição de variáveis e suas respectivas relações matemáticas, de forma a descrever o comportamento do sistema. (ARENALES et al., 2007)

nesse trabalho possam ser estendidos ou adaptados para outras organizações.

A estratégia proposta para a resolução do problema foi dividida em duas etapas. Na primeira etapa, o enfoque se caracteriza pelo caráter qualitativo, em que aplicando-se um estudo de caso, o cenário da situação atual de programação da produção foi mapeado. O estudo de caso é um estudo de natureza empírica que investiga um determinado fenômeno dentro de uma situação real (BERTO; NAKANO, 1999). Esta etapa teve por objetivo entender o contexto da empresa estudada, bem como validar as oportunidades de aprimoramento das práticas a serem tratadas nesse trabalho. Na segunda etapa, um modelo matemático foi proposto para otimizar o processo de decisão envolvendo a programação da produção em uma empresa para atendimento dos pedidos.

Este trabalho está organizado com a seguinte estrutura. No Capítulo 2 são discutidos alguns trabalhos da literatura que abordam problemas de dimensionamento de lotes e de programação de pedidos na indústria moveleira. No Capítulo 3 é realizada uma descrição detalhada sobre o problema abordado nesse trabalho. No Capítulo 4 é apresentado o modelo proposto para resolução do problema. O modelo proposto foi implementado e resolvido utilizando um pacote de otimização. O Capítulo 5 apresenta a descrição dos testes realizados com o modelo, os principais resultados e conclusões alcançados. As conclusões gerais e as sugestões para trabalhos futuros são apresentadas no Capítulo 6, que finaliza esse texto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse capítulo apresentamos alguns trabalhos que tratam de PDL (problema de dimensionamento de lotes), contemplando aplicações em problemas multiestágio, problemas com possibilidade de atraso (*backlogging*), bem como aplicações em problemas de programação de pedidos na indústria moveleira. Algumas das particularidades observadas serviram de base para o desenvolvimento desse trabalho.

2.1 O PROBLEMA DE DIMENSIONAMENTO DE LOTES

O PDL consistem numa classe de problemas que estuda o processo decisório no planejamento da produção. O objetivo é definir a estratégia de utilização de uma determinada estrutura fabril para atendimento da demanda, dentro da melhor relação custo-benefício possível (ARAUJO; RANGEL, 2014). As decisões envolvem:

- quais itens serão produzidos;
- em que quantidades;
- em quais períodos

Um dos primeiros estudos envolvendo o tema é encontrado em Harris (1913). Nesse trabalho é proposto o modelo *Economic Order Quantity* (EOQ) em que o objetivo é determinar o tamanho de lote de produção que minimize o custo produtivo de um item. O modelo inclui despesas como custos de preparação dos equipamentos e custos de estoque, contemplando taxas de capital e de desvalorização da moeda. Foram considerados também demanda estacionária, horizonte infinito, períodos de tempos contínuos, porém, sem contemplar restrições de capacidade no sistema.

Novos estudos foram realizados gerando outros modelos mais próximos da dinâmica de um sistema produtivo real. Um exemplo importante é o modelo apresentado por Wagner e Whitin (1958), em que aspectos adicionais são incluídos como horizonte de planejamento finito e discreto e possibilidade de variação da demanda no decorrer do tempo.

Bahl, Ritzman e Gupta (1987), apresentam uma classificação para o PDL, dividindo-o em dois grupos básicos: monoestágio, quando os itens finais não possuem relação direta uns com

os outros, e multiestágio, quando os itens finais tem inter-relações entre si e necessitam que componentes pertencentes a estrutura dos itens finais sejam fabricados previamente. Esta classificação representa impactos significativos na modelagem do problema. O problema abordado neste trabalho se caracteriza por um PDL multiestágio. Uma revisão mais detalhada sobre PDL multiestágio será apresentada na Subseção 2.1.1.

O primeiro trabalho a apresentar um modelo para a resolução do PDL com tempos de preparação foi proposto por Trigeiro, Thomas e McClain (1989). Diferente dos modelos anteriores, a restrição de capacidade do sistema é contemplada, incrementando maior proximidade do modelo com as particularidades de um problema real. O modelo considera vários itens, monoestágio, com restrição de capacidade, com custos de produção, preparação e estoque e tempos de preparação e produção. Além disso, todos os custos e as demandas podem variar para cada item em cada período de tempo. Matematicamente, temos:

Índices:

- $t = 1, 2, \dots, T$: períodos de tempo;
- $i = 1, 2, \dots, m$: itens a serem fabricados;

Parâmetros:

- vc_{it} : custo unitário de fabricação do item i no período t ;
- sc_{it} : custo de preparação para fabricação do item i no período t ;
- hc_{it} : custo unitário de estoque do item i no período t ;
- b_i : tempo necessário para produzir uma unidade do item i ;
- s_i : tempo de preparação para produção do item i ;
- CAP_t : limite de capacidade, em unidade de tempo, no período t ;
- d_{it} : demanda do item i no período t ;
- M : número grande;

Variáveis:

- Y_{it} : assume valor 1 se há produção do item i no período t e 0, caso contrário;
- S_{it} : quantidade do item i estocada no período t ;

- X_{it} : quantidade do item i produzida no período t ;

$$Min f = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m (hc_{it}S_{it} + vc_{it}X_{it} + sc_{it}Y_{it}) \quad (2.1)$$

s.a.

$$S_{i,t-1} + X_{it} - S_{it} = d_{it} \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^m b_i X_{it} + \sum_{i=1}^m s_i Y_{it} \leq CAP_t \quad t = 1, \dots, T \quad (2.3)$$

$$X_{it} - MY_{it} \leq 0 \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T \quad (2.4)$$

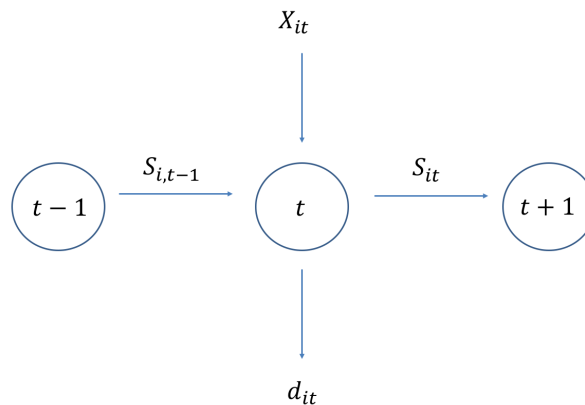
$$X_{it}, S_{it} \in R_+ \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T \quad (2.5)$$

$$Y_{it} \in \{0, 1\}, \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T \quad (2.6)$$

A função objetivo (2.1) busca minimizar a soma dos custos de produção, estoque e preparação. As restrições (2.2) referem-se ao balanço de estoque. A Figura 2 representa o funcionamento dessas restrições. As restrições (2.3) consideram a limitação de capacidade, incluindo o tempo despendido para a produção dos itens e preparação das máquinas. As restrições (2.4) asseguram que o tempo e o custo de preparação sejam considerados apenas quando existe produção e, por fim, (2.5) e (2.6) são, respectivamente, restrições de não negatividade e integralidade das variáveis.

Para resolver esse problema, os autores propuseram uma heurística baseada na relaxação lagrangiana das restrições de capacidade. Basicamente, o método consiste em dualizar tais restrições e resolver os subproblemas não capacitados (um para cada item) de forma exata, usando o método de Wagner e Whitin (1958). O problema relaxado é resolvido pelo método do subgradiente.

Figura 2 - Representações do balanço de estoque dos itens em Trigeiro, Thomas e McClain (1989).



Fonte: Adaptado de Pochet e Wolsey (2006).

Os tempos de preparação ¹, ainda que consumam recursos, são atividades que não agregam valor do ponto de vista do consumidor. Logo, é sempre crítico reduzir sua presença ao mínimo nos ambientes de produção. Vários são os posicionamentos sobre a inclusão ou não deste fator, bem como a forma de considerá-lo na modelagem do PDL. Billington et al. (1994) defendem que, apesar de poder ser ignorado em determinadas situações, em alguns sistemas com restrições de capacidade, o fator tempo de preparação se mostra como um dos fatores mais críticos do PDL. Assumir custos de preparação na modelagem do PDL permite um resultado de função objetivo mais coerente, como também, possibilita a busca do melhor *trade-off* entre a quantidade de itens armazenados ao fim de cada período (lotes maiores) e a variação de diferentes tipos de itens dentro de um plano de produção (lotes menores). Por outro lado, além da questão custo, sempre que preparações estão sendo realizados, ocupa-se a disponibilidade do sistema para a fabricação. Logo, considerar apenas o custo de preparação permite que o modelo gere resultados inconsistentes, ou seja, que atendam objetivos do ponto de vista de custo mas que ainda comprometa a disponibilidade de tempo com preparações de forma excessiva. O cuidado nesse caso envolve restringir de forma direta ou indireta a incidência de situações de preparações no plano proposto.

Em uma revisão bibliográfica, Karimi, Fatemi e Wilson (2003) elencam diversas características relacionadas ao PDL que afetam a formulação e complexidade dos modelos. Os fatores citados são:

- número de estágios: os sistemas podem ser monoestágios, quando o processo é restrito a uma etapa única e multiestágio, em que várias etapas contemplam a fabricação de um

¹Também conhecido como tempo de ajuste ou *setup*

item completo;

- número de itens: o sistema pode ser um-item, quando apenas um tipo de item é considerado na modelagem e multi item quando vários itens distintos podem ser processados no mesmo sistema;
- capacidade: a modelagem matemática pode contemplar ou não a restrição de capacidade do sistema;
- demanda: pode ser estática quando não contempla variações de demanda e dinâmica quando variações na demanda são consideradas;
- tempo e custo de preparação: quando o tempo de preparação é independente da sequência de produção, o mesmo é chamado de preparação simples. Quando a sequência afeta o custo de preparação, este é considerado preparação complexo;
- atraso: atrasos podem ser considerados nos modelos. Nesse contexto, uma variável de penalização na função objetivo força o modelo para uma decisão que reduza a incidência dessa situação.

Devido a importância prática e teórica do PDL, diversos trabalhos de revisões podem ser encontrados na literatura, como por exemplo, em Drexel e Kimms (1997), Jans e Degraeve (2008), Robinson, Narayanan e Sahin (2009) e Buschkühl et al. (2010), entre outros.

2.1.1 Problema de Dimensionamento de Lotes Multiestágio

Esta classe contempla sistemas de produção em que, para produzir um item completo, diversos componentes necessitam ser confeccionados previamente para posterior agregação.

O trabalho de Billington, McClain e Thomas (1983) faz uma revisão sobre problemas multiestágio. São comentadas as lacunas deixadas nos sistemas MRP (*Material Requirement Planning*) e o modo como essas lacunas interferem na qualidade das decisões de planejamento das empresas. É proposto um procedimento de compressão do problema sem perda da otimalidade. Máquinas com capacidades ociosas foram desconsideradas na restrição de capacidade do modelo. Reduções de inventário são observadas quando confrontados com os resultados gerados pelas práticas usuais no MRP.

Em Afentakis, Gavish e Karmarkar (1984), o PDL multiestágio e sem restrição de capacidade é reformulado em termos de estoque escalão. Um algoritmo *Branch-and-Bound* é proposto

e testado. Limitantes obtidos através da relaxação lagrangiana são utilizados. Resultados computacionais são relatados para 120 problemas gerados aleatoriamente que envolvem até 50 itens em 15 estágios e até 18 períodos de tempo no horizonte de planejamento.

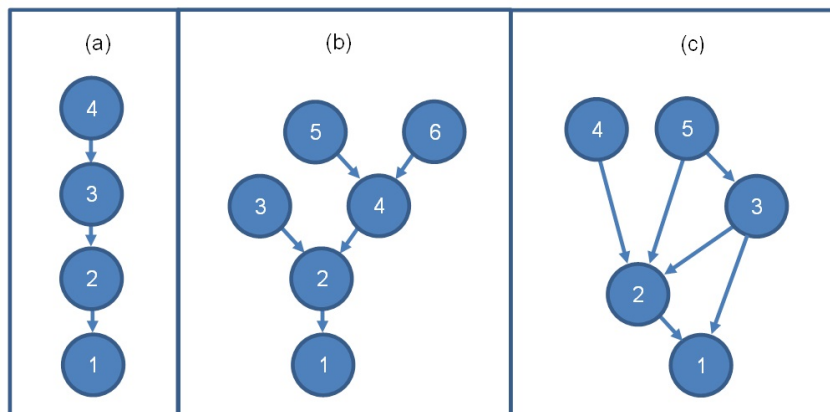
Clark e Armentano (1995) apresentam uma heurística para um PDL multiestágio, com restrição de capacidade, considerando os custos de estoque e de preparação dos equipamentos. São apresentadas formulações para quatro tipos de estruturas de itens. A heurística se baseia na aplicação sequencial do algoritmo de Wagner e Whitin (1958) para o problema sem restrição de capacidade, seguida pela transferência de parte da produção entre os períodos para obtenção da factibilidade.

Berretta e Rodrigues (2004) apresentam abordagens heurística para resolver um PDL multiestágio com restrições de capacidade. São considerados os custos de instalação e tempos de preparação. As heurísticas propostas são avaliadas utilizando instâncias geradas aleatoriamente e exemplos conhecidos na literatura.

Pochet e Wolsey (2006) propõem uma classificação da interdependência entre as peças das estruturas dos itens que ocuparão determinado sistema num problema multiestágio. A Figura 3 representa esta classificação:

- a) serial: quando todas as peças da estrutura dos itens possuem um único sucessor e um único predecessor;
- b) montagem: quando uma peça pode ter mais de um predecessor mas apenas um sucessor;
- c) estrutura geral: quando uma peça pode ter um número indefinido de predecessores e sucessores.

Figura 3 - Estruturas dos itens em sistemas multiestágio.



Fonte: (POCHET; WOLSEY, 2006).

Para a formulação matemática do PDL multiestágio, os seguintes parâmetros devem ser adicionado aos parâmetros já citados no modelo (2.1)-(2.6):

- g_{ij} : quantidade necessária do item i para compor uma unidade do item j ;
- $S(i)$: conjunto dos itens imediatamente sucessores a i ;

Logo, a equação de balanço de estoque (2.2) pode ser ajustada da seguinte maneira:

$$S_{i,t-1} - S_{it} + X_{it} = d_{it} + \sum_{j \in S(i)} g_{ij} X_{jt} \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T \quad (2.7)$$

A equação de balanço (2.7) determina que a quantidade do item i produzida no período t (X_{it}) mais a quantidade estocada no final do período $t - 1$ ($S_{i,t-1}$) deve suprir demanda do item i no período t (d_{it}) juntamente com a soma da quantidade do item i necessária para compor o item j sucessores de i no período t ($\sum_{j \in S(i)} g_{ij} X_{jt}$).

No trabalho de Tempelmeier e Buschkühl (2009) é considerado o PDL com vários recursos, capacidade limitada, multiestágio e com tempos de preparação não nulos. Os autores propuseram uma modelagem que permite a transição de preparações entre períodos adjacentes se a produção de um item é continuado no próximo período. Para resolução, os autores propuseram uma heurística baseada na relaxação lagrangiana.

No trabalho de Almeder (2010) foi tratado o PDL multiestágio com limitação de capacidade, tempos e custos de preparações não nulos e possibilidade de utilização de hora extra. A

proposta envolve a utilização de algoritmos *ant-based* com um solucionador exato para programação linear (inteira mista). De acordo com o autor, a abordagem híbrida proporciona resultados superiores para problemas de níveis pequenos e médios em comparação com as abordagens existentes na literatura. Já para problemas de grande escala, segundo o autor, o desempenho do método apresentado está entre os melhores.

2.1.2 Problema de Dimensionamento de Lotes com possibilidade de atraso

Em dinâmicas reais de planejamento da produção, sobretudo quando se considera a capacidade finita do sistema, pedidos, eventualmente, precisam ser postergados ou sacrificados. Esta condição pode ser inserida na modelagem do problema, sendo conhecida na literatura como *backlogging*.

Apesar do *backlogging* oferecer à modelagem uma opção em termos de flexibilidade de resultados possíveis, numa situação real, sempre desejamos evitar os atrasos para um adequado atendimento dos clientes. Por outro lado, desejamos evitar a fabricação adiantada de determinado produto para a manutenção da menor quantidade possível de estoques, normalmente associada a custos adicionais. Para forçar no modelo a fabricação dos itens no momento correto (o mais tarde possível antes da entrega), uma penalização é atribuída na função objetivo sempre que esta condição não é atendida.

Para formulação de um PDL considerando *backlogging*, novas variáveis e parâmetros precisam ser incrementados aos já definidos nas seções anteriores.

Parâmetros:

- hc_{it}^+ : custo unitário de estocagem do item i no período t ;
- hc_{it}^- : penalidade por atraso de uma unidade do item i no período t ;

Variáveis:

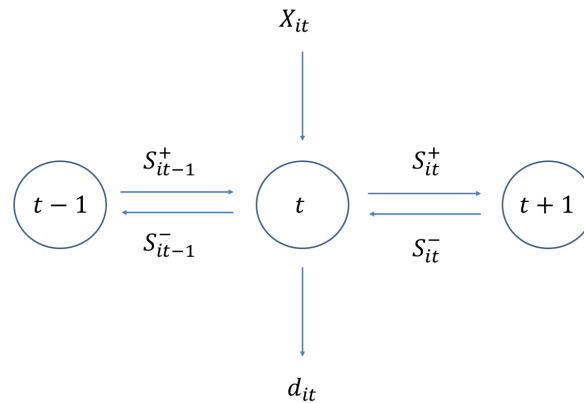
- S_{it}^+ : quantidade em excesso do item i no período t ;
- S_{it}^- : quantidade em atraso do item i no período t ;

A equação (2.8) descreve o balanço de estoque dos itens e deve substituir a equação 2.2 .

$$-S_{i,t-1}^- + S_{i,t-1}^+ + X_{it} = d_{it} - S_{it}^- + S_{it}^+ \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T \quad (2.8)$$

Como podemos observar nas restrições (2.8), a demanda (representada pelo parâmetro d_{it}) pode ser atendida no prazo, a partir da utilização parcial ou total de estoques excedentes de períodos anteriores. Seu objetivo é balancear a programação da produção em função dos prazos de entrega definidos, como ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Representação do balanço de estoque com atraso.



Fonte: Adaptado de Pochet e Wolsey (2006).

Na função objetivo (2.9) são adicionados as variáveis S_{it}^+ e S_{it}^- . Estas variáveis, associadas aos seus respectivos custos hc_{it}^+ e hc_{it}^- , forçam a minimização dos custos na direção da menor incidência possível para as opções de adiantamento e atraso.

$$\text{Min} : f = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m (hc_{it}^+ S_{it}^+ + hc_{it}^- S_{it}^- + vc_{it} X_{it} + sc_{it} Y_{it}) \quad (2.9)$$

Em função da flexibilidade que a modelagem de restrições com *backlogging* proporciona, diversos autores consideraram esta opção em seus trabalhos.

Em Zangwill (1969), o modelo básico Wagner e Whitin (1958) é estendido considerando a possibilidade de atraso (*backlogging*). Dois sistemas de produção são analisados, sendo o primeiro um modelo único item com *backlogging*. Em cada modelo, o objetivo é encontrar um cronograma de produção que minimize os custos totais de produção e estoques.

Millar e Yang (1994) apresentaram uma formulação baseada em redes para o PDL com item único e *backlogging*. Dois algoritmos foram apresentados e as abordagens de resolução do problema se mostram mais eficientes quando comparadas às propostas por Pochet e Wolsey (1988).

Mercé e Fontan (2003) consideram o PDL monoestágio com múltiplos itens, restrições de capacidade e possibilidade de atraso na entrega dos itens, além da inserção de restrições de

quantidade mínima de peças, bem como, tempos e custos de preparações não nulos.

Toledo e Shiguemoto (2005) estudam o PDL considerando vários centros de trabalho, permitindo situações de adiantamento e atraso, porém, sem contemplar restrições de capacidade. O modelo foi testado com adaptação do algoritmo de Zangwill (1969), bons resultados computacionais foram obtidos.

Em um ambiente de produção de um único item num horizonte de tempo finito, Casarotti, Toledo e Telles (2005) estudam o planejamento da produção buscando encontrar um plano de custo mínimo, capaz de atender a demanda do item com ou sem atraso. Três heurísticas eficientes, baseadas na representação do problema de roteamento de veículos de Axsäter (1980) foram testadas e resultados interessantes foram alcançados quando comparados aos alcançados pelo algoritmo de Zangwill (1969).

Para um PDL com restrição de capacidade e com *backlogging*, Wu et al. (2011) propuseram dois novos modelos de programação inteira mista. Os autores propuseram uma estrutura de otimização eficaz que atinge soluções de alta qualidade em tempo computacional razoável. Resultados computacionais mostram que o modelo proposto é superior a outras abordagens bem conhecidas, em várias dimensões importantes de desempenho.

2.2 PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO DE PEDIDOS E DIMENSIONAMENTO DE LOTES

Programar os pedidos consiste em definir em qual data do horizonte de planejamento cada pedido deverá ser fabricado. Esta decisão geralmente considera a data de entrega negociada com o cliente, impactando fortemente na qualidade do atendimento dos pedidos (atendimento dos prazos), bem como nos custos relacionados ao plano que está sendo proposto.

Furtado (2012) aborda o planejamento da produção de pedidos em fundições de pequeno porte. Nesse cenário, as demandas são inseridas com grande variabilidade de características, dificultando de forma importante o processo de tomada de decisão. As principais decisões a serem tomadas são: quais ligas fundir nos fornos disponíveis e quais peças devem ser vazadas (preenchimento do molde) a partir das ligas fundidas. São propostos dois modelos matemáticos para o PDL. O primeiro modelo, baseado em Araujo e Arenales (2003), trata o problema de planejamento da produção de pedidos completos. Um dos diferenciais desse modelo é a obrigatoriedade de completar a produção de todas as peças de um pedido para que este seja considerado atendido e entregue ao cliente. O modelo foi testado e comparado com os resultados alcançados por Camargo, Mattioli e Toledo (2012), mostrando soluções que completam,

em média, um número maior de pedidos para três carteiras com número mínimo, médio e máximo de pedidos.

No segundo modelo proposto por Furtado (2012), entregas parciais são permitidas, no entanto, incorrem em custos adicionais de transporte/expedição. Os principais ajustes realizados consistiram em: permitir que os itens possam ser entregues antes da conclusão dos pedidos; caracterizar a conclusão dos pedidos através da entrega dos itens e não pela produção dos itens; assegurar que só há entrega se ela for contabilizada, ou pelo pedido estar completo; permitir quantidade de entregas extras; entregas extras devem ser realizadas somente quando o pedido não é concluído e com a garantia que o cliente receba apenas o que conta no pedido. A função objetivo passou a combinar fatores como custo de atraso dos pedidos, redução de custos de atraso para entrega de itens dos pedidos, incentivo para produção de itens dos pedidos não completados (visa reduzir o desperdício nas fornadas) e os custos de entregas extras. Uma heurística *Relax-and-Fix* é proposta para solução do problema integrado. Os testes mostraram que as soluções envolvendo o método heurístico apresentou melhores resultados em 88% dos casos, com destaque para a carteira máxima de pedidos em que foram apresentadas melhores soluções em todas as instâncias.

Uma nova versão desse modelo é proposto em Furtado, Camargo e Toledo (2016). Segue abaixo o modelo para discussão. Foi mantida a notação original dos autores.

Índices e conjuntos:

- $k \in \{1, 2, \dots, K\} = \kappa$: tipos de ligas;
- $i \in \{1, 2, \dots, NP\} = \iota$: pedidos;
- $j \in \{1, 2, \dots, N\} = \mu$: tipos de itens;
- $t \in \{1, 2, \dots, T\} = \tau$: períodos;
- $\eta \in \{1, 2, \dots, L_t\} = \xi$: subperíodos de tempo;
- $S(i)$: conjunto de itens pertencentes ao pedido i ;
- $A(j)$: conjunto de pedidos que contenha o item j ;
- $L(k)$: conjunto de itens que podem ser produzidos a partir da liga k ;

Parâmetros:

- NS_t : número de subperíodos no período t , ou seja, cargas de fornos no período t ;

- $F_t = 1 + \sum_{r=1}^{t-1} NS_r$: primeiro subperíodo no período t ;
- $L_t = \sum_{r=1}^t NS_r$: último subperíodo no período t ;
- bo_{it} : custo por atrasar o pedido i no período t ;
- pe_{it} : penalidade para entrega extra do pedido i no período t ;
- r_{jit} : benefício de entrega antecipada do item j do pedido i no período t ;
- h_j : benefício de manter o item j no final do horizonte de planejamento (período t);
- d_{it} : atribui-se o valor 1 se o pedido i deve ser entregue no período t e 0, caso contrário;
- ρ_j : peso bruto (kg) do item j ;
- cap : capacidade do forno em carga única (kg);
- me_i : número máximo de entregas extras para o pedido i ;
- a_{ji} : quantidade necessária do item j para compor o pedido i ;

Variáveis:

- BO_{it}^- : assume o valor 1 se o pedido i é atrasado no período t e 0, caso contrário;
- E_{it} : assume o valor 1 se houver entrega extra do pedido i no período t e 0, caso contrário;
- Γ_{jit} : variável auxiliar que indica a quantidade do item j do pedido i entregue no período t em uma entrega extra;
- I_{jt} : número de itens j mantidos no final do período t ;
- XO_{it} : assume o valor 1 se o pedido i foi concluído no período t e 0, caso contrário;
- $X_{j\eta}$: quantidade produzida do item j no subperíodo η ;
- Y_{η}^k : assume o valor 1 quando o forno é preparado para produzir a liga k no subperíodo η e 0, caso contrário;
- W_{jit} : quantidade de itens j do pedido i entregues no período t ;

$$\text{Min} \sum_{i \in I} \sum_{t \in \tau} (bo_{it} BO_{it}^- + pe_{it} E_{it}) - \sum_{t \in \tau} \sum_{i \in I} \sum_{j \in S(p)} r_{jit} \Gamma_{ipt} - \sum_{j \in \mu} h_j I_{jt} \quad (2.10)$$

S.a.

$$XO_{it} + BO_{it} = d_{it} + BO_{i,t-1} \quad i \in \iota; t \in \tau \quad (2.11)$$

$$I_{j,t-1} + \sum_{\eta=F_t}^{L_t} X_{j\eta} = I_{jt} + \sum_{i \in \iota \in A(j)} W_{jit} \quad j \in \mu; t \in \tau \quad (2.12)$$

$$\sum_{k \in \kappa} Y_{\eta}^k \leq 1 \quad \eta \in \xi; k \in \kappa \quad (2.13)$$

$$\sum_{j \in L(k)} (\rho_j X_{j\eta}) \leq cap Y_{\eta}^k \quad \eta \in \xi; k \in \kappa \quad (2.14)$$

$$\sum_{\eta \in \xi} X_{j\eta} \leq \sum_{i \in \iota} a_{ji} \quad i \in \iota \quad (2.15)$$

$$W_{jit} \leq a_{ji}(XO_{it} + E_{it}) \quad j \in S(i); i \in \iota; t \in \tau \quad (2.16)$$

$$\sum_{t \in \tau} W_{jit} \leq a_{ji} \quad j \in \mu; i \in \iota \quad (2.17)$$

$$XO_{it} + E_{it} \leq 1 \quad i \in \iota; t \in \tau \quad (2.18)$$

$$\sum_t^{l=1} W_{jit} \geq a_{ji} XO_{it} \quad j \in \mu; i \in \iota; t \in \tau \quad (2.19)$$

$$\sum_{t \in \tau} E_{it} \leq me_i \quad i \in \iota \quad (2.20)$$

$$\Gamma_{jit} \leq \min[W_{jit}; a_{ij}(1 - XO_{it})] \quad j \in S(i); i \in \iota; t \in \tau \quad (2.21)$$

$$BO_{it}; XO_{it}; E_{pt} \in \{0, 1\} \quad i \in \iota; t \in \tau \quad (2.22)$$

$$Y_{\eta}^k \in \{0, 1\} \quad \eta \in \xi; k \in \kappa \quad (2.23)$$

$$W_{jit}; X_{j\eta} \in Z^+ \quad j \in \mu; i \in \iota; t \in \tau; \eta \in \xi \quad (2.24)$$

$$\text{todas as outras variáveis são não negativas e contínuas} \quad (2.25)$$

No modelo (2.10)-(2.25), a função objetivo (2.10) minimiza a soma dos custos de estoque, de atraso, de entregas extras e de troca de ligas durante o processo de produção. Se várias entregas são possíveis para um mesmo pedido, os benefícios são calculados na função objetivo para cada item. Além disso, são considerados incentivos para os itens armazenados no último período, de modo que o uso do forno possa ser otimizado. As equações (2.11) representam as restrições de balanço de fluxo para os pedidos. As equações (2.12) estabelecem que a soma de itens produzidos e do estoque atual devem ser suficientes para a entrega e estoque no fim do período t . Perceba que o estoque de um pedidos é representado pelo estoques de seus itens. Um pedido é considerado concluído apenas quando todos os seus itens são entregues. As restrições (2.13) determinam apenas uma liga para ser fundida em cada subperíodo. As restrições (2.14) restringem o volume de produção considerando a capacidade do forno. A produção dos itens é limitada ao valor exigido pelas restrições (2.15). As restrições (2.16) determinam se as entregas ocorrem para um pedido concluído ou para uma entrega extra. Note que as entregas

extras contribuem para minimizar o custo total; conseqüentemente, o total de itens entregues está limitado ao valor exigido pelas restrições (2.17). Além disso, os fornecimentos adicionais ocorrem apenas se o pedido ainda estiver em aberto nesse período, de acordo com a restrição (2.18). As restrições (2.19) impõem que uma ordem pode ser concluída somente se todos os itens foram entregues. As restrições (2.20) definem um limite superior sobre o número de entregas extras. As restrições (2.21) limitam o número de itens entregues antecipadamente. Por fim, as restrições (2.22) e (2.24) definem os domínios das variáveis.

Para resolver o modelo proposto, as variáveis foram relaxadas e uma heurística *relax-and-fix* foi proposta. Os testes computacionais demonstraram resultados obtidos superam os obtidos pela abordagem prática utilizada na empresa.

2.3 Problemas de dimensionamento de lotes na indústria moveleira

Como veremos mais adiante na Subseção 3.3, a empresa objeto desse estudo possui uma rotina de planejamento característica de médias empresas do setor, em que o dimensionamento de lotes e o planejamento de cortes é realizado de forma independente, utilizando-se inclusive de *softwares* diferentes para cada uma dessas fases. Como o objetivo desse trabalho é abstrair a rotina atual e não interferir ou alterar a forma como as decisões são tomadas atualmente, esse trabalho irá se concentrar apenas no processo decisório que envolve o dimensionamento dos lotes de produção e na definição das datas mais adequadas para atendimento dos prazos de entrega dos pedidos. Muitos trabalhos aplicados à indústria de móveis contemplam modelos que integram PCE e PDL. A justificativa para a discussão desses trabalhos a seguir envolve o fato de estudarem o mesmo setor, colaborando, mesmo que indiretamente, com o estudo pretendido nesse texto.

Gramani e França (2006) analisaram o *trade-off* que surge quando trata-se do PCE integrado com o PDL para vários períodos. Os autores formularam um modelo matemático PCE combinado com o PDL e propuseram um método de soluções baseado em uma analogia com o problema de rede do caminho mínimo. O objetivo envolve minimizar os custos de perda de material durante o corte, os custos de inventário (itens semiacabados e acabados) e os custos de preparação dos equipamentos. Os resultados em testes foram comparados com os resultados da prática industrial.

Santos, Araujo e Rangel (2011) propõem um modelo de otimização inteira mista para o processo de produção, acoplando o PDL com o PCE bidimensional. O modelo considera vários itens (itens finais), horizonte rolante de planejamento, sendo que somente o período inicial

é programado detalhadamente em relação às restrições de atendimento e de capacidade das máquinas. Testes computacionais fazendo várias comparações foram realizados e mostram a eficiência da abordagem proposta.

Gramani, França e Arenales (2009) apresenta um novo modelo matemático para PDL combinado com PCE. O modelo incorpora o *trade-off* entre armazenar itens finais por meio de previsões de demanda para determinados itens, arcando com o ônus relacionados aos custos de manutenção de inventário, mas por outro lado, gerando um programa com menor intensidade de preparação e os custos de corte dentro do melhor arranjo possível para menor necessidade de material. O método de resolução proposto tem como base o relaxação lagrangiana, utilizando o método de sub-gradiente para atualizar os vectores dos multiplicadores. Quatro conjuntos de teste foram realizados envolvendo análises para problemas grandes e problemas menores. Os resultados para os problemas maiores revelam que a abordagem que lida com os problemas de forma combinada (Heurística Lagrangiana) apresenta um pequeno aumento nos custos de armazenamento. Este incremento de custo é contraposto por uma importante redução nos custos de preparação, bem como uma pequena melhora no aproveitamento das chapas de madeira. Considerando problemas menores, os resultados foram semelhantes, sendo observado uma redução de 3% no custo de armazenamento.

Gramani, França e Arenales (2011) estudaram um método de otimização linear para um problema integrado de dimensionamento de lotes e corte de estoque no contexto de uma fábrica de móveis. Os autores propuseram um modelo para o problema integrado. Dois modelos são decompostos a partir do primeiro, sendo que um trata do PDL e outro trata do PCE. O problema integrado foi resolvido usando a técnica de geração de colunas e de decomposição. Os autores mostraram que a técnica de geração de colunas é capaz de obter ganhos acima de 12,7% quando comparado com o modelo de decomposição, usado na prática.

Vanzela, Rangel e Araujo (2013) tratam do problema integrado de PDL e o PCE uma fábrica de móveis característica. São proposto três modelos, sendo que dois tratam do PCE e de PDL de forma separada e um terceiro trata os dois problemas de forma integrada. Para garantir que o problema seja tratável computacionalmente, algumas simplificações foram assumidas: apenas o processo de corte é considerado; os tempos de preparação da máquina de corte não são considerados; a matéria prima em estoque é suficiente para atendimento da demanda; atrasos e horas extras não são permitidos e a cor dos móveis não é considerada na decisão.

Alem e Morabito (2012) tratam do PDL integrado ao PCE considerando incerteza com relação aos custos de produção e itens demandados. Ferramentas de otimização robusta são utilizadas para resolver o problema. Testes computacionais foram realizados utilizando dados

reais e simulados.

Alem e Morabito (2013) tratam do PDL de uma fábrica de móveis de pequeno porte, considerando demanda e tempos de preparação estocásticos. Quatro modelos são propostos, em que cada um deles considera diferentes reduções de risco. Os resultados numéricos indicam que é possível alcançar reduções significativas de custo utilizando as estratégias de aversão ao risco na modelagem do problema.

Alem e Morabito (2015) abordaram um PDL típico de empresas moveleiras de pequeno porte. As demandas e os tempos de preparação dos estágios gargalos foram consideradas variáveis aleatórias. Essas variáveis que podem ser aproximadas por um conjunto finito de cenários ponderados pelas correspondentes probabilidades de ocorrência. O problema com múltiplos cenários foi modelado via programação estocástica de dois estágios. Resultados em testes indicaram que, em muitas situações, não é muito dispendioso assegurar soluções aversas ao risco com bons níveis de serviço.

3 A INDÚSTRIA MOVELEIRA

O problema estudado envolve a dinâmica de planejamento e programação da produção em indústrias de móveis seriados. O cenário foi observado em uma empresa da região de Arapongas, na região norte do estado do Paraná. O levantamento das informações foi realizado através de observações e entrevistas abertas realizadas com as equipes envolvidas na rotina dessa organização.

A indústria moveleira no Brasil, a exemplo de outros países, é diversificada e fragmentada. São observadas como características principais a presença elevada de mão de obra, bem como a predominância de micro e pequenas empresas de origem familiar. De grande representatividade, o setor moveleiro se posiciona como um segmento tradicional para a economia brasileira. De forma geral, essa empresa tem como característica baixo dinamismo tecnológico, elevada intensidade de mão de obra e alta dependência de matérias primas de origem vegetal. Apesar de alguns movimentos recentes voltados ao progresso técnico do setor, sua intensidade se mostra aquém quando comparados a outros setores de características similares. Esta condição reforça a percepção de que grande parte das inovações presentes no setor são resultados de movimentos de fornecedores da cadeia produtiva, geralmente, atribuída a acessórios e matérias primas (ROSA et al., 2007).

O setor é marcado por grande heterogeneidade, composto por empresas de pequeno porte e com elevado nível de atividades artesanais, até empresas de grande porte que produzem móveis retilíneos e com elevado nível de automação e mecanização (GALINARI; JUNIOR; MORGADO, 2012).

Com relação a representatividade, o segmento é significativo para o país, exercendo um papel de destaque na cadeia produtiva da madeira. Segundo dados do IEMI (2015), em 2014 o setor produziu um total de R\$ 44,9 bilhões, empregando 327,4 mil funcionários, o que equivale 3,5% do total de trabalhadores alocados na produção industrial nesse período. No período de 2010 a 2014 o crescimento da produção de móveis no país foi de 14,0%, equivalente a uma expansão anual média de 6,5% (IEMI, 2015). No Brasil, as regiões Sul e Sudeste lideram a concentração das organizações com 39% cada região, seguidos pelas regiões Nordeste (12%), Centro-oeste (7%) e Norte (2,5%) (BRASIL - MCT, 2013). Na região Sudeste, o destaque fica pelo estado de São Paulo, onde se apresenta grande presença de fábrica de móveis para

escritório. Ainda no estado de São Paulo, dois polos (Mirassol e Votuporanga) concentram indústrias de móveis retilíneos direcionados para o mercado interno, com o predomínio de micro e pequenas indústrias (ROSA et al., 2007). Na região Sul, os três estados tem forte participação no volume produzido, com destaque para as exportações das empresas do estado do Rio Grande do Sul, que concentraram 29% das exportações de móveis no país em 2013 (IEMI, 2015). As indústrias deste estado concentram-se principalmente na produção de móveis residenciais retilíneos, feitos a partir de duas linhas de painéis de madeira reconstituídos. Os polos mais dinâmicos da indústria moveleira gaúcha estão localizados na Serra Gaúcha, nos municípios de Bento Gonçalves, Garibaldi, Gramado, Caxias e Flores da Cunha. O estado de Santa Catarina também se destaca em representatividade para a atividade no país. Suas exportações concentram 26% do volume total. Entretanto, neste estado o destaque maior é dado para móveis em madeira maciça.

3.1 O POLO MOVELEIRO DE ARAPONGAS

O município de Arapongas fica situado na região Norte no estado do Paraná, que é composta por 79 municípios. A densidade demográfica da região é importante, contemplando 1.969.367 habitantes sendo sua área delimitada em suas fronteiras pelos municípios de Apucarana, Londrina, Rolândia e Sabáudia. Até os anos 1960, a economia da região era fortemente voltada para a agricultura. Após esse período, iniciou-se uma diversificação das atividades, motivada principalmente pelas crises envolvendo a cultura do café em função de situações climáticas desfavoráveis.

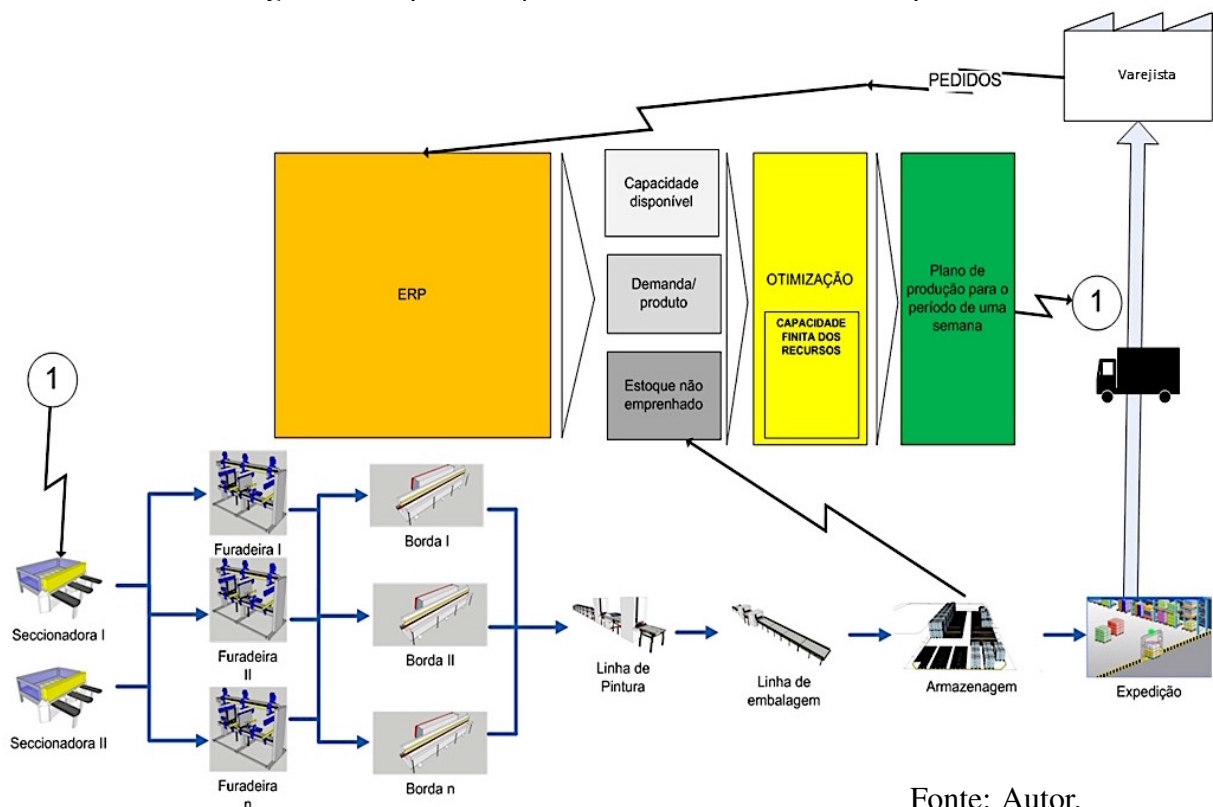
Atualmente, o polo moveleiro de Arapongas-PR, onde a empresa estudada está localizada, é considerado o segundo maior do país e o primeiro do Paraná, sendo o maior consumidor de painéis aglomerados do Brasil. São 213 empresas empregando 15201 trabalhadores. Representa 9,93% da participação das indústrias moveleiras no PIB nacional de móveis, sendo que o faturamento do mercado nacional em 2014 foi de R\$ 1785 bilhões e o faturamento das exportações em 2014 foi de US\$ 101,16 milhões (SIMA, 2005).

Com relação ao segmento de mercado, um ponto que caracteriza a participação das empresas da região é a composição do perfil consumidor, sendo que 92% são das classes C e D, 7% das classes B, e apenas 1% da classe A, evidenciando um posicionamento de mercado da grande maioria das empresas para a população de baixa renda (SIMA, 2005).

3.2 CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA MOVELEIRA

Em geral, o sistema produtivo possui *layout* funcional, em que as máquinas são agrupadas em função de suas características e as peças fluem entre estes agrupamentos em lotes (BLACK, 1998). Cada etapa é precedida de um estoque intermediário com a finalidade de absorver problemas de sincronismo. A Figura 5 representa um típico sistema de produção moveleiro.

Figura 5 - Representação de um sistema moveleiro típico.



O fluxo segue a seguinte sequência:

1. Corte: Nesta etapa, a matéria-prima, tais como, painéis de MDF (*Medium-Density Fiberboard* - Painel de fibra de madeira de média densidade) ou MDP (*Medium Density Particleboard* - Painel de Partículas de Média Densidade) são cortados segundo a estrutura de peças necessárias para cada produto num equipamento chamado Seccionadora. O corte dos painéis é orientado por um plano de corte que busca a melhor ordenação de secção dos painéis para confecção das peças que comporão os respectivos itens, definido previamente, na fase de desenvolvimento dos produtos. Uma vez definidos, tornam-se padronizados, sendo alterado apenas a quantidade de painéis cortados proporcional ao número de itens (e conseqüente peças) a serem processados. Os cortes são realizados

em pacotes de até quatro painéis simultaneamente e em lotes correspondentes. Após esta etapa, as peças são transportados em pilhas de até 800mm de altura, através de roletes que interligam os processos.

2. Furação: Aqui as peças são furadas conforme necessidade construtiva definida no projeto do produto. Nesta fase, em função de algumas características dos equipamentos, pode ser necessário um significativo tempo de ajuste. O equipamento empregado para esta tarefa é a furadeira múltipla.
3. Borda: Neste processo as peças passam por um acabamento lateral chamado de borda. Este acabamento pode ser de diversos materiais, tendo em sua superfície a mesma cor ou padrão do que será aplicado na superfície do móvel. O equipamento utilizado nesta fase é a coladeira de borda.
4. Pintura: Neste processo, as peças recebem a cobertura que lhes atribui a característica de imitação de madeira percebido pelo cliente final. Todas as peças passam por esta etapa, sendo a fase que mais agrega valor ao produto final. É bastante comum nas empresas a estratégia de se utilizar padrões diferentes para a face das peças que ficam para o lado externo do produto montado (mais elaborado) da face que fica para o lado interno do produto montado (mais simples). A principal motivação para esta diferença envolve a redução de custos, já que a pintura das peças corresponde a elevados custos de operação.
5. Embalagem: Após pintados, as peças são armazenadas provisoriamente em trilhos transportadores, onde aguardam a complementação das outras peças para o processo de embalagem. Após todas as peças estarem concluídas, estas são levadas para uma esteira transportadora, onde em um arranjo linear, as peças são agregadas em sequência previamente definida, de forma a compor um produto desmontado. É comum um móvel ser constituído de vários volumes.

Após a última etapa da sequência, os volumes são conduzidos para o estoque ou para a expedição, segundo a necessidade do momento.

3.3 PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO

Na rotina de programação na empresa visitada, as necessidades são geradas a partir de pedidos firmados por representantes distribuídos em várias regiões do país. Esses pedidos são encaminhados semanalmente. A agregação dos pedidos para formação dos lotes é realizada

considerando um horizonte de uma semana e o prazo de entrega firmado com o cliente em trinta dias corridos, aproximadamente.

Uma vez aprovados os pedidos pelo departamento financeiro, estes são liberados para atendimento. Posteriormente, os pedidos são agrupados em função da localização geográfica do cliente, configurando o que se chama por "carga" no jargão do setor. Esta estratégia reflete uma intenção de sincronizar sua operação com o sistema de distribuição. O agrupamento definirá o prazo de entrega dos produtos correspondentes da produção para o setor de expedição. Paralelamente, um levantamento da disponibilidade em estoque dos produtos demandados é realizado com o apoio do software ERP (*Enterprise Resource Planning*).

A Figura 6 apresenta um relatório das necessidades de produtos para um planejamento da produção típico das empresas do setor. Neste relatório, na primeira coluna estão as descrições dos produtos, na segunda coluna o detalhamento do revestimento ou cor. Na terceira coluna o estoque dos produtos no momento da geração do relatório. Os valores negativos fazem referência a períodos anteriores onde os produtos foram demandados e não atendidos por indisponibilidade. Na quarta coluna é sinalizada a quantidade do estoque já reservado para atendimento de pedidos registrados em períodos anteriores. Na quinta coluna é discriminada a quantidade de produtos que estão empenhados em pedidos de períodos anteriores e com sua respectiva carga definida. Na sexta coluna estão discriminados a quantidade de produtos para atenderem os pedidos já cadastrados, independente do período de entrega. Na sétima coluna são sinalizadas as quantidades de saldo para o período. Por fim, na última coluna, a quantidade de produtos a serem solicitados para a fábrica por meio de ordens de produção para o período.

Figura 6 - Exemplo de relatório de necessidades para o planejamento de produção.

POSIÇÃO ESTOQUE / PROGRAMAÇÃO PRODUÇÃO/PEDIDOS PREVISTOS PRAC		Emissão: 15/04/15 05:47:14		Página: 1			
		PERÍODO DE		01/01/2000 Á 31/12/2099			
Produto	Revestimento	Estoque	Reservado	Cargas	Pedidos	Saldo	Produção
2000092 KIT C/02 ESPELHOS 600X220	552 CINZA	0,00	0,00	0,00	55,00	-55,00	0,00
2000100 KIT COZINHA 04 PORTAS	656 IMP BRANCO / CINZA ## N	-85,00	0,00	5,00	103,00	-193,00	600,00
Lote Produção: 016379 07/04/2015		600,00					
2000188 PE PLÁSTICO 70MM	552 CINZA	-970,00	0,00	0,00	0,00	-970,00	0,00
2000198 KIT/PES (06 UNID)	552 CINZA	-218,00	0,00	0,00	1551,00	-1769,00	0,00
2000202 PANELEIRO DUPLO C/ NICHOS 3 PTS	510 TX TEKA FOSCO / BROWN	121,00	0,00	122,00	121,00	-122,00	0,00
2000202 PANELEIRO DUPLO C/ NICHOS 3 PTS	567 BRANCO / BP LINHEIRO G	-16,00	0,00	20,00	30,00	-66,00	0,00
2000202 PANELEIRO DUPLO C/ NICHOS 3 PTS	587 BRANCO / BP NOGAL TER	1,00	0,00	23,00	44,00	-66,00	0,00
2000204 ARMARIO AEREO 1 PT C/NICHOS 694MM	115 TX NOGAL FOSCO	0,00	0,00	0,00	1,00	-1,00	0,00
2000204 ARMARIO AEREO 1 PT C/NICHOS 694MM	526 BRANCO	-2,00	0,00	36,00	19,00	-57,00	240,00
Lote Produção: 016475 10/04/2015		240,00					
2000205 ARMARIO REFRIGERADOR 694MM	510 TX TEKA FOSCO / BROWN	-16,00	0,00	122,00	121,00	-259,00	360,00
Lote Produção: 016476 10/04/2015		360,00					
2000206 ARMARIO AEREO 1 PT C/NICHOS 1200MM	500 TX TEKA FOSCO	108,00	0,00	135,00	44,00	-71,00	20,00
Lote Produção: 016446 09/04/2015		20,00					
2000206 ARMARIO AEREO 1 PT C/NICHOS 1200MM	526 BRANCO	-25,00	0,00	56,00	177,00	-258,00	900,00
Lote Produção: 016529 13/04/2015		900,00					
2000208 BALCAO 2 PTS 2 GAV 697MM	567 BRANCO / BP LINHEIRO G	0,00	0,00	0,00	15,00	-15,00	0,00
2000210 BALCAO COM TAMPO	510 TX TEKA FOSCO / BROWN	223,00	0,00	294,00	669,00	-740,00	0,00

Fonte: Empresa 2015.

Uma vez identificadas as necessidades, são definidos quais produtos e em quais quantidades devem ser processados. A decisão envolve o saldo de estoque atual, a demanda no horizonte de planejamento e um nível de estoque estratégico a ser mantido pela organização para absorção de possíveis variações de demanda. Essa última decisão possui determinado grau de risco, sendo levado em consideração a vivência do analista e projeções baseados na experiência e percepção.

3.4 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA EMPRESA ESTUDADA

A empresa participante desse trabalho pertence ao polo moveleiro de Arapongas. Foi fundada no início da década de 90 e atua na fabricação de mobiliário residencial, produzindo *racks*, estantes e dormitórios. Ocupa uma área de 52.000m², conta com uma equipe 147 colaboradores e uma produção de aproximadamente 18.000 unidades por mês. Do volume total de demanda, 45% se concentra na região nordeste, 32% nas regiões Sul e Sudeste e o restante (23%) na região Norte.

Com relação ao fluxo dos pedidos, três dias contemplam as etapas administrativas (comercial e financeiro) e quatro dias são ocupados nos processos de fabricação. O tempo de entrega se estende de cinco a doze dias, dependendo da região. As entregas são realizadas com frota própria.

A empresa possui uma estrutura profissionalizada. É possível observar a presença de siste-

mas de gestão visual nos postos de trabalho, resultado de ações internas e projetos desenvolvidos por consultorias externas.

A estrutura de máquinas é relativamente nova, contemplando equipamentos com elevada tecnologia voltada a flexibilidade e elevada produtividade. A estrutura é composta por três seccionadoras, quatro coladeiras de borda, três furadeiras múltiplas, duas linhas de pintura e duas linhas de embalagem.

Um dos grandes desafios compartilhados pela direção da empresa envolve o volume de material acabado armazenado. O mercado de móveis tem passado por significativas mudanças nos últimos anos. O consumidor cada vez mais informado sobre as tendências de *design*, impõe forte demanda de um número maior de opções de compra. Este mesmo consumidor, por outro lado, também busca o menor valor de compra, gerando por sua vez um agressivo movimento dos varejistas pela redução de seus custos, através do controle fino de seus estoques. Segundo estimativas da própria empresa, a quantidade de estoque existente no momento desta pesquisa gira em torno de quatro meses de demanda. O cenário revela um elevado represamento de capital em produto acabado, o que compromete o fluxo de caixa da empresa, prejudicando significativamente sua competitividade. Na opinião da empresa, essa condição demonstra uma forte necessidade de revisão de suas estratégias de planejamento da produção, reforçando a importância desta pesquisa para a realidade do setor.

Com base nestas informações, entendemos que um enorme desafio permeia a tomada de decisão na prática do PCP das empresas de móveis. A variedade de demanda por tipo de produto, cor, quantidade e prazo de entrega associado ao grande número de clientes, tornam este processo decisório algo desafiador. Esta condição é colocada ao analista que tentará tomar a melhor decisão em termos de tamanho de lote e data para conclusão. O ambiente de produção também se caracteriza por um elevado nível de dinamicidade. Alterações na programação são frequentes em função de mudanças na disponibilidade dos recursos ou de alterações nas prioridades da área comercial. O custo mais baixo dependerá de decisões mais assertivas e rápidas, considerando o cenário dinâmico no qual as empresas de móveis estão inseridas.

De forma geral, o objetivo da empresa é definir um plano de produção com o menor custo possível e adequado às restrições operacionais do sistema de produção.

Na próxima seção propomos um modelo matemático que envolva toda a problemática descrita neste capítulo, apoiando os tomadores de decisão na programação de pedidos e dimensionamento de lotes da produção com custos menores que os alternativos utilizados atualmente.

4 MODELO MATEMÁTICO PARA O PROBLEMA PROPOSTO

O objetivo deste Capítulo é propor um modelo matemático para a programação de pedidos e dimensionamento de lotes da produção para indústria de móveis seriados estudada e que permita a organização de planos de produção com custos menores que os alternativos utilizados atualmente.

Os custos considerados no problema envolvem o custo de fabricação dos itens, o custo de preparação para a fabricação dos itens e custo de armazenagem. Estes três custos foram definidos com informações reais da empresa. Os custos de não atingimento de estoque de segurança e custo de atraso nos pedidos são custos também definidos com informações colhidas na empresa, mas de caráter mais subjetivo, com o objetivo de direcionar as decisões deste estudo para decisões mais próximas das reais.

Outro exemplo desse esforço para representação das decisões reais da empresa envolve a prática de gestão de estoques de produtos acabados. Estes estoques são estratégicos e tentam absorver oscilações de demanda, características do setor, além de permitir uma maior eficiência da utilização da estrutura de produção. Para tanto, foi utilizado como artifício a inserção na modelagem do estoque de segurança. Para forçar o modelo a considerar esta condição nos planos propostos, foi atribuída uma penalização sempre que este estoque não é considerado.

O modelo proposto, é baseado no trabalho de Furtado, Camargo e Toledo (2016). Nessa proposta, o atendimento dos pedidos pode ser realizado com atraso para flexibilizar a definição das estratégias de atendimento. Entretanto, penalizações forçam a mínima aderência desta opção. Os pedidos são listas de solicitação de itens por parte de clientes. Itens são produtos (estantes, *rack* e *home theater*). Os horizontes de programação contemplam cinco dias de produção, ou seja, cinco períodos. O PDL é caracterizado como multi itens, multiestágio, de demanda determinística, com horizonte finito, capacitado, com custo de ajuste e de estoques e penalizações por atrasos dos pedidos.

Nosso objetivo é definir um plano factível de produção em que o custo total de execução seja o menor possível. Os índices, parâmetros e variáveis são definidos a seguir.

Índices:

- $t = 1, 2, \dots, T$: períodos de tempo;
- $p = 1, 2, \dots, P$: pedidos;
- $i = 1, 2, \dots, m$: itens;

Parâmetros:

- sc_{it} : custo de ajuste da fábrica para a produção do item i no período t ;
- vc_{it} : custo unitário de fabricação do item i no período t ;
- hc_{it} : custo unitário de estoque do item i no período t ;
- HP_{pt} : custo por atrasar o pedido p no período t ;
- pc_{it} : custo unitário de não atingimento do estoque de segurança do item i no período t ;
- E_{it} : nível de estoque de segurança do item i no período t ;
- DP_{pt} : atribuí-se o valor 1 se o pedido p deve ser entregue no período t , 0 caso contrário;
- a_{ip} : quantidade necessária do item i para compor o pedido p ;
- s_i : tempo de preparação para fabricação do item i ;
- β_i : tamanho do lote mínimo para o item i ;
- SI_{i0} : quantidade do item i em estoque no período 0;
- b_i : tempo necessário para processamento de uma unidade do item i ;
- CP_t : capacidade limite de produção em minutos no período t ;

Variáveis:

- XP_{pt} : assume valor 1 se o pedido p é concluído no período t e 0 caso contrário;
- SP_{pt}^- : assume o valor 1 se o pedido p é atrasado no período t e 0, caso contrário;
- Y_{it} : assume valor 1 se há preparação para a produção do item i no período t e 0, caso contrário;

- X_{it} : quantidade do item i produzida no período t ;
- S_{it} : quantidade do item i estocada ao final do período t ;
- ES_{it} : quantidade do item i em estoque de segurança no período t ;
- ET_{it} : estoque total item i no período t .

$$\text{Min } f = \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T (vc_{it}X_{it} + sc_{it}Y_{it} + hc_{it}ET_{it} + pc_{it}(E_{it} - ES_{it})) + \sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T (HP_{pt}SP_{pt}^-) \quad (4.1)$$

s.a.

$$-SP_{p,t-1}^- + XP_{pt} = DP_{pt} - SP_{pt}^- \quad p = 1, \dots, P; t = 1, \dots, T \quad (4.2)$$

$$ET_{i,t-1} + X_{it} = \sum_{p=1}^P (a_{ip}XP_{pt}) + ET_{it} \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T \quad (4.3)$$

$$ET_{it} = ES_{it} + S_{it} \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T \quad (4.4)$$

$$ES_{it} \leq E_{it} \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T \quad (4.5)$$

$$X_{it} \leq \left(\sum_{p=1}^P a_{ip} + \sum_{j=t}^T E_{ij} \right) Y_{it} \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T \quad (4.6)$$

$$X_{it} \geq \beta_i Y_{it} \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T \quad (4.7)$$

$$\sum_{i=1}^m (b_i X_{it} + s_i Y_{it}) \leq CP_t \quad t = 1, \dots, T \quad (4.8)$$

$$ES_{it}, ET_{it}, X_{it}, S_{it} \in R_+, (S_{i0} = SI_i) \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T \quad (4.9)$$

$$Y_{it}, XP_{pt}, SP_{pt}^- \in \{0, 1\}, (SP_{p0}^- = 0) \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T; p = 1, \dots, P \quad (4.10)$$

No modelo (4.1)-(4.8), a função objetivo (4.1) minimiza os custos de operação, considerando a produção, preparação, estocagem de itens, bem como, penalidades por não atendimento do estoque de segurança e atrasos nos pedidos. O conjunto de restrições (4.2) faz o balanço dos pedidos assim como a possibilidade de atrasos dos mesmos. O conjunto de restrições (4.3) faz o balanço de produção dos itens, considerando os estoques totais do período anterior e do atual. As restrições (4.4) contabilizam o estoque total, considerando o estoque de segurança e o estoque regular. As restrições (4.5) submetem o modelo a considerar na programação o estoque de segurança definido para cada período e para cada item. Na restrição (4.6), a expressão $[(\sum_{p=1}^P a_{ip} + \sum_{j=t}^T E_{ij})Y_{it}]$ representa um número grande o suficiente para que se possa produzir tanto quanto necessário do que depender desta restrição. Neste caso representa a quantidade

de itens necessária para compor todos os pedidos em todo o horizonte de planejamento, assim como os estoques de segurança. O conjunto de restrições (4.7) representa o lote mínimo, ou seja, sempre que houver preparação para a produção de um item, essa produção deverá ser de, no mínimo, β_i . O conjunto de restrições (4.8) limita a ocupação da capacidade da fábrica por período. Por fim, as restrições (4.9) e (4.10) referem-se aos domínios das variáveis.

Como já comentado no Capítulo 3, o mercado atendido pelas indústrias moveleiras se mostra fortemente dinâmico, com grande variedade de tipo de item em cada pedido firmado. Para tratamento desta condição no processo de decisão, considerou-se a manutenção do estoque de segurança, que é incluído através de um parâmetro definido pela empresa, representando o nível ideal de estoque a ser mantido. Como podemos observar, o impacto desse tipo de abordagem ocorre já na função objetivo (4.1). Dessa forma, $pc_{it}(E_{it} - ES_{it})$ penaliza através do parâmetro pc_{it} , sempre que E_{it} é maior que ES_{it} , ou seja, quando o estoque de segurança não é atendido. A situação inversa (E_{it} é menor que ES_{it}) é restringida pela equação (4.5) em que $ES_{it} \geq E_{it}$ para todo $i = 1, \dots, m$ e $t = 1, \dots, T$.

Os resultados obtidos nos testes computacionais são apresentados no próximo capítulo.

5 TESTE COMPUTACIONAIS

O objetivo deste Capítulo é a avaliação de desempenho da abordagem proposta no capítulo 4. Para tanto, foi necessário o levantamento de dados reais da organização participante do estudo para realização de testes. Num segundo momento, os resultados foram comparados com os resultados gerados pela abordagem prática utilizada pela mesma empresa.

Serão apresentados os testes e resultados envolvendo dados reais da empresa objeto de estudo deste trabalho. O modelo (4.1)-(4.10) proposto foi implementado utilizando a linguagem de modelagem AMPL (*A Mathematical Programming Language*), e resolvido pelo método exato *Branch-and-Cut (B&C)*¹ do pacote CPLEX. O método (*B&C*) combina estratégias *Branch-and-Baund (B&B)* e de planos de corte como uma forma de reduzir a região factível sem eliminar nenhuma solução inteira na árvore (*B&B*) (ARENALES et al., 2007). Os testes foram realizados em um equipamento com processador Intel I5 com 4 GB de memória RAM. O tempo de processamento foi limitado a 180 segundos.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS DADOS

Para os testes, foram disponibilizados dados de demanda de 52 semanas do ano de 2014. A partir destes dados, 12 períodos de demanda foram selecionados para realização dos testes. Os 12 períodos representam 23% do total de pedidos levantados. Para seleção das 12 semanas a serem analisadas, foi utilizado uma geração de 12 números aleatórios entre 1 e 52 utilizando o software MS Excel®. Na Tabela 1 estão relacionados as semanas contempladas, o número de pedidos existentes e a representatividade de cada semana com relação ao total, o número de tipos diferentes de itens bem como o número de itens solicitados em cada semana e sua representatividade com relação ao total de itens em todas as semanas. As semanas identificadas em negrito foram as selecionadas para os testes.

¹Para uma descrição mais detalhada destes métodos, ver Pochet e Wolsey (2006) e Arenales et al. (2007).

Tabela 1 - Relação dados de demanda.

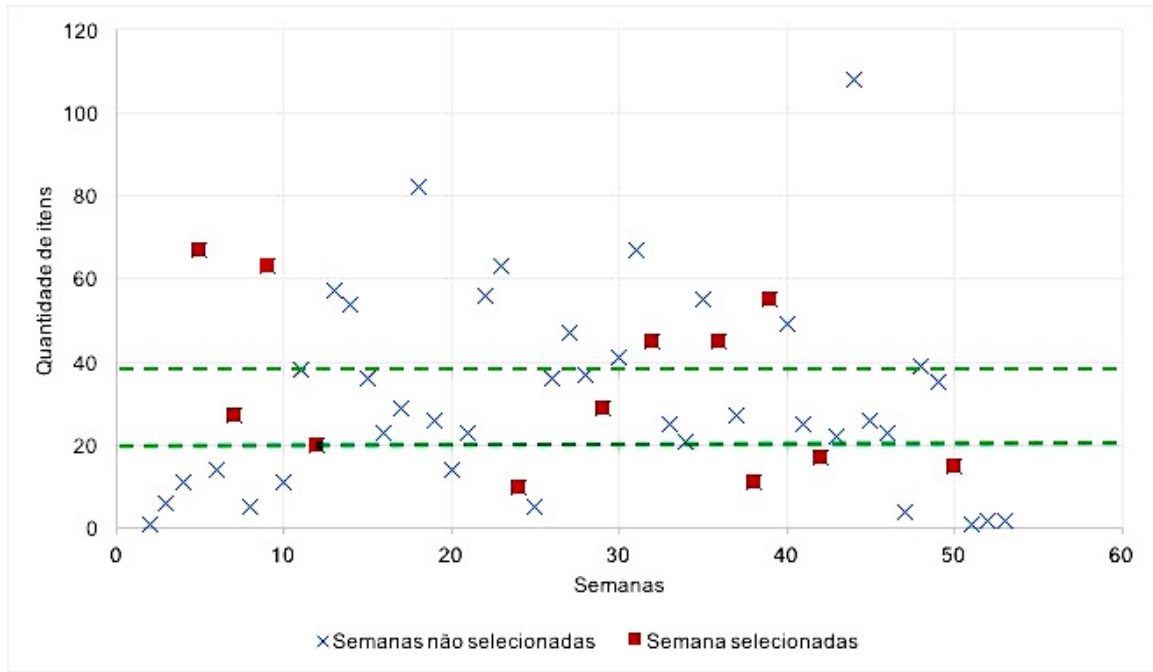
Semana	Pedidos	% Pedidos	Itens (Tipo)	% Itens (Tipo)	Itens (qtd)	% Itens (qtd)
44	108	6,5%	413	7,7%	1765	8,4%
18	82	5,0%	256	4,8%	610	2,9%
31	67	4,1%	261	4,9%	1106	5,3%
5	67	4,1%	192	3,6%	473	2,3%
23	63	3,8%	180	3,4%	411	2,0%
9	63	3,8%	198	3,7%	479	2,3%
13	57	3,5%	184	3,4%	826	3,9%
22	56	3,4%	171	3,2%	717	3,4%
39	55	3,3%	172	3,2%	553	2,6%
35	55	3,3%	156	2,9%	316	1,5%
14	54	3,3%	205	3,8%	660	3,1%
40	49	3,0%	215	4,0%	567	2,7%
27	47	2,8%	164	3,1%	860	4,1%
32	45	2,7%	146	2,7%	1222	5,8%
36	45	2,7%	163	3,0%	359	1,7%
30	41	2,5%	98	1,8%	338	1,6%
48	39	2,4%	126	2,4%	851	4,1%
11	38	2,3%	101	1,9%	218	1,0%
28	37	2,2%	113	2,1%	229	1,1%
15	36	2,2%	127	2,4%	386	1,8%
26	36	2,2%	116	2,2%	379	1,8%
49	35	2,1%	99	1,8%	296	1,4%
29	29	1,8%	100	1,9%	456	2,2%
17	29	1,8%	80	1,5%	159	0,8%
37	27	1,6%	81	1,5%	211	1,0%
7	27	1,6%	89	1,7%	215	1,0%
19	26	1,6%	99	1,8%	390	1,9%
45	26	1,6%	75	1,4%	330	1,6%
41	25	1,5%	110	2,1%	459	2,2%

Semana	Pedidos	% Pedidos	Itens (Tipo)	% Itens (Tipo)	Itens (qtd)	% Itens (qtd)
33	25	1,5%	128	2,4%	823	3,9%
46	23	1,4%	65	1,2%	669	3,2%
16	23	1,4%	81	1,5%	250	1,2%
21	23	1,4%	60	1,1%	108	0,5%
43	22	1,3%	65	1,2%	412	2,0%
34	21	1,3%	46	0,9%	91	0,4%
12	20	1,2%	50	0,9%	133	0,6%
42	17	1,0%	41	0,8%	107	0,5%
50	15	0,9%	44	0,8%	949	4,5%
20	14	0,8%	47	0,9%	107	0,5%
6	14	0,8%	35	0,7%	98	0,5%
10	11	0,7%	31	0,6%	389	1,9%
38	11	0,7%	55	1,0%	742	3,5%
4	11	0,7%	17	0,3%	25	0,1%
24	10	0,6%	27	0,5%	45	0,2%
3	6	0,4%	7	0,1%	16	0,1%
8	5	0,3%	5	0,1%	6	0,0%
25	5	0,3%	22	0,4%	27	0,1%
47	4	0,2%	28	0,5%	55	0,3%
53	2	0,1%	4	0,1%	19	0,1%
52	2	0,1%	2	0,0%	2	0,0%
2	1	0,1%	3	0,1%	50	0,2%
51	1	0,1%	1	0,0%	1	0,0%
1650			5354		20965	

Como é possível observar na Tabela 1, existe grande amplitude de dados entre todas as semanas. Apesar da escolha aleatória das semanas para realização dos testes, percebe-se que essa característica se faz presente também na amostragem a ser utilizada nos testes, ou seja, as semanas analisadas contemplarão amostras dos vários cenários existentes dentro da população que contempla toda a demanda de 2014. O Gráfico da Figura 7 mostra a dispersão da relação

entre as semanas e quantidade de itens demandados. As linhas pontilhadas indicam o 33° percentil da amostra (20,49) e 66° percentil da amostra (37,98).

Figura 7 - Distribuição das semanas versus a quantidade de itens demandados.



Repare que, dos pontos que representam as semanas selecionadas para o teste, quatro se encontram na área inferior (presentando pedidos com baixo volume de demanda), dois se encontram na área central (representando semanas com média demanda) e cinco se apresentam na área superior (representando semanas com alto volume de demanda). Logo, é possível perceber relativa distribuição das semanas analisadas com relação ao volume de itens demandados.

Na próxima seção são feitos comentários com relação a definição dos parâmetros utilizados nos teste.

5.1.1 Definição dos valores para os parâmetros

Os testes realizados envolveram a definição de parâmetros para a inserção no modelo proposto. Abaixo é apresentado como se deu essa organização.

- Demanda de pedidos e itens (DP_{pt} e a_{ip}): A histórico de demanda utilizado nos testes envolvem 52 semanas do ano de 2014. Esses dados são apresentados no Apêndice na Tabela 13.

- Custo de preparação (sc_{it}) e Custo de produção ou produção (vc_{it}): Os custos de preparação dos equipamentos e os custos de produção foram apresentados pela empresa a partir de uma forma de cálculo própria, não permitindo o detalhamento neste texto. As informações utilizadas nos testes estão apresentadas no Apêndice A, Tabela 15.
- Custo de estoque (hc_{it}): Ainda na Tabela 15 no Apêndice A são apresentadas definição dos custos de estocagem considerados no modelo para cada item. Para o custo de capital, foi atribuído arbitrariamente o valor diário médio para taxa Selic (R\$ 0,1245) sobre o valor de venda de cada Item. Na última coluna constam os valores de armazenamento por unidade de Item por dia.
- Estoque de segurança (E_{it}): O estoque de segurança, presente na prática de planejamento da empresa por motivos já comentados previamente no Capítulo 3, foi estruturado segundo a percepção do que faria sentido para a empresa dentro de sua estratégia de atuação comercial e logística. Os números utilizados nos testes são apresentados no Apêndice A, na Tabela 16.
- Custo de atraso (HP_{pt}): O custo por atraso nos pedidos é um tratamento de penalização que incrementa o valor final da função objetivo sempre que essa condição ocorrer. A forma de definição destes valores envolve a tradução de fatores subjetivos em valores quantitativos. O método utilizado para essa definição será melhor detalhada na Subseção 5.1.1.1. Os valores utilizados para os testes são apresentados no Apêndice A, na Tabela 17.
- Tempo de preparação (s_i): Para o tempo de preparação foi adotado o valor padrão de 30 minutos já utilizado pela empresa em sua prática de planejamento, independente da sequencia das preparações.
- Coeficiente de lote mínimo (β_i): O coeficiente de lote mínimo foi definido com base em estimativas definidas pela empresa. Os valores utilizados nos testes são apresentado no Apêndice A na Tabela 18.
- Estoque existente SI_{i0} : Os valores de estoque inicial em cada semana foram fornecidos pela empresa. Os dados utilizados nos testes são apresentados no Apêndice A na Tabela 19.
- Penalização por não atingimento do estoque de segurança (pc_{it}): O conceito norteador dessa penalização é o risco de oportunidade de negócio caso o item demandado não esteja disponível para comercialização em caso de demanda. Pra sua definição foi atribuída

uma margem de contribuição ² média para cada item. Os valores utilizados nos testes são apresentados na Tabela 20 no Apêndice A.

- Tempo necessário para o produção do item (b_i): O tempo padrão para processamento do item no setor referência (corte) foi disponibilizado pela empresa e são apresentados na Tabela 21 do Apêndice A.
- Capacidade máxima de produção em minutos ($CP_t: t$): A capacidade é dada pela disponibilidade do equipamento durante uma jornada diária, ou seja, 480 minutos.

5.1.1.1 Penalização por atraso

Como apresentado no Capítulo 4, o parâmetro (HP_{pt}) estabelece uma penalização no cálculo do custo total do plano de produção sempre que determinado pedido é realizado com atraso. Para a definição deste valor, foi proposta uma ponderação que traduz características subjetivas de gestão de portfólio da empresa para decisão da penalização e consequente priorização dos pedidos. Na Tabela 2, apresentamos a estrutura dos critérios de penalidades por atraso. Estes critérios foram elencados através de entrevista com equipe da área comercial da empresa. Na primeira coluna consta o item avaliado, na segunda coluna detalhamos as ocorrências registradas e na terceira coluna associamos o peso relativo para cada critério, podendo ser definido entre os valores 1, 2 ou 3.

²A margem de contribuição reflete o quanto cada unidade vendida contribui para a cobertura dos custos e despesas fixas da organização. (PEINADO; GRAEML, 2007)

Tabela 2 - Associação de critérios para definição dos pesos para ponderação de HP_{pt} .

Ocorrência	Descrição	Peso
Inadimplência	histórico de não realização dos pagamentos (3 meses);	2
Representatividade	histórico de representatividade dos pedidos no volume na meta de faturamento;	2
Condições de pagamento	histórico de condições de pagamento negociadas junto organização;	1
Histórico de atrasos nas entregas	atrasos ocorridos em pedidos num período histórico recente (3 meses);	3
Distância	distância entre o local de produção e o ponto de entrega do cliente;	1
Alinhamento estratégico	perfil do cliente com o objetivo estratégico de atuação definido com a organização;	2
Tempo de relacionamento	tempo que a organização se relaciona com o cliente;	3
Potencial para novos negócios	Condições que o cliente possui para a geração de novos negócios;	3
Negociação	Concessão histórica de descontos em negociações;	1

Com a definição dos critérios e de seus respectivos pesos, cada cliente é avaliado com notas que variam entre 0 e 5 com relação a cada um dos critérios. Na Tabela 3, pode-se observar a avaliação para um exemplo de cinco clientes pela média ponderada entre o peso de cada critério e suas respectivas notas.

Tabela 3 - Exemplo de atribuição de multa por atraso para um grupo de clientes.

Ocorrência	Peso	Clientes				
		1	2	3	4	5
Inadimplência	2	5	4	3	4	5
Representatividade	2	4	2	3	2	5
Condições de pagamento	1	5	4	4	5	1
Histórico de atrasos nas entregas	3	1	2	1	1	2
Distância	1	1	4	3	3	3
Alinhamento estratégico	2	5	2	1	2	1
Tempo de relacionamento	3	3	4	5	5	2
Potencial para novos negócios	3	5	5	3	2	4
Negociação	1	5	5	4	5	5
	Ponderação	66	62	52	53	55

A Tabela 4 estabelece a relação entre o resultado da nota ponderada e a penalização inserida no modelo (4.1)-(4.10) para ordens de compra pendentes durante o período de programação. Na primeira coluna, constam os intervalos de notas em que cada cliente avaliado pode pertencer. Na segunda coluna consta a classificação a qual este cliente pertence e na terceira coluna a correspondente penalização em valor monetário a ser considerada no parâmetro (HP_{pt}) do modelo (4.1)-(4.10).

Tabela 4 - Relação entre a nota ponderada e a relativa penalidade por atraso.

Ponderação		Priorização	Penalização por atraso
Menor	Maior		
18	35	Baixa	100
36	53	Média	1000
54	72	Alta	10000
73	90	Crítica	100000

5.2 RESULTADO DOS TESTES

5.2.1 Resultados dos testes com o modelo proposto

O modelo (4.1)-(4.10) foi resolvido com o método exato *Branch-and-Cut* implementado no software AMPL/CPLEX. Como já explicado no Capítulo 3, o setor tem como caracterís-

tica, grande dinamicidade, incluindo situações de reprogramações. Por esse motivo, o tempo despendido nos experimento foram limitados a 180 segundos. Os resultados destes experimentos constam na Tabela 5. São apresentados para cada uma das 12 semanas selecionadas aleatoriamente para o experimento com o modelo (4.1)-(4.10). A primeira coluna corresponde a identificação da semana testada, a segunda coluna corresponde ao número de pedidos presentes em cada semana, a terceira coluna apresenta a quantidade de tipos de itens diferentes demandados, a quarta coluna representando a quantidade de itens a serem entregues, seguidos dos valores para F.O. (função objetivo), tempo de resolução e *Gap* para o modelo (4.1)-(4.10). O valor resultante para a F.O. representa o valor total dos custos de operação, considerando a produção, preparação, estocagem de itens, bem como, penalidades por não atendimento do estoque de segurança e atrasos nos pedidos.

Tabela 5 - Resultados encontrados nos testes com dados reais.

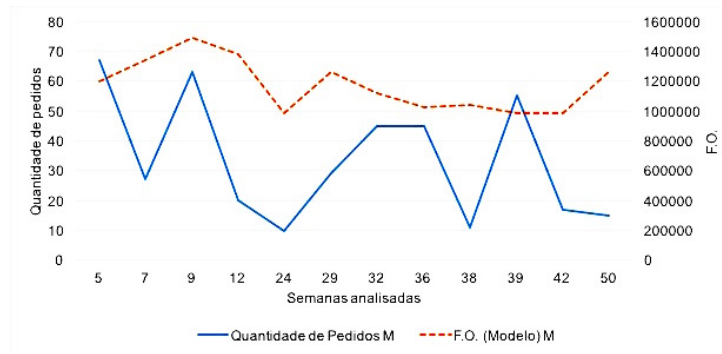
Semana	Pedidos	Tipos	Demanda	F.O.	Tempo (seg.)	Gap (%)
5	67	112	192	1.199.415,99	5,32	0
7	27	60	89	1.336.924,86	11,92	0
9	63	94	198	1.485.822,48	7,61	0
12	20	38	50	1.376.874,56	12,39	0
24	10	12	27	988.233,88	40,69	0
29	29	61	100	1.263.961,21	18,52	0
32	45	93	146	1.121.808,97	3,70	0
36	45	125	163	1.023.410,00	7,96	0
38	11	36	55	1.038.748,32	10,59	0
39	55	103	172	986.997,49	20,03	0
42	17	37	41	987.223,59	53,68	0
50	15	30	44	1.263.546,65	5,68	0

Como é possível observar na Tabela 5, todas as semanas alcançaram o resultado ótimo dentro do limite de tempo para resolução estabelecido (180 segundos). O tempo médio para resolução de um problema é de 16,51 segundos, sendo observados duas semanas com tempos maiores (semana 42 com 53,68 e semana 24 com 40,69). O valor médio para o resultado da função objetivo alcançado foi de 1.172.747,30, sendo que o menor valor foi alcançado na semana 29 (987.223,59) e o maior valor na semana 9 (1.485.822,48).

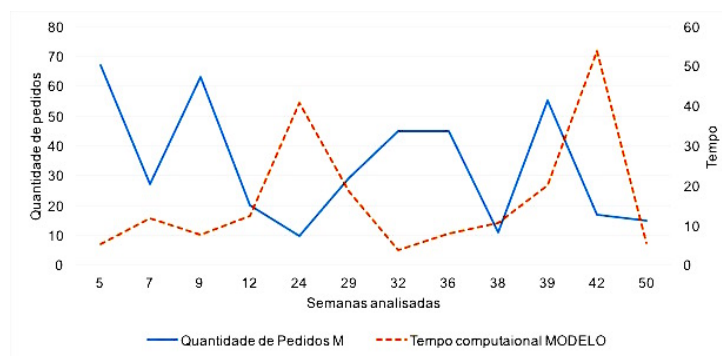
Em situações reais de planejamento de lotes de produção, um maior número de pedidos aliado ou não a uma variedade de itens solicitados podem incrementar sensivelmente a com-

plexidade do processo, aumentando o risco de equívocos. Estes equívocos se desdobram em não atendimento de determinados pedidos por falta de itens, ao mesmo tempo em que permite a geração em excesso de itens desnecessários. No modelo proposto, especificamente, a situação de não atendimento implica em penalização, prejudicando o resultado da função objetivo. Os Gráficos da Figura 8 comparam a inter-relação entre potenciais fatores de complexidade para a solução, como quantidade de pedidos e tipos de itens, resultado da F.O. e tempo computacional.

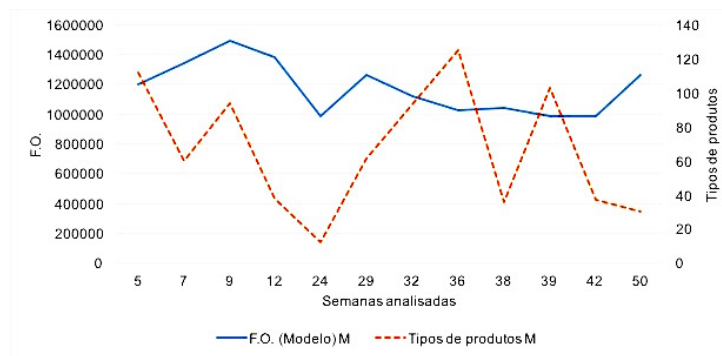
Figura 8 - Comparação entre complexidade dos cenários e resultados dos testes.



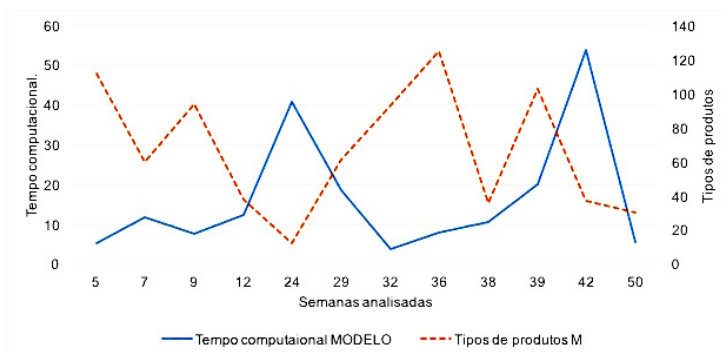
(a) Pedidos versus função objetivo.



(b) Pedidos versus tempo computacional.



(c) Tipo de itens demandados versus função objetivo.



(d) Tipos de itens demandados versus tempo computacional.

Em função da grande variação observada nas variáveis da programação da produção entre períodos (Pedidos, Tipos de itens e Itens) bem como nos resultados alcançados para a função objetivo e tempo de resolução, havia expectativa de algum impacto direto nos resultados. No entanto, não foram observadas forte inter relação entre as os parâmetros e as variáveis de saídas do modelo. O Gráfico da Figura 8a compara a quantidade de pedidos com o valor alcançado pela função objetivo em cada semana analisada. Analisando a representação gráfica dos valores, percebe-se entre as semanas 9 e 38 uma importante similaridade nas variações. A oscilação e amplitude apresentada nos valores da função objetivo é menor que o apresentado nos valores da quantidade de pedidos. No Gráfico da Figura 8b é apresentada uma a comparação entre a quantidade de pedidos e o tempo computacional para cada semana analisada. Neste caso, as duas séries de dados apresentam oscilações similares, porém, sem coincidirem nas semanas em que ocorrem. O Gráfico da Figura 8c compara o tipo de item demandado com os valores gerados para a função objetivo em cada semana analisada. Neste caso, a análise é similar ao do Gráfico da Figura 8a. No Gráfico da Figura 8d compara-se a quantidade de tipos de itens demandados com o tempo computacional.

Para complementar a análise, a Tabela 6 associa informações operacionais relacionadas as saídas do modelo neste mesmo lote de testes. A primeira coluna corresponde a identificação da semana testada, seguida dos valores percentuais de capacidade utilizada e a quantidade total de preparações para produção para os planos de cada um dos cinco períodos. Foram analisados um total de 404 pedidos distribuídos nas 12 semanas, totalizando 1703 variedades de itens.

Tabela 6 - Resultados encontrados nos testes com dados reais utilizando o modelo proposto.

Semana	Capacidade utilizada (% de 480 min.)						Preparação					
	T=1	T=2	T=3	T=4	T=5	Média	T=1	T=2	T=3	T=4	T=5	Total
5	100	100	100	100	98,5	99,7	6	5	6	5	4	26
7	100	100	100	99,2	100	99,8	7	4	5	5	4	25
9	100	99,8	100	100	100	99,9	7	5	5	6	4	27
12	100	100	100	100	100	100	6	5	5	5	4	25
24	100	100	100	100	98,1	99,6	5	6	3	5	4	23
29	100	100	100	100	100	100	6	5	5	6	4	26
32	100	100	100	100	99,4	99,8	6	5	5	4	4	24
36	100	100	100	100	100	100	4	5	5	5	4	23
38	100	100	100	100	100	100	5	5	5	4	4	23
39	100	100	100	100	98,9	99,7	5	5	5	4	3	22
42	100	100	100	100	96,7	99,3	5	6	4	4	4	23
50	100	100	100	100	100	100	6	5	4	5	4	24

É possível avaliar também, através da Tabela 6, a taxa de ocupação da capacidade disponível em cada um dos períodos das semanas analisadas. A média geral dos testes é elevada (99,85%), sendo a semana 38 responsável pelo menor valor (99,7%) e as semanas 12, 29, 36, 38 e 50 pela maior taxa de ocupação (100%). Este pode se tornar um indicador importante para garantir um melhor aproveitamento da capacidade produtiva logo na fase de planejamento. Ademais, esse resultado sinaliza a intenção do modelo de ocupar o máximo possível da capacidade disponível, geralmente, em função do atendimento dos pedidos no prazo estabelecido assim como ao estoque de segurança. Esta característica no comportamento do modelo representa uma importante característica das práticas de planejamento observadas nas fábricas moveleiras.

Ademais, a quantidade de preparações apresenta uma elevada incidência nos planos proposto. Levando-se em conta que os dados utilizados foram colhidos da prática da empresa, sinaliza que apesar de seu caráter contra intuitivo, reduzir o tamanhos dos lotes pode ser financeiramente interessante, mesmo considerando os custos inerentes às preparações e perda de capacidade.

A Tabela 7 complementa a apresentação dos resultados. Na primeira coluna são apresentadas as semanas analisadas, seguida dos valores de pedidos atendidos e da representatividade desses sobre o total de pedidos existentes. Na sequencia são apresentados a incidência de atra-

os $(\sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T SP_{pt}^-)$ ocorridas bem como a quantidade de pedidos não atendidos.

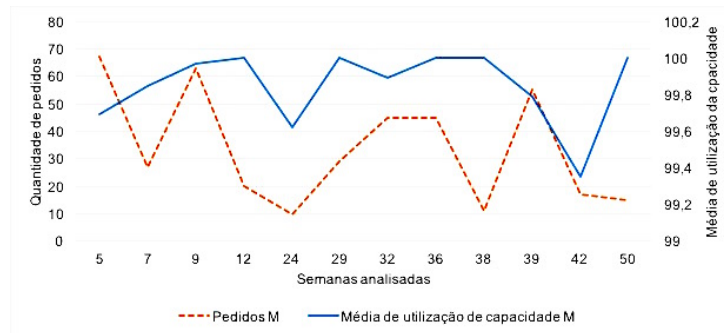
Tabela 7 - Resultados encontrados nos testes com dados reais.

Semana	Pedidos produzidos no prazo	Incidência de atrasos	Pedidos não atendidos
5	64 / 96 %	4	0
7	23 / 85 %	14	4
9	54 / 86 %	21	5
12	17 / 85 %	6	2
24	6 / 60 %	10	1
29	23 / 79 %	27	5
32	33 / 73 %	34	6
36	42 / 93 %	4	3
38	11 / 100 %	0	0
39	53 / 96 %	3	1
42	14 / 82 %	9	2
50	14 / 93 %	3	1

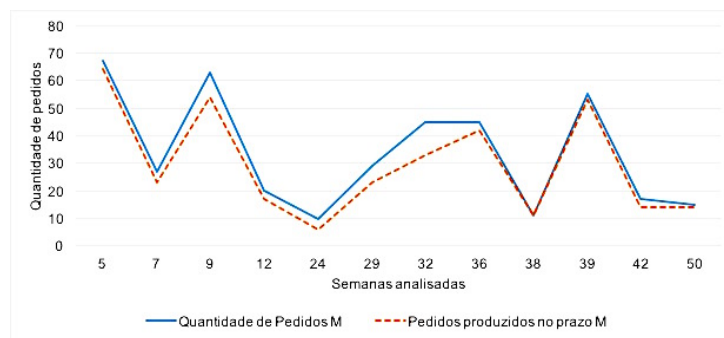
A maior parte dos pedidos é produzida dentro do prazo (média geral de 86%), sendo este um indicador importante de qualidade da solução gerada pelo modelo. Apenas a semanas 38 apresentam a totalidade de pedidos concluídos dentro do prazo (100%). O resultado mais baixo é apresentado pela semana 32, onde o número de pedidos finalizados no prazo representa 12 de um total de 45 pedidos existentes na semana (73%). A semana 32 também contempla a maior concentração de incidência de atrasos (34) assim como de pedidos não atendidos com 6 ocorrências.

Nos gráficos da Figura 9 são apresentadas comparações entre condições de cenário com potencial de incremento de complexidade na solução versus os resultados encontrados para as semanas analisadas nos testes.

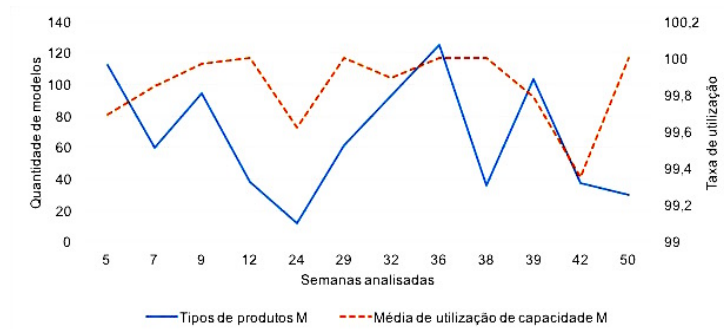
Figura 9 - Comparação entre complexidade dos cenários e resultados dos testes.



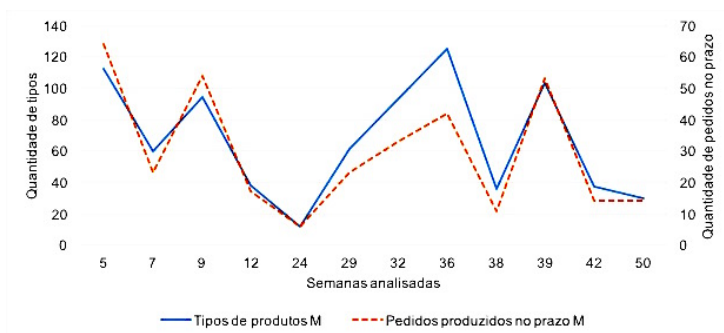
(a) Pedidos versus nível de utilização da capacidade.



(b) Pedidos versus pedidos concluídos no prazo.



(c) Tipos de itens demandados versus utilização da capacidade.



(d) Tipos de itens demandados versus pedidos concluídos no prazo.

Aparentemente, a quantidade de pedidos não interfere diretamente na utilização da capa-

cidade disponível no processo (Gráfico da Figura 9a). A hipótese mais provável é de que a capacidade nesses casos seja absorvida pela produção de estoque de segurança abaixo do nível mínimo estabelecido. De maneira similar, no Gráfico da Figura 9b demonstra que o fato do volume de pedidos ser incrementado não implica em aumento do uso da capacidade do sistema. Por outro lado, o Gráfico da Figura 9c demonstra forte relação entre a quantidade de pedidos e o atendimentos dos mesmos dentro do prazo estabelecido. De forma similar, o Gráfico da Figura 9d, onde outro fator de complexidade apresenta relação direta com os dados de saída. Na próxima Seção serão apresentados os resultados através da simulação com a programação real da empresa.

Para complementar as análises do modelo seria necessário considerar situações reais mais amplas no que tange os cenários de programação reais da empresa de móveis em estudo. Dessa forma, testes complementares foram realizados considerando as semanas não analisadas no primeiro bloco de testes. A Tabela 8 apresenta os resultados encontrados.

Tabela 8 - Resultados encontrados em testes complementares com dados reais.

Sem.	Ped.	Itens (Tipo)	Itens (qtd)	F.O.	Tempo	Tempo limite	Gap (%)	Utilização média da capa. (%)	Prep.
2	1	3	50	1.361.478,14	12,25	180	0	99,96	1
3	6	7	16	1.911.371,42	8,86	180	0	100	5
4	11	17	25	2.156.138,33	5,07	180	0	99,73	14
6	14	35	98	1.358.963,27	5,21	180	0	99,82	16
8	5	5	6	1.308.067,18	23,49	180	0	100	0
10	11	31	389	1.447.206,45	9,75	180	0	100	6
11	38	101	218	1.485.324,94	6,27	180	0	100	25
13	57	184	826	1.441.601,86	24,32	180	0	100	24
14	54	205	660	1.570.235,60	3,62	180	0	100	37
15	36	127	386	1.518.314,88	7,38	180	0	99,59	27
16	23	81	250	1.405.153,12	2,32	180	0	100	7
17	29	80	159	1.383.771,36	25,32	180	0	100	7
18	82	256	610	1.563.271,63	8,07	180	0	100	54
19	26	99	390	1.460.649,70	5,44	180	0	99,94	17
20	14	47	107	1.391.291,47	11,05	180	0	100	7
21	23	60	108	1.450.236,10	4,57	180	0	99,73	11

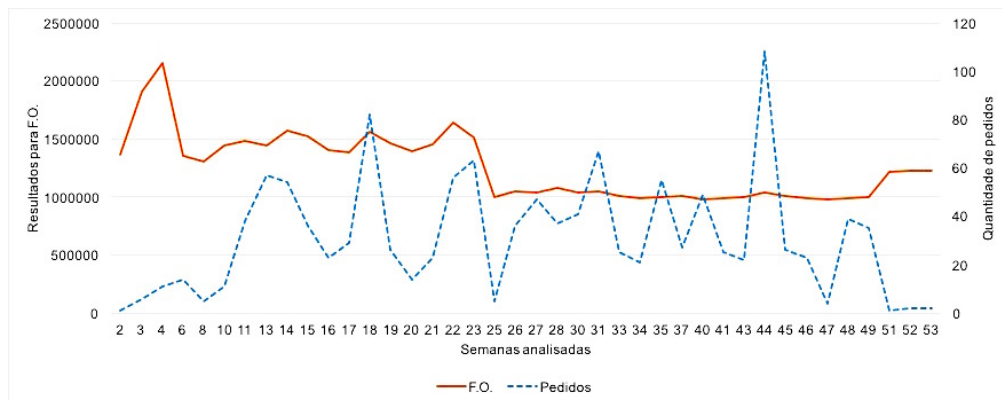
Sem.	Ped.	Itens (Tipo)	Itens (qtd)	F.O.	Tempo	Tempo limite	Gap (%)	Utilização média da capa. (%)	Prep.
22	56	171	717	1.641.113,70	1,95	180	0	99,85	46
23	63	180	411	1.509.714,01	5,41	180	0	99,79	32
25	5	22	27	995.740,71	4,93	180	0	99,77	8
26	36	116	379	1.050.217,64	3,98	180	0	99,2	11
27	47	164	860	1.038.619,39	2,71	180	0	100	23
28	37	113	229	1.076.236,00	5,45	180	0	100	21
30	41	98	338	1.043.218,46	4,32	180	0	99,6	2
31	67	261	1106	1.046.191,54	37,81	180	0	99,23	22
33	25	128	823	1.007.091,53	21,28	180	0	100	2
34	21	46	91	986.817,68	1,64	180	0	99,87	1
35	55	156	316	999.988,26	9,94	180	0	100	2
37	27	81	211	1.007.277,77	12,17	180	0	99,81	4
40	49	215	567	982.297,03	3,00	180	0	100	2
41	25	110	459	988.707,92	1,92	180	0	99,6	4
43	22	65	412	1.000.174,87	21,01	180	0	99,96	4
44	108	413	1765	1.042.912,18	4,73	180	0	99,74	21
45	26	75	330	1.013.965,44	5,52	180	0	99,74	5
46	23	65	669	993.708,53	46,27	180	0	99,98	3
47	4	28	55	984.614,17	28,88	180	0	99,5	1
48	39	126	851	994.053,46	5,65	180	0	100	2
49	35	99	296	995.693,55	35,68	180	0	99,88	14
51	1	1	1	1.221.322,12	6,35	180	0	99,96	0
52	2	2	2	1.228.878,40	8,21	180	0	99,96	9
53	2	4	19	1.227.008,04	7,32	180	0	100	0

São contempladas quarenta semanas neste bloco de testes. Os valores encontrado para a função objetivo apresentaram uma média de 1.211.248,28, com uma amplitude de 658.816,66 e um coeficiente de variação de 19%. A semana 4 apresentou o maior valor de resultado para função objetivo, seguida pelas semanas 3 e 22. A semana 46 apresentou o maior valor para o

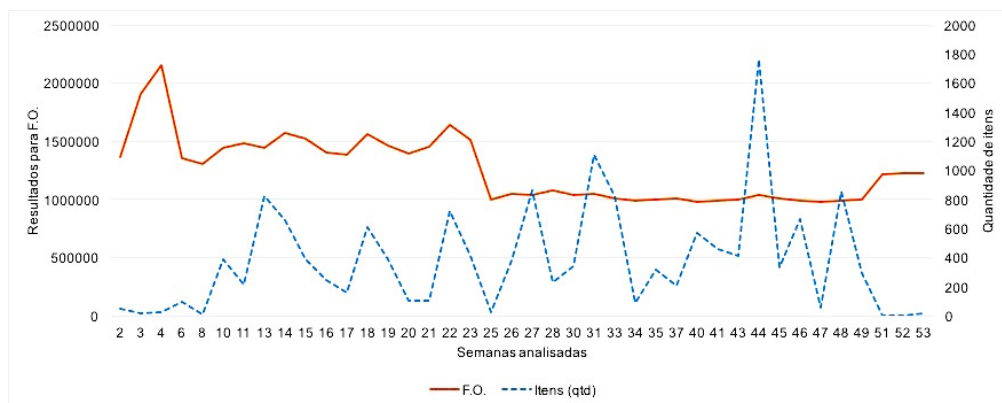
tempo de cálculo, seguida pela semanas 31 e 49. Todos os testes alcançaram resultados ótimos dentro do limite de 180 minutos.

Na Figura 10 são apresentados as representações gráficas para comparações dos resultados alcançados com parâmetros utilizados nos testes.

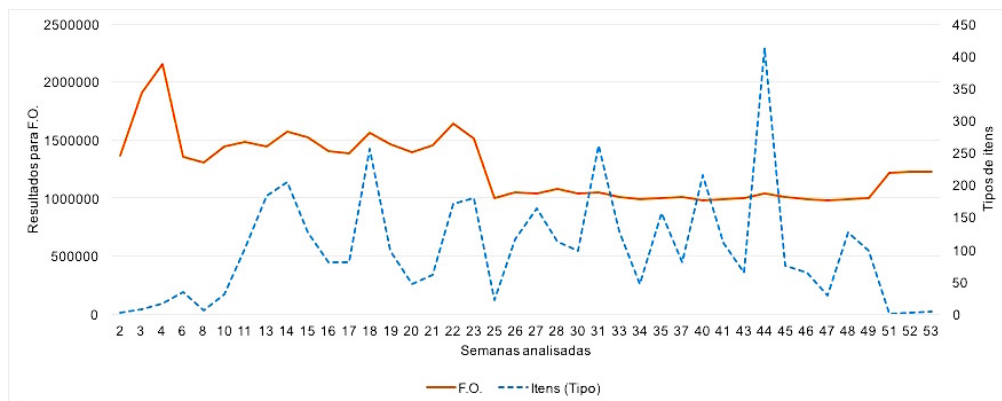
Figura 10 - Comparação entre complexidade dos cenários e resultados dos testes.



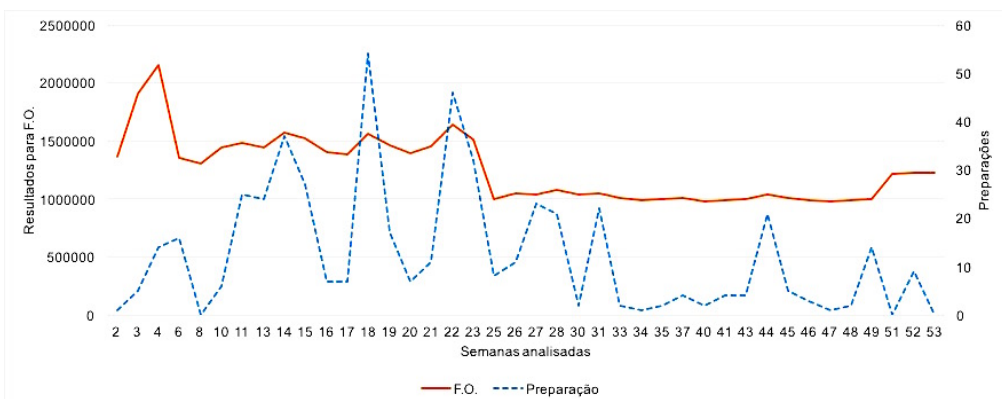
(a) Pedidos versus função objetivo.



(b) Quantidade de itens versus função objetivo



(c) Tipo de itens demandados versus função objetivo.

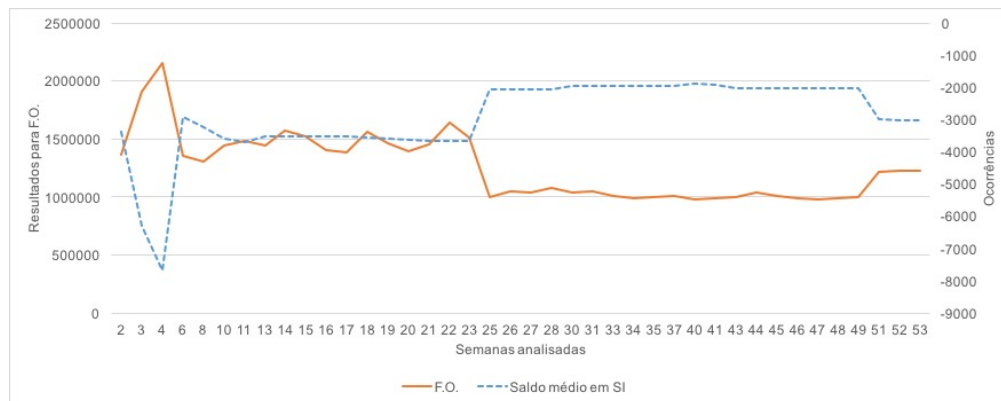


(d) Número de preparações versus função objetivo.

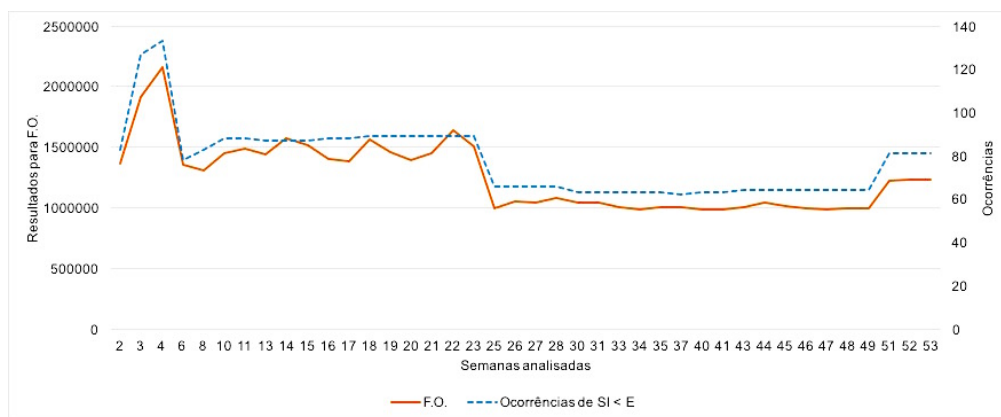
No gráfico da Figura 10a é apresentada a comparação entre os resultados alcançados para função objetivo e a quantidade de pedidos existentes em cada uma das semanas analisadas. Apesar de uma sensível diferença de amplitude entre os valores das duas séries de dados, é possível observar impactos sutis nos picos dos valores da quantidade de pedidos na linha que representa os resultados da função objetivo, sobretudo nas semanas 18, 28, 31 e 44. No gráfico da Figura 10b compara os resultados alcançados para a função objetivo com a quantidade de itens demandados a cada semana. Assim como a representação anterior, a relação entre as series são pontuais, destacando as semanas 13, 18, 23 e 44. O Gráfico da Figura 10c a variação dos tipo de itens em cada semana com os valores alcançados para a função objetivo. A semanas 14, 18, 23, 31 e 44 apresentam pontuais relações na serie que representa os valores da função objetivo. Para avaliar o impacto dos custos de ajustes nos resultados das análises, Gráfico da Figura 10d compara o numero de preparações com os valores alcançados para a função objetivo. As semanas 14, 18, 23, 31 e 44 apresentam maior impacto na serie que representa a função objetivo. Apesar das relações importantes encontradas entre os parâmetros utilizados e os resultados para a função objetivo, tratam-se de impactos pontuais e concentrados em semanas com cenários específicos, sendo que em alguns casos, as mesmas semanas são destacadas com parâmetros diferentes, porém, relacionados.

Para completar a análise, é necessário considerar o impacto do custo de não atingimento do estoque de segurança (pc_{it}). A estratégia escolhida foi subtrair os valores dos estoques iniciais (SI_{i0}) com os valores estabelecidos para o estoque de segurança (E_{it}). Um valor médio para cada semana foi gerado e definido como parâmetro de comparação. A Figura 11 são apresentados as representações gráficas para comparações dos resultados alcançados com parâmetros utilizados nos testes. A Figura 11a compara os valores gerados para a função objetivo com o valor médio de atendimento do estoque de segurança no período 0 em cada uma das semanas.

Figura 11 - Comparação entre resultados para função objetivo e penalização por não atendimento do estoque de segurança (pc_{it}).



(a) Saldo médio de estoque inicial versus estoque de segurança.



(b) Ocorrências itens com estoque inicial menores que estoque de segurança .

É notável a proporcionalidade inversa entre as duas séries de forma muito significativa. Quando a valor médio dos estoques apresenta um saldo negativo muito grande, o valor da função objetivo correspondente se eleva, como no caso particular da semana 4, por exemplo. Por outro lado, quando o saldo negativo é menor, os resultados para a função objetivo também se mostram menores. De forma complementar, o Gráfico da Figura 11b compara os resultados alcançados para a função objetivo com a incidência de valores menores que 0 na subtração dos valores dos estoques iniciais (SI_{i0}) pelos valores estabelecidos para o estoque de segurança (E_{it}). Apesar de pequenas diferenças nas oscilações presentes na serie que representa os valores alcançados para a função objetivo, é possível observar importante similaridade entre os contornos da representação gráfica. Logo, é possível afirmar que, apesar de outros parâmetros demonstrarem influência nos resultados alcançados para a função objetivo como observado nas análises anteriores, existe significativo impacto no atendimento do estoque de segurança. Ademais, o atendimento dos valores estabelecidos para o estoque de segurança é impactado de forma importante pelo estoque inicial presente em cada período, pela restrição de capacidade e

pela demanda presente para o curto prazo.

5.2.2 Resultados dos testes com a programação real da empresa

Para verificar a aderência das programações propostas pelo modelo na situação estudada, comparamos os resultados dos testes e da programação real da empresa. Para este objetivo, as programações reais da empresa foram inseridas no modelo (4.1)-(4.10). Para tanto, a variável X_{it} (quantidade do Item i produzida no período t) passou a assumir condição de parâmetro, recebendo dados de valores da programação praticadas pela empresa para o período. O principal desafio encontrado nessa comparação envolveu os valores utilizados pela empresa em sua programação real. Determinados valores não atendiam as restrições (4.6). Esta dificuldade é justificada pelo cenário comercial dinâmico no qual a empresa está inserida, onde negociações de ocasião podem gerar demandas específicas que fogem dos padrões de dimensionamento de lotes utilizado com maior frequência e abstraído na modelagem proposta. Para permitir os testes propostos neste trabalho foram inseridos valores arbitrariamente nos dados de entrada no parâmetro E_{it} de forma que sempre que essa condição fosse observada, a restrição fosse atendida. Os mesmos ajustes foram mantidos nos testes da Seção anterior (planos gerados pelo modelo) e nos testes da presente Seção (planos reais da empresa). Apesar deste ajuste necessário aos testes, pela manutenção de todos os valores restantes utilizados em cada um dos períodos, considera-se a comparação pertinente e adequada como mecanismos de avaliação e potencial de aderência da modelagem proposta. Os dados utilizados para essa comparação são apresentados no Apêndice A, na Tabela 14.

A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos a partir do plano gerado pela prática da empresa. A primeira coluna corresponde a identificação da semana testada, percentual de capacidade utilizada e a quantidade total de preparações para os planos de cada um dos cinco períodos.

Tabela 9 - Resultados obtidos nos testes com dados reais pela prática da empresa.

Sem.	Capacidade utilizada (% de 480 min.)						Ajustes					
	T=1	T=2	T=3	T=4	T=5	Média	T=1	T=2	T=3	T=4	T=5	Total
5	99,67	97,49	73,22	94,83	84,35	89,9	6	4	5	4	4	23
7	86,98	83,21	45,28	97,58	80,34	78,7	3	4	2	4	4	17
9	91,81	92,45	98,76	88,27	98,62	94,0	5	6	5	4	5	25
12	99,29	76,9	59,8	65,56	99,8	80,3	4	3	3	3	3	16
24	85,77	99,29	93,85	77,11	94,59	90,1	4	4	4	3	3	18
29	96,58	94,87	99,76	97,53	83,25	94,4	5	5	4	5	5	24
32	98,73	89,87	89,47	68,23	90,41	87,3	4	5	5	3	5	22
36	94,37	88,86	86,7	65,95	60,01	79,2	4	4	3	3	2	16
38	90,15	91,83	68,99	61,85	62,84	75,1	4	2	2	3	3	14
39	98,44	64,87	98,65	88,47	76,11	85,3	5	3	5	3	3	19
42	97,65	59,12	16,35	46,17	22,45	48,3	5	2	1	2	1	11
50	77,35	59,35	22,93	22,93	18,02	40,1	4	4	1	1	1	11

Observando a médias para a capacidade utilizada e o número total de preparações realizadas, percebe-se que as semanas 29, 24 e 9 apresentam os maiores valores. As semanas 9, 29 e 5 apresentam a maior incidência de preparações respectivamente. As preparações se concentram geralmente nos períodos iniciais, associados a maior incidência de prazos de entrega e, conseqüentemente, de uma variedade maior de tipos de itens.

A Tabela 10 complementa os resultados gerados com o plano real da empresa. Na primeira coluna são apresentadas as semanas analisadas, seguida dos valores de pedidos atendidos e da representatividade desses sobre o total de pedidos existentes. Na sequência são apresentados a incidência de atrasos ocorridas bem como a quantidade de pedidos não atendidos.

Tabela 10 - Resultados encontrados nos testes com utilizando a programação real da empresa.

Semana	Pedidos produzidos no prazo	Incidência de Atrasos	Pedidos não atendidos
5	54 / 81 %	32	3
7	22 / 81 %	12	3
9	55 / 87 %	14	5
12	17 / 85 %	4	0
24	5 / 50 %	12	0
29	22 / 76 %	19	1
32	32 / 71 %	23	2
36	43 / 96 %	4	2
38	11 / 100 %	0	0
39	53 / 96 %	2	0
42	16 / 94 %	1	1
50	11 / 73 %	7	1

Assim como nos resultados gerados pelo modelo, a semana 38 é a única a apresentar a totalidade de pedidos produzidos dentro do prazo estabelecido, seguida das semanas 36 e 39 com 96%. A semana 32 apresenta o menor valor com 71%. A incidência de atrasos ficou mais concentrada nas semanas 5 (32), 32 (23) e 29 (19). As semanas 9, 5 e 7 apresentam os maiores valores para pedidos não atendidos. Na próxima Seção serão realizadas comparações entre os resultados dos planos gerados pelo modelo proposto e os resultados gerados pela simulação da programação real da empresa.

5.2.3 Comparação dos resultados dos testes com a programação real da empresa

Nessa Seção faremos uma comparação dos resultados obtidos pela programação gerada pelo modelo proposto com a simulação da programação real da empresa para as mesmas demandas. Entende-se que essa comparação seja aderente na medida que utiliza os mesmos parâmetros. A Tabela 11 apresenta a comparação entre os resultados com a programação real do valor da função objetivo considerando os testes realizados e a programação real da empresa nas semanas selecionadas.

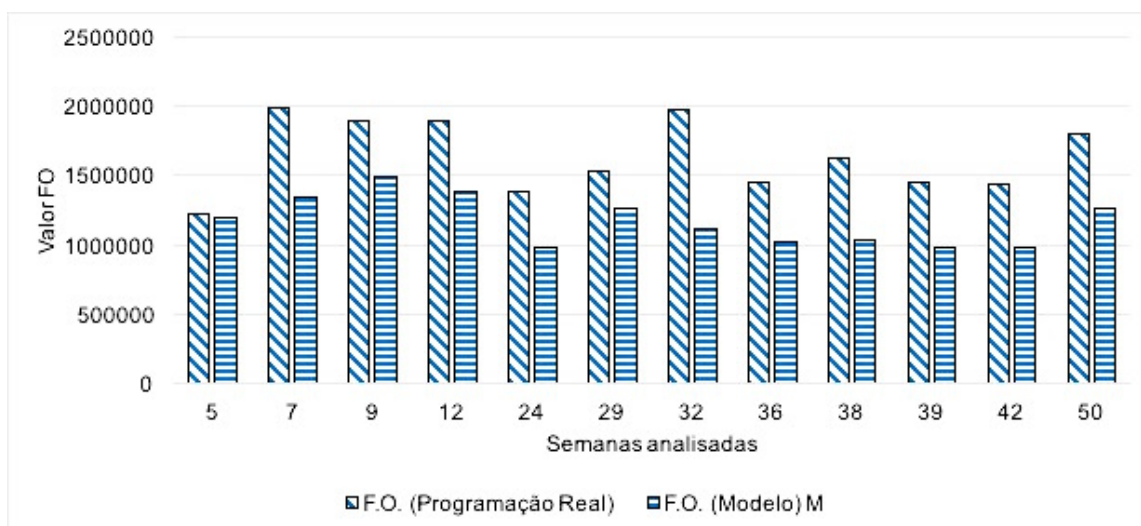
Tabela 11 - Comparação da função objetivo.

Semana	F.O. (Modelo)	F.O. (Programação Real)	Diferença	% Diferença
5	1.199.415,60	1.220.260,29	20.844,69	2%
7	1.336.924,86	1.980.165,18	643.240,33	32%
9	1.485.822,48	1.888.405,56	402.583,08	21%
12	1.376.874,56	1.886.616,79	509.742,24	27%
24	988.233,88	1.387.032,17	398.798,29	29%
29	1.263.961,21	1.523.391,90	259.430,69	17%
32	1.121.808,97	1.971.003,16	849.194,18	43%
36	1.023.410,00	1.455.305,26	431.895,26	30%
38	1.038.748,32	1.622.750,74	584.002,42	36%
39	986.997,49	1.454.408,80	467.411,32	32%
42	987.223,59	1.434.692,19	447.468,59	31%
50	1.263.546,65	1.802.998,97	539.452,32	30%

Como é possível observar na Tabela 11, o modelo é significativamente mais eficaz em termos de resultado para função objetivo em todas as semana analisadas, com uma diferença média de 28% a favor do modelo proposto.

O Gráfico da Figura 12 apresenta a comparação dos resultados a funções objetivo para as duas abordagens.

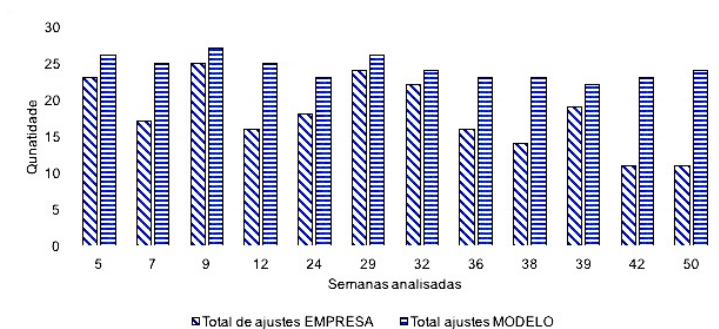
Figura 12 - Comparação entre solução ótima e solução pela programação real da empresa.



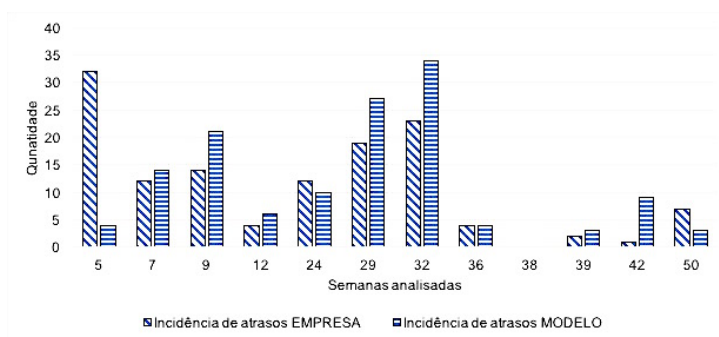
A semana 32 é o período que apresenta diferença mais expressiva, com um valor 43%, seguida das semana 38 (36%) e 7 (32%). Juntos essas semanas representam 23% do total de itens demandados nas 12 semanas analisadas. A semana 5 apresentou a menor diferença entre as duas abordagens (2%).

Complementando as análises para comparação dos resultados entre os planos propostos pela programação da empresa versus os planos gerados pelo modelo proposto, foram elencados quatro indicadores de qualidade com base nos critérios de avaliação definidos pela empresa. Na Figura 13 podemos observar a representação gráfica desses indicadores, a saber, incidência de preparações, incidência de atrasos, incidência de não atendimentos e taxa de utilização.

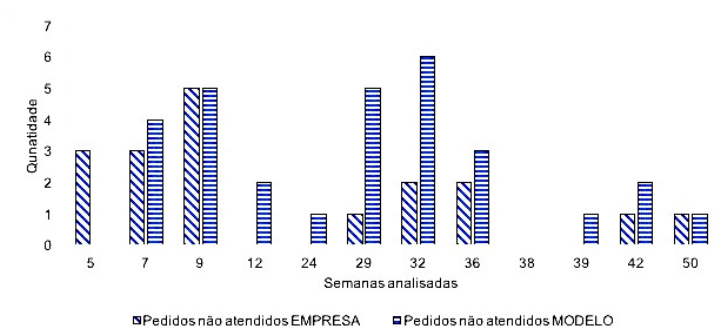
Figura 13 - Comparativo dos resultados nos planos gerados pela empresa versus nos planos gerados pelo modelo



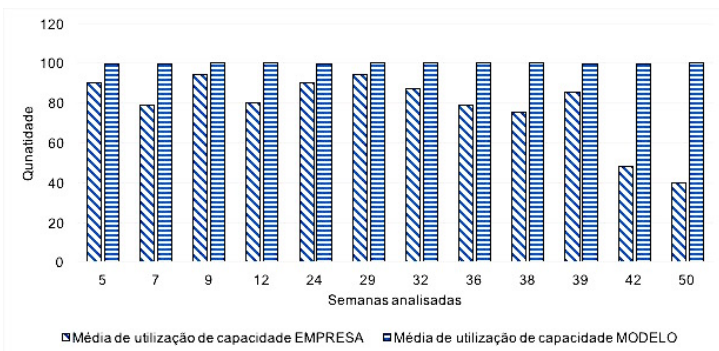
(a) Incidência de preparações.



(b) Incidência de atrasos.



(c) Incidência de não atendimentos.



(d) Taxa de ocupação.

No Gráfico da Figura 13a são apresentados os números relacionados à quantidade de pre-

preparações necessários para a realização dos planos apresentados pelas duas situações a serem comparadas para cada uma das doze semanas. Como é possível observar, a incidência de preparações é mais predominante nos planos gerados pelo modelo proposto. A semana 50 apresenta a maior diferença no número de preparações, seguida pelas semanas 42 e 38, sucessivamente. O Gráfico da Figura 13b apresenta a incidência de atrasos em função dos planos (empresa e modelo proposto) para cada semana analisada. É possível observar que o modelo proposto apresenta valores maiores (total de 135 contra 130 ocorrências), bem como com uma frequência maior (7 de um total de 12 possibilidades). O terceiro Gráfico (Figura 13c) apresenta a incidência de pedidos não atendidos em cada um dos doze períodos para as duas formas de planejamento. Neste caso, o plano proposto pelo modelo apresentou maior incidência em sete situações de 12 possibilidades, gerando resultado maior inclusive no valor total (30 no plano gerado pelo modelo contra 17 no plano da empresa). A semana 29 apresenta a maior diferença (4 situações). Por fim, temos a taxa de ocupação do sistema de produção, tendo como base os 480 minutos disponíveis no período de produção versus o tempo padrão de operação para produção dos itens a serem programados. A primeira observação que podemos fazer envolve a linearidade dos valores das taxas de ocupação dos planos gerados pelo modelo versus a oscilação dos valores nos planos gerados pela empresa. Esta característica remete a um potencial maior por parte do modelo de aproveitar a disponibilidade dos recursos de produção. As diferenças variam segundo a semana considerada, sendo que as semanas 13, 12 e 10 apresentam as maiores diferenças, respectivamente.

Observando os indicadores no sentido de avaliar a hipótese de aderência do modelo proposto à realidade de programação da empresa objeto de estudo, podemos esboçar algumas definições. Observando o Gráfico da Figura 13a isoladamente, podemos sugerir uma possível inconsistência na modelagem por gerar uma incidência maior de preparações nos equipamentos, na medida em que, por se tratar de uma atividade que consome recursos mas não colabora para geração de itens acabados, incrementa os custos e compromete a produtividade. Ademais, os Gráficos das Figuras 13b e 13c expõem a organização a comprometer o atendimento de prazos junto a seus clientes. Por outro lado, os Gráficos das Figuras 13d faz com que seja possível perceber que o incremento no número de preparações no plano gerado pelo modelo proposto foi uma adequação circunstancial das demandas apresentadas nos períodos, ou seja, demandou do sistema de produção uma maior nível de flexibilidade. Uma vez definidos os objetivos centrais da dinâmica de planejamento (atender os pedidos em carteira e a manutenção dos estoques de segurança), o modelo organizou a utilização dos recursos para a melhor relação custo-benefício possível, trazendo inclusive otimização no uso da capacidade disponível, sendo esse um importante objetivo de gestão industrial. Ademais, resultados mais aderentes considerando incidência

de atrasos e de não atendimento forneceram resultados muito melhores que a prática atual da empresa. Vale reforçar que nas duas análises foram consideradas a mesma estrutura de custos e penalidades, sendo a continuidade das análises comparativas a serem desdobradas no decorrer deste texto.

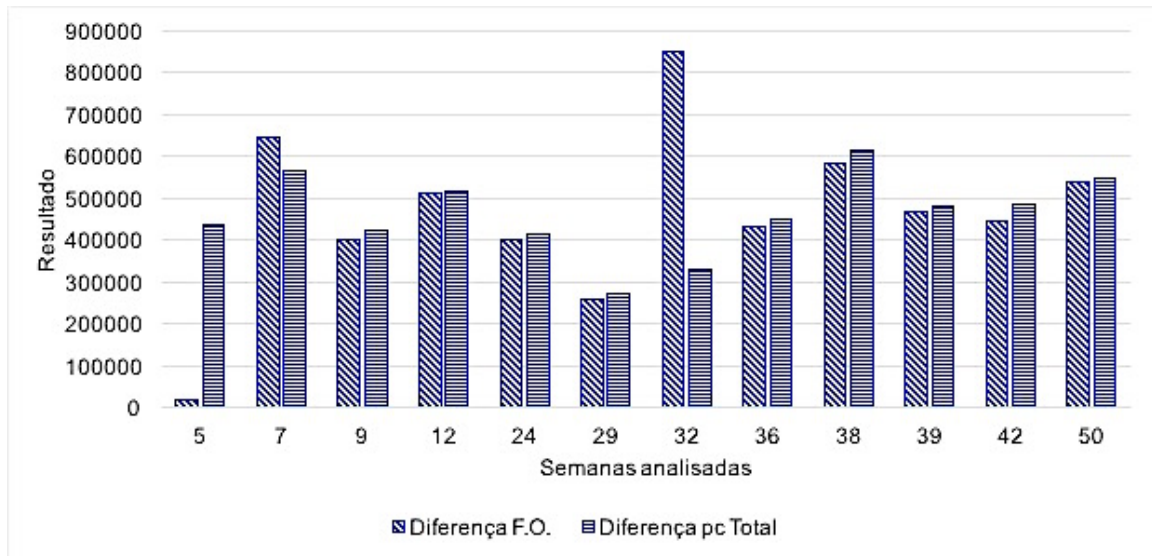
Os dados obtidos revelam uma importante vantagem do modelo proposto sobre a programação real da empresa dentro das mesmas condições. A Tabela 12 apresenta a comparação entre a diferença nos valores encontrados para a função objetivo para os dois testes e as penalizações por não atendimento do estoque de segurança para cada semana analisada. O dado de comparação são dos valores para pc_{it} (custo unitário de não atingimento do estoque de segurança por item) encontrados para os testes considerando o modelo proposto versus a simulação com a programação utilizada pela empresa.

Tabela 12 - Comparação da diferença entre os resultados obtidos para função objetivo e penalidades por não atendimento do estoque de segurança.

	Diferença F.O.	% Diferença F.O.	Total de pc Plano Modelo	Total de pc Plano Empresa	Diferença pc total	% Diferença pc total
5	20844,69	2%	982825,30	1419521,29	436695,98	31%
7	643240,33	32%	1121096,25	1688317,57	567221,33	34%
9	402583,08	21%	1231163,20	1652999,23	421836,04	26%
12	509742,24	27%	1191600,12	1708933,29	517333,17	30%
24	398798,29	29%	753946,84	1170318,50	416371,66	36%
29	259430,69	17%	982087,36	1255645,82	273558,45	22%
32	849194,18	43%	839899,91	1170532,19	330632,27	28%
36	431895,26	30%	749145,04	1198324,88	449179,84	37%
38	584002,42	36%	754127,23	1366737,47	612610,24	45%
39	467411,32	32%	702793,17	1181650,59	478857,42	41%
42	447468,59	31%	705928,64	1193249,47	487320,83	41%
50	539452,32	30%	1027299,84	1573707,68	546407,84	35%

Para facilitar a análise, a Figura 14 apresenta uma comparação direta desses resultados com as diferenças nos valores obtidos na função objetivo nos planos propostos pelo modelo versus os planos gerados pela empresa.

Figura 14 - Comparação da diferença entre os resultados obtidos para F.O. e a diferença de pc.



As semanas 38, 39 e 42 apresentam as maiores diferenças, respectivamente. Com exceção das semanas 5 e 32 é possível observar grande similaridade entre nos valores obtidos para a maioria das semanas. Os resultados sinalizam que grande parte do ganho obtido nos testes com o modelo nos resultados da F.O. são atribuídos ao atendimento mais adequado dos valores definidos para o estoque de segurança, ou seja, atender os valores de estoque de segurança contribui para melhores resultados na F.O..

Considerando que a presente comparação utilizou dados reais fornecidos por uma empresa importante do segmento, os testes gerados pelo modelo proposto neste trabalho apresentam soluções sensivelmente mais interessantes em termos de custo que a programação atual das empresas analisadas. Essa condição reforça a aderência de modelos matemáticos no apoio a tomada de decisão em indústrias moveleiras na busca pela competitividade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho, propomos tratar o processo de dimensionamento de lotes e programação de pedidos em uma empresa de móveis do APL de Arapongas, Paraná.

A empresa estudada é característica do setor, voltada para grandes volumes de produção e atendendo várias regiões do país. O desafio passa pela confecção de planos de produção com o menor custo possível, porém, adequado às restrições operacionais do sistema de produção. Nesse cenário, a possibilidade de combinações possíveis são enormes e sempre associadas a custos operacionais.

Para o desenvolvimento desse trabalho, foram estudados quais aspectos conceituais definem as boas práticas relacionadas nas principais referências sobre o tema. Para compreender o processo pelo qual esta decisão é desdobrada, o funcionamento do processo de produção e o fluxo de informações foi mapeado. Foram levantados também outros trabalhos relacionados, com o objetivo de entender quais são as principais abordagens empregadas, bem como, os resultados alcançados. O PDL estudado foi caracterizado como um sistema multi itens, multiestágio, de demanda determinística, com horizonte de planejamento finito, capacitado, com custo de preparo simples, com penalizações de atrasos nos pedidos e custo de estoques. Um modelo matemático foi proposto para resolver o problema em que o objetivo consiste em definir um plano de produção factível na qual o custo total de execução (custos de operação, considerando a produção, preparação, estocagem de itens, bem como, penalidades por não atendimento do estoque de segurança e atrasos nos pedidos) seja o menor possível. O modelo proposto foi implementado utilizando a linguagem de programação AMPL (*A Mathematical Programming Language*) e resolvido com o solver CPLEX. Para verificação da aderência da solução, foram realizados alguns testes computacionais com dados reais fornecidos.

Os resultados apresentados são promissores quando comparados com as soluções da empresa, chegando a situações em que a programação proposta obteve resultado de custo até 43% menor, considerando o resultado obtido na função objetivo.

Uma continuidade desse trabalho pode incluir projeções de estoques para atendimento de sazonalidades características do setor. Além disso, grande parte do mercado consumidor das empresas da região de Arapongas, PR, estão localizados nas regiões norte e nordeste do país, o que eleva os custos de transporte a uma condição de elevado impacto na competitividade de

seus produtos. Ademais, os sistemas produtivos moveleiros são vulneráveis quanto ao sequenciamento das ordens de produção e suas consequências no balanceamento da carga de trabalho nas fases de fabricação. Considerar na modelagem atual decisões de corte, empacotamento, distribuição e roteirização pode incrementar as possibilidades de ganho sistêmicos nas decisões de médio, curto e curtíssimo prazo nos sistemas de produção de móveis.

REFERÊNCIAS

- AFENTAKIS, P.; GAVISH, B.; KARMARKAR, U. Computationally Efficient Optimal Solutions to the Lot-Sizing Problem in Multistage Assembly Systems. *Management Science*, v. 30, n. 2, p. 222–239, 1984. ISSN 0025-1909.
- ALEM, D.; MORABITO, R. Modelos de programação estocástica no planejamento da produção de empresas moveleiras. *Production Journal*, v. 25, n. 3, p. 657–677, 2015.
- ALEM, D. J.; MORABITO, R. Risk averse two stage stochastic programs in furniture plants. *OR Spectrum*, v. 35, p. 773–806, 2013.
- ALEM, J. D.; MORABITO, R. Production planning in furniture settings via robust optimization. *Computers and Operations Research*, v. 39, n. 2, p. 139–150, 2012. ISSN 03050548.
- ALMEDER, C. A hybrid optimization approach for multi-level capacitated lot-sizing problems. *European Journal of Operational Research*, v. 200, n. 2, p. 599–606, jan 2010. ISSN 03772217.
- ARAÚJO, S. A. de; ARENALES, M. N. Dimensionamento de lotes e programação do forno numa fundição automatizada de porte médio. *Pesquisa Operacional*, SciELO Brasil, v. 23, n. 3, p. 403–420, 2003.
- ARAÚJO, S. A. de; RANGEL, M. S. N. Matemática Aplicada ao Planejamento da Produção e Logística. In: . [S.l.]: Sociedade de Matemática Aplicada e Computacional - SBMAC, 2014. v. 76.
- ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. H. *Pesquisa operacional: para cursos de engenharia*. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2007. ISBN 9788535251937.
- AXSÄTER, S. Economic lot sizes and vehicle scheduling. *European Journal of Operational Research*, v. 4, n. 6, p. 395–398, 1980. ISSN 03772217.
- BAHL, H. C.; RITZMAN, L. P.; GUPTA, J. N. D. OR Practice—Determining Lot Sizes and Resource Requirements: A Review. *Operations Research*, v. 35, n. 3, p. 329–345, 1987. ISSN 0030-364X.
- BERRETTA, R.; RODRIGUES, L. F. A memetic algorithm for a multistage capacitated lot-sizing problem. *International Journal of Production Economics*, v. 87, n. 1, p. 67–81, 2004. ISSN 09255273.
- BERTO, R. M. V. S.; NAKANO, D. N. A produção científica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. *Produção*, v. 9, n. 2, p. 65–75, 1999. ISSN 0103-6513.
- BILLINGTON, P.; BLACKBURN, J.; MAES, J.; MILLEN, R.; Van Wassenhove, L. N. Multi-

- item lotsizing in capacitated multi-stage serial systems. *IIE transactions*, Taylor & Francis, v. 26, n. 2, p. 12–18, 1994.
- BILLINGTON, P. J.; MCCLAIN, J. O.; THOMAS, L. J. Mathematical Programming Approaches to Capacity-Constrained MRP Systems: Review, Formulation and Problem Reduction. *Management Science*, v. 29, n. 10, p. 1126–1141, 1983. ISSN 0025-1909.
- BLACK, J. *O Projeto da Fábrica do Futuro*. Boockman. Porto Alegre: [s.n.], 1998.
- BRASIL - MCT. *Bases estatísticas RAIS/CAGED*. Brasília: [s.n.], 2013.
- BUSCHKÜHL, L.; SAHLING, F.; HELBER, S.; TEMPELMEIER, H. Dynamic capacitated lot-sizing problems: A classification and review of solution approaches. *OR Spectrum*, v. 32, n. 2, p. 231–261, 2010. ISSN 01716468.
- CAMARGO, V.; MATTIOLLI, L.; TOLEDO, F. A knapsack problem as a tool to solve the production planning problem in small foundries. *Computers Operations Research*, Elsevier, v. 39, n. 1, p. 86–92, 2012.
- CASAROTTI, J. P. D.; TOLEDO, F. M. B.; TELLES, G. P. Heurísticas para o problema de dimensionamento de lotes não-capacitado com atraso. *XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 1644–1653, 2005.
- CLARK, A. R.; ARMENTANO, V. A. A heuristic for a resource-capacitated multi-stage lot-sizing problem with lead times. *Journal of the Operational Research Society*, Nature Publishing Group, v. 46, n. 10, p. 1208–1222, 1995.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. *Planejamento, programação e controle da produção: MRP II*. [S.l.: s.n.], 2001.
- DREXL, A.; KIMMS, A. Lot sizing and scheduling: Survey and extensions. *European Journal of Operational Research*, v. 99, n. 2, p. 221–235, 1997. ISSN 03772217.
- FURTADO, M. G. S. *O planejamento da produção de pedidos em fundições de pequeno porte*. Dissertação de Mestrado — Universidade de São Paulo - São Carlos, 2012.
- FURTADO, M. G. S.; CAMARGO, V. C. B.; TOLEDO, F. M. B. The production planning problem of orders in small foundries. *Journal of the Operational Research Society*, 2016.
- GALINARI, R.; JUNIOR, J. R. T.; MORGADO, R. R. *A competitividade da indústria de móveis do Brasil: situação atual e perspectivas*. [S.l.], 2012. v. 37, 227–272 p.
- GRAMANI, M. C. N.; FRANÇA, P. M. The combined cutting stock and lot-sizing problem in industrial processes. *European Journal of Operational Research*, v. 174, n. 1, p. 509–521, 2006. ISSN 03772217.
- GRAMANI, M. C. N.; FRANÇA, P. M.; ARENALES, M. N. A Lagrangian relaxation approach to a coupled lot-sizing and cutting stock problem. *International Journal of Production Economics*, v. 119, n. 2, p. 219–227, 2009. ISSN 09255273.
- GRAMANI, M. C. N.; FRANÇA, P. M.; ARENALES, M. N. A linear optimization approach to the combined production planning model. *Journal of the Franklin Institute*, v. 348, n. 7, p.

1523–1536, 2011. ISSN 00160032.

HARRIS, F. W. How Many Parts to Make at Once. *Factory, The Magazine of Manajement*, v. 10, n. 2, p. 135–136, 1913.

IEMI. *Brasil móveis 2015: Relatório Setorial da Indústria de móveis no Brasil*. [S.l.], 2015.

JANS, R.; DEGRAEVE, Z. Modeling industrial lot sizing problems: a review. *International Journal of Production Research*, v. 46, n. 6, p. 1619–1643, 2008. ISSN 0020-7543.

KARIMI, B.; FATEMI, G. S. M. T.; WILSON, J. M. The capacitated lot sizing problem: A review of models and algorithms. *Omega*, v. 31, n. 5, p. 365–378, 2003. ISSN 03050483.

LUSTOSA, L. J.; MESQUITA, M. A.; OLIVEIRA, R. J. *Planejamento e controle da produção*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2008.

MERCÉ, C.; FONTAN, G. MIP-based heuristics for capacitated lotsizing problems. *International Journal of Production Economics*, v. 85, n. 1, p. 97–111, 2003. ISSN 09255273.

MILLAR, H. H.; YANG, M. Lagrangian heuristics for the capacitated multi-item lot-sizing problem with backordering. *International Journal of Production Economics*, v. 34, n. 1, p. 1–15, 1994. ISSN 09255273.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. *Administração da produção: Expectativas Industriais e de serviços*. Curitiba: UnicenP: [s.n.], 2007. 199 p.

POCHET, Y.; WOLSEY, L. A. Lot-size models with backloging: Strong reformulations and cutting planes. *Mathematical Programming*, Springer-Verlag, v. 40, n. 1-3, p. 317–335, 1988.

POCHET, Y.; WOLSEY, L. A. *Production planning by mixed integer programming*. New York: Springer, 2006. (Springer series in operations research and financial engineering). ISBN 0-387-29959-9.

ROBINSON, P.; NARAYANAN, A.; SAHIN, F. Coordinated deterministic dynamic demand lot-sizing problem: A review of models and algorithms. *Omega*, v. 37, n. 1, p. 3–15, 2009. ISSN 03050483.

ROSA, S. E. S. da; CORREA, A. R.; LEMOS, M. L. F.; BARROSO, D. V. *O setor de móveis na atualidade: uma análise preliminar*. [S.l.], 2007. v. 25, 65–106 p.

SANTOS, S. G.; ARAUJO, S. A. de; RANGEL, S. Integrated cutting machine programming and lot sizing in furniture industry. *Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento*, v. 3, n. 1, p. 1–17, 2011.

SIMA. *Dados do Setor*. Arapongas: Acesso em: 01 de Setembro de 2015, 2005.

TEMPELMEIER, H.; BUSCHKÜHL, L. A heuristic for the dynamic multi-level capacitated lotsizing problem with linked lotsizes for general product structures. *OR Spectrum*, v. 31, n. 2, p. 385–404, 2009. ISSN 01716468.

TOLEDO, F. M. B. d.; SHIGUEMOTO, A. L. Lot-sizing problem with several production centers. *Pesquisa Operacional*, v. 25, n. 3, p. 479–492, 2005. ISSN 0101-7438.

- TRIGEIRO, W. W.; THOMAS, L. J.; MCCLAIN, J. O. Capacitated Lot Sizing with Setup Times. *Management Science*, v. 35, n. 3, p. 353–366, 1989. ISSN 0025-1909.
- TUBINO, D. F. *Planejamento e controle da produção: teoria e prática*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- VANZELA, M.; RANGEL, S.; ARAUJO, S. A. de. The Integrated Lot Sizing and Cutting Stock Problem in a Furniture Factory. In: *11th IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 390–395.
- WAGNER, H. M.; WHITIN, T. M. Dynamic Version of the Economic Lot Size Model. *Management Science*, v. 5, n. 1, p. 89–96, 1958. ISSN 0025-1909.
- WU, T.; SHI, L.; GEUNES, J.; AKARTUNALI, K. An optimization framework for solving capacitated multi-level lot-sizing problems with backlogging. *European Journal of Operational Research*, v. 214, n. 2, p. 428–441, 2011. ISSN 03772217.
- ZANGWILL, W. I. A Backlogging Model and a Multi-Echelon Model of a Dynamic Economic Lot Size Production System—A Network Approach. *Management Science*, v. 15, n. 9, p. 506–527, 1969. ISSN 0025-1909.

APÊNDICE A - DADOS UTILIZADOS NOS TESTES

Tabela 13 - Relatório de faturamento 2014.

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
1	431600	20/06/14	07/07/14	1	2	423983	25/02/14	14/03/14	2
1	431611	20/06/14	27/06/14	10	2	424042	25/02/14	12/03/14	1
1	431735	24/06/14	14/07/14	20	2	424166	26/02/14	14/03/14	3
1	431842	25/06/14	01/07/14	5	2	424197	26/02/14	12/03/14	1
1	433319	21/07/14	30/07/14	2	2	424199	26/02/14	12/03/14	1
1	433405	21/07/14	25/07/14	1	2	425626	20/03/14	28/03/14	3
1	433454	22/07/14	11/08/14	1	2	425625	20/03/14	28/03/14	2
1	433493	22/07/14	29/07/14	1	2	425779	21/03/14	08/04/14	4
1	433554	23/07/14	29/07/14	2	2	425643	21/03/14	03/04/14	5
1	433727	25/07/14	04/08/14	2	2	425639	21/03/14	03/04/14	2
1	435402	20/08/14	01/09/14	3	2	425810	24/03/14	25/04/14	2
1	435385	20/08/14	01/09/14	1	2	425812	24/03/14	07/04/14	1
1	435426	20/08/14	27/08/14	1	2	425818	24/03/14	28/03/14	5
1	435365	20/08/14	26/08/14	2	2	425851	24/03/14	28/03/14	2
1	435664	25/08/14	23/09/14	15	2	425835	24/03/14	28/03/14	2
1	435663	25/08/14	03/09/14	1	2	425856	24/03/14	28/03/14	1
1	435705	26/08/14	04/09/14	1	2	425834	24/03/14	28/03/14	1
1	437376	20/09/14	30/09/14	2	2	425838	24/03/14	28/03/14	1
1	437560	23/09/14	03/10/14	16	2	425898	25/03/14	16/04/14	8
1	437722	26/09/14	07/10/14	1	2	426022	26/03/14	09/04/14	10
1	439007	20/10/14	30/10/14	2	2	425948	26/03/14	03/04/14	6
1	438872	20/10/14	30/10/14	1	2	425932	26/03/14	01/04/14	2
1	439112	21/10/14	03/11/14	12	2	427727	21/04/14	28/04/14	3
1	439129	21/10/14	29/10/14	2	2	427726	21/04/14	28/04/14	1
1	439154	22/10/14	27/11/14	1	2	427804	22/04/14	02/06/14	1
1	439255	23/10/14	29/10/14	1	2	427773	22/04/14	13/05/14	1
1	439335	24/10/14	07/11/14	2	2	427750	22/04/14	29/04/14	2
1	439395	24/10/14	29/10/14	3	2	427776	22/04/14	28/04/14	2
1	439338	24/10/14	29/10/14	2	2	427783	22/04/14	28/04/14	2
1	439427	25/10/14	29/10/14	3	2	427781	22/04/14	28/04/14	1
1	441397	25/11/14	04/12/14	3	2	427897	23/04/14	05/05/14	1
1	441432	26/11/14	03/12/14	1	2	427978	24/04/14	20/05/14	2
2	421694	21/01/14	13/02/14	3	2	427941	24/04/14	29/04/14	1
2	421769	21/01/14	29/01/14	2	2	427998	25/04/14	29/04/14	1
2	421730	21/01/14	27/01/14	3	2	429681	21/05/14	02/06/14	2
2	421765	21/01/14	27/01/14	3	2	429830	23/05/14	02/06/14	2
2	421727	21/01/14	27/01/14	2	2	429813	23/05/14	02/06/14	1
2	421813	22/01/14	29/01/14	10	2	431657	23/06/14	24/06/14	4
2	421860	22/01/14	29/01/14	3	2	431655	23/06/14	24/06/14	2
2	421840	22/01/14	29/01/14	2	2	431756	24/06/14	03/07/14	4
2	421851	22/01/14	29/01/14	2	2	431806	25/06/14	14/07/14	5
2	421832	22/01/14	29/01/14	1	2	431796	25/06/14	14/07/14	3
2	421927	23/01/14	29/01/14	3	2	431765	25/06/14	14/07/14	1
2	422003	24/01/14	12/02/14	3	2	431842	25/06/14	01/07/14	5
2	421993	24/01/14	10/02/14	2	2	431829	25/06/14	30/06/14	5
2	421966	24/01/14	10/02/14	1	2	431857	26/06/14	08/07/14	1
2	422028	25/01/14	27/02/14	1	2	433319	21/07/14	30/07/14	1
2	422025	25/01/14	29/01/14	1	2	433405	21/07/14	25/07/14	1
2	423781	20/02/14	20/03/14	4	2	433454	22/07/14	11/08/14	1
2	423784	20/02/14	20/03/14	3	2	433633	23/07/14	14/08/14	4
2	423792	21/02/14	10/04/14	1	2	433584	23/07/14	01/08/14	3
2	423863	21/02/14	13/03/14	1	2	433554	23/07/14	29/07/14	2
2	423869	21/02/14	27/02/14	1	2	433772	25/07/14	07/08/14	2
2	423793	21/02/14	27/02/14	1	2	435402	20/08/14	01/09/14	1
2	423871	22/02/14	27/02/14	2	2	435433	20/08/14	01/09/14	1
2	423880	23/02/14	01/04/14	1	2	435426	20/08/14	27/08/14	1
2	423995	24/02/14	11/04/14	2	2	435365	20/08/14	26/08/14	2

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
2	423886	24/02/14	27/02/14	2	2	435663	25/08/14	03/09/14	1
2	423915	24/02/14	27/02/14	1	2	435723	26/08/14	10/09/14	5
2	435722	26/08/14	10/09/14	2	3	431088	23/05/14	08/07/14	2
2	435705	26/08/14	04/09/14	2	3	429545	23/05/14	29/05/14	1
2	437399	22/09/14	25/09/14	3	3	432375	20/06/14	17/07/14	2
2	437560	23/09/14	03/10/14	16	3	432327	20/06/14	17/07/14	1
2	437516	23/09/14	03/10/14	2	3	431593	20/06/14	14/07/14	2
2	437513	23/09/14	26/09/14	1	3	432361	23/06/14	14/07/14	3
2	437612	24/09/14	01/10/14	3	3	433348	20/07/14	29/07/14	1
2	437616	24/09/14	01/10/14	1	3	433463	21/07/14	23/07/14	2
2	437686	25/09/14	02/10/14	2	3	433620	23/07/14	31/07/14	1
2	437632	25/09/14	01/10/14	2	3	433632	23/07/14	25/07/14	5
2	437649	25/09/14	25/09/14	1	3	433696	24/07/14	13/08/14	2
2	437715	26/09/14	20/10/14	1	3	433684	24/07/14	30/07/14	1
2	437730	26/09/14	07/10/14	4	3	435381	20/08/14	01/09/14	2
2	437731	26/09/14	07/10/14	4	3	435445	20/08/14	26/08/14	2
2	437733	26/09/14	07/10/14	4	3	435545	22/08/14	05/09/14	1
2	437722	26/09/14	07/10/14	1	3	435558	22/08/14	04/09/14	2
2	437719	26/09/14	07/10/14	1	3	435653	25/08/14	27/08/14	2
2	438872	20/10/14	30/10/14	1	3	435751	26/08/14	04/09/14	3
2	439000	20/10/14	27/10/14	2	3	435705	26/08/14	04/09/14	1
2	439009	20/10/14	27/10/14	1	3	438185	24/09/14	17/10/14	2
2	439069	21/10/14	03/11/14	1	3	438469	24/09/14	16/10/14	3
2	439077	21/10/14	30/10/14	2	3	437592	24/09/14	29/09/14	1
2	439129	21/10/14	29/10/14	1	3	437595	24/09/14	25/09/14	1
2	439154	22/10/14	27/11/14	1	3	437663	25/09/14	20/10/14	2
2	438905	22/10/14	29/10/14	1	3	438965	26/09/14	30/10/14	2
2	439312	23/10/14	10/11/14	2	3	438990	20/10/14	30/10/14	3
2	439263	23/10/14	29/10/14	5	3	438981	20/10/14	30/10/14	1
2	439284	23/10/14	29/10/14	5	3	439054	20/10/14	22/10/14	10
2	439264	23/10/14	29/10/14	3	3	439072	21/10/14	30/10/14	3
2	439273	23/10/14	29/10/14	3	3	439111	21/10/14	29/10/14	2
2	439280	23/10/14	29/10/14	3	3	439159	22/10/14	12/11/14	3
2	439286	23/10/14	29/10/14	3	4	421942	24/01/14	24/02/14	1
2	439259	23/10/14	29/10/14	2	4	421944	24/01/14	24/02/14	1
2	439262	23/10/14	29/10/14	2	4	423751	20/02/14	20/02/14	1
2	439275	23/10/14	29/10/14	2	4	423822	21/02/14	27/02/14	1
2	439255	23/10/14	29/10/14	1	4	425735	21/03/14	07/04/14	2
2	439334	24/10/14	19/11/14	4	4	431088	23/05/14	08/07/14	2
2	439335	24/10/14	07/11/14	2	4	431593	20/06/14	14/07/14	2
2	439408	24/10/14	29/10/14	4	4	431608	20/06/14	10/07/14	2
2	439401	24/10/14	29/10/14	3	4	433348	20/07/14	29/07/14	1
2	439338	24/10/14	29/10/14	2	4	433620	23/07/14	31/07/14	1
2	439427	25/10/14	29/10/14	4	4	433696	24/07/14	13/08/14	2
2	441222	21/11/14	28/11/14	3	4	435558	22/08/14	04/09/14	1
3	421773	21/01/14	27/01/14	1	4	435653	25/08/14	27/08/14	2
3	424194	24/01/14	10/04/14	2	4	435751	26/08/14	04/09/14	3
3	424193	24/01/14	10/04/14	2	4	435705	26/08/14	04/09/14	1
3	422003	24/01/14	12/02/14	1	4	437663	25/09/14	20/10/14	2
3	422030	25/01/14	10/02/14	1	4	437680	26/09/14	15/10/14	2
3	423798	21/02/14	12/03/14	1	4	438997	20/10/14	30/10/14	3
3	424489	22/02/14	26/03/14	1	4	439054	20/10/14	22/10/14	5
3	425554	20/03/14	10/04/14	2	4	439111	21/10/14	29/10/14	2
3	425308	20/03/14	01/04/14	4	4	441355	25/11/14	28/11/14	12
3	425735	21/03/14	07/04/14	3	4	441351	25/11/14	28/11/14	4
3	425807	24/03/14	01/04/14	1	4	441353	25/11/14	28/11/14	2
3	425857	24/03/14	26/03/14	1	4	441431	26/11/14	10/12/14	8
3	426022	26/03/14	09/04/14	10	5	427134	26/03/14	15/05/14	15
3	428031	25/04/14	08/05/14	2	5	427812	22/04/14	05/05/14	30
3	429594	20/05/14	10/07/14	1	5	427737	22/04/14	24/04/14	1
3	430631	23/05/14	17/07/14	1	5	428031	25/04/14	08/05/14	1
5	429622	21/05/14	26/05/14	30	9	421699	21/01/14	30/01/14	1
5	429638	21/05/14	26/05/14	10	9	421747	21/01/14	29/01/14	3
5	429792	23/05/14	28/05/14	5	9	421697	21/01/14	27/01/14	10
5	431621	23/06/14	30/06/14	2	9	421695	21/01/14	22/01/14	2
5	431609	24/06/14	10/07/14	1	9	421842	22/01/14	03/02/14	1
5	431902	26/06/14	14/07/14	16	9	421803	22/01/14	03/02/14	1
5	433362	20/07/14	31/07/14	1	9	421851	22/01/14	29/01/14	1

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
5	433513	22/07/14	16/09/14	35	9	421853	22/01/14	29/01/14	1
5	433522	22/07/14	11/08/14	20	9	421856	22/01/14	28/01/14	1
5	433517	22/07/14	11/08/14	15	9	421910	23/01/14	30/01/14	1
5	433629	23/07/14	21/08/14	1	9	421893	23/01/14	29/01/14	1
5	433628	23/07/14	20/08/14	1	9	421878	23/01/14	29/01/14	1
5	433565	23/07/14	31/07/14	6	9	421932	23/01/14	28/01/14	1
5	435424	20/08/14	27/08/14	1	9	421906	23/01/14	23/01/14	1
5	435666	25/08/14	09/09/14	1	9	421971	24/01/14	12/02/14	4
5	435623	25/08/14	29/08/14	1	9	421989	24/01/14	12/02/14	1
5	435784	26/08/14	18/09/14	1	9	421988	24/01/14	12/02/14	1
5	435786	26/08/14	18/09/14	1	9	421982	24/01/14	03/02/14	2
5	437466	22/09/14	25/09/14	1	9	422027	25/01/14	20/02/14	1
5	437546	23/09/14	26/09/14	1	9	422029	25/01/14	10/02/14	3
5	437610	24/09/14	07/10/14	3	9	422024	25/01/14	31/01/14	1
5	439061	20/10/14	17/11/14	2	9	423758	20/02/14	28/02/14	2
5	439003	20/10/14	22/10/14	1	9	423811	21/02/14	28/02/14	2
5	439274	23/10/14	10/12/14	80	9	423817	21/02/14	28/02/14	1
5	439288	23/10/14	10/12/14	20	9	423881	23/02/14	26/02/14	1
5	439299	23/10/14	10/12/14	20	9	423978	24/02/14	28/02/14	3
5	439281	23/10/14	11/11/14	80	9	423899	24/02/14	27/02/14	1
5	439306	23/10/14	29/10/14	70	9	424055	25/02/14	12/03/14	1
5	439304	23/10/14	28/10/14	20	9	424070	25/02/14	05/03/14	1
5	439308	23/10/14	28/10/14	12	9	424106	25/02/14	28/02/14	1
5	441397	25/11/14	04/12/14	3	9	424039	25/02/14	26/02/14	2
5	441355	25/11/14	28/11/14	60	9	424203	26/02/14	18/03/14	1
5	441351	25/11/14	28/11/14	15	9	424124	26/02/14	17/03/14	1
5	441353	25/11/14	28/11/14	5	9	424123	26/02/14	12/03/14	2
5	442345	22/12/14	26/01/15	10	9	424148	26/02/14	07/03/14	1
7	429616	21/05/14	27/05/14	7	9	425554	20/03/14	10/04/14	1
7	429622	21/05/14	26/05/14	50	9	425622	20/03/14	04/04/14	1
7	429831	23/05/14	13/06/14	3	9	425606	20/03/14	28/03/14	1
7	429934	26/05/14	04/06/14	7	9	425555	20/03/14	27/03/14	2
7	431613	20/06/14	01/07/14	3	9	425614	20/03/14	26/03/14	1
7	431601	20/06/14	26/06/14	1	9	425743	21/03/14	23/04/14	1
7	431643	23/06/14	01/07/14	1	9	425754	21/03/14	07/04/14	1
7	433555	23/07/14	04/08/14	2	9	425856	24/03/14	28/03/14	1
7	433575	23/07/14	23/07/14	1	9	425803	24/03/14	26/03/14	1
7	433768	25/07/14	21/08/14	1	9	425869	25/03/14	16/04/14	2
7	433702	25/07/14	07/08/14	2	9	425868	25/03/14	16/04/14	2
7	435379	20/08/14	01/09/14	2	9	425897	25/03/14	16/04/14	1
7	435452	20/08/14	27/08/14	4	9	425900	25/03/14	08/04/14	1
7	435467	21/08/14	04/09/14	1	9	425914	25/03/14	01/04/14	1
7	435536	22/08/14	28/08/14	1	9	425886	25/03/14	31/03/14	2
7	435624	25/08/14	12/09/14	1	9	425995	26/03/14	11/04/14	1
7	435662	25/08/14	28/08/14	1	9	425948	26/03/14	03/04/14	2
7	435646	25/08/14	28/08/14	1	9	427729	21/04/14	24/04/14	2
7	437418	22/09/14	01/10/14	2	9	427773	22/04/14	13/05/14	2
7	439314	23/10/14	04/11/14	12	9	427805	22/04/14	25/04/14	1
7	439351	24/10/14	29/10/14	1	9	427748	22/04/14	24/04/14	1
7	441186	21/11/14	25/11/14	1	9	427902	23/04/14	09/05/14	1
9	421597	20/01/14	30/01/14	1	9	427901	23/04/14	30/04/14	1
9	421700	21/01/14	30/01/14	1	9	427866	23/04/14	29/04/14	1
9	427909	24/04/14	29/04/14	1	9	441241	24/11/14	01/12/14	2
9	427995	25/04/14	30/04/14	1	9	441384	25/11/14	28/11/14	1
9	428008	25/04/14	29/04/14	1	11	426359	20/02/14	15/05/14	1
9	428063	25/04/14	28/04/14	1	11	425754	21/03/14	07/04/14	4
9	429600	20/05/14	11/06/14	1	11	425657	21/03/14	03/04/14	4
9	429612	20/05/14	22/05/14	2	11	425795	22/03/14	10/04/14	1
9	429562	20/05/14	22/05/14	1	11	425822	24/03/14	28/03/14	2
9	429659	21/05/14	28/05/14	1	11	425851	24/03/14	28/03/14	1
9	429717	22/05/14	03/07/14	2	11	425855	24/03/14	26/03/14	1
9	429709	22/05/14	03/06/14	1	11	425869	25/03/14	16/04/14	2
9	429545	23/05/14	29/05/14	1	11	425921	26/03/14	15/04/14	1
9	429800	23/05/14	27/05/14	2	11	425948	26/03/14	03/04/14	4
9	429821	23/05/14	23/05/14	1	11	426003	26/03/14	01/04/14	1
9	429931	26/05/14	13/08/14	1	11	427734	21/04/14	29/04/14	1
9	429870	26/05/14	17/06/14	1	11	427814	22/04/14	29/04/14	1

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
9	431598	20/06/14	27/06/14	10	11	427748	22/04/14	24/04/14	1
9	431604	20/06/14	26/06/14	1	11	427879	23/04/14	02/06/14	12
9	431675	24/06/14	08/07/14	4	11	427881	23/04/14	02/06/14	6
9	431794	25/06/14	17/07/14	1	11	427913	24/04/14	02/06/14	6
9	431773	25/06/14	10/07/14	1	11	427903	24/04/14	02/06/14	4
9	431808	25/06/14	01/07/14	1	11	427927	24/04/14	02/06/14	6
9	433368	20/07/14	04/08/14	2	11	427904	24/04/14	02/06/14	2
9	433351	20/07/14	31/07/14	1	11	427946	24/04/14	02/06/14	2
9	433354	20/07/14	31/07/14	1	11	427907	24/04/14	09/05/14	1
9	433325	21/07/14	11/09/14	1	11	427906	24/04/14	30/04/14	1
9	433579	23/07/14	01/08/14	1	11	428058	25/04/14	08/05/14	1
9	433697	24/07/14	19/08/14	2	11	428016	25/04/14	30/04/14	2
9	433655	24/07/14	13/08/14	1	11	428063	25/04/14	28/04/14	2
9	433652	24/07/14	06/08/14	1	11	430625	20/05/14	07/08/14	2
9	433730	25/07/14	12/09/14	10	11	432478	20/05/14	25/07/14	1
9	433775	25/07/14	13/08/14	2	11	431092	22/05/14	17/07/14	1
9	433635	25/07/14	11/08/14	2	11	429758	22/05/14	28/05/14	3
9	433787	25/07/14	30/07/14	1	11	429545	23/05/14	29/05/14	2
9	435452	20/08/14	27/08/14	3	11	432017	26/05/14	18/07/14	2
9	435426	20/08/14	27/08/14	1	11	432376	23/06/14	23/07/14	1
9	435390	20/08/14	22/08/14	6	11	431182	24/06/14	29/07/14	2
9	435549	22/08/14	29/08/14	1	11	432329	26/06/14	21/07/14	1
9	435583	22/08/14	28/08/14	1	11	433351	20/07/14	31/07/14	2
9	435662	25/08/14	28/08/14	2	11	433354	20/07/14	31/07/14	2
9	435653	25/08/14	27/08/14	1	11	433394	21/07/14	25/07/14	1
9	435796	26/08/14	05/09/14	1	11	433496	22/07/14	04/08/14	1
9	435795	26/08/14	05/09/14	1	11	433503	22/07/14	04/08/14	1
9	435749	26/08/14	04/09/14	2	11	433620	23/07/14	31/07/14	1
9	437582	24/09/14	17/10/14	10	11	435469	21/08/14	08/09/14	2
9	437580	24/09/14	07/10/14	4	12	421982	24/01/14	03/02/14	1
9	437619	24/09/14	01/10/14	1	12	423847	21/02/14	27/02/14	1
9	437573	24/09/14	26/09/14	1	12	424108	25/02/14	07/03/14	1
9	437626	25/09/14	29/09/14	6	12	425657	21/03/14	03/04/14	4
9	437709	26/09/14	07/10/14	2	12	425808	24/03/14	07/04/14	2
9	438990	20/10/14	30/10/14	2	12	425851	24/03/14	28/03/14	1
9	439011	20/10/14	22/10/14	1	12	425869	25/03/14	16/04/14	1
9	439102	21/10/14	22/10/14	1	12	428016	25/04/14	30/04/14	2
9	439237	23/10/14	12/11/14	3	12	428063	25/04/14	28/04/14	1
9	439378	24/10/14	30/10/14	4	12	429588	20/05/14	02/06/14	2
9	439241	24/10/14	30/10/14	3	12	429758	22/05/14	28/05/14	3
9	439407	24/10/14	30/10/14	2	12	429852	23/05/14	05/06/14	2
9	441013	20/11/14	25/11/14	1	12	429939	26/05/14	11/06/14	2
9	441225	22/11/14	25/11/14	1	12	431629	23/06/14	26/06/14	1
9	441251	24/11/14	04/12/14	1	12	431182	24/06/14	29/07/14	1
12	431865	26/06/14	01/07/14	1	15	428068	25/04/14	28/04/14	1
12	433503	22/07/14	04/08/14	2	15	429780	22/05/14	05/06/14	1
12	433620	23/07/14	31/07/14	1	15	431599	20/06/14	26/06/14	1
13	421658	20/01/14	29/01/14	3	15	431576	20/06/14	24/06/14	2
13	421762	21/01/14	27/01/14	1	15	431756	24/06/14	03/07/14	3
13	421859	22/01/14	12/03/14	5	15	431814	25/06/14	01/07/14	1
13	421868	22/01/14	30/01/14	2	15	431940	26/06/14	01/07/14	2
13	421812	22/01/14	29/01/14	4	15	433348	20/07/14	29/07/14	2
13	421897	23/01/14	29/01/14	2	15	433396	21/07/14	25/07/14	1
13	424172	26/02/14	14/03/14	8	15	433792	25/07/14	30/07/14	2
14	421652	20/01/14	27/01/14	3	15	435438	20/08/14	05/09/14	1
14	421655	20/01/14	27/01/14	3	15	435468	21/08/14	22/08/14	3
14	421501	20/01/14	27/01/14	1	15	435536	22/08/14	28/08/14	2
14	421730	21/01/14	27/01/14	1	15	437466	22/09/14	25/09/14	1
14	422006	25/01/14	03/02/14	7	15	437612	24/09/14	01/10/14	3
14	429607	20/05/14	28/05/14	3	15	437608	24/09/14	01/10/14	1
14	429705	22/05/14	29/05/14	2	15	437719	26/09/14	07/10/14	1
14	429872	26/05/14	18/07/14	1	15	438997	20/10/14	30/10/14	3
14	429958	26/05/14	12/06/14	2	15	438981	20/10/14	30/10/14	1
14	431607	20/06/14	10/07/14	3	15	439083	21/10/14	30/10/14	2
14	431603	20/06/14	24/06/14	1	15	439089	21/10/14	29/10/14	1
14	431656	23/06/14	22/07/14	3	15	439207	22/10/14	07/11/14	2
14	431801	25/06/14	14/07/14	3	15	439205	22/10/14	28/10/14	1

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
14	431811	25/06/14	14/07/14	2	15	439328	24/10/14	07/11/14	6
14	431828	25/06/14	30/06/14	2	15	439379	24/10/14	30/10/14	3
14	431938	26/06/14	01/07/14	1	16	439384	24/10/14	07/11/14	1
15	421667	20/01/14	28/01/14	1	17	421730	21/01/14	27/01/14	2
15	421652	20/01/14	27/01/14	1	17	421820	22/01/14	27/01/14	1
15	421655	20/01/14	27/01/14	1	17	421948	24/01/14	24/02/14	4
15	421501	20/01/14	27/01/14	1	17	422030	25/01/14	10/02/14	2
15	421860	22/01/14	29/01/14	2	17	422006	25/01/14	03/02/14	7
15	421832	22/01/14	29/01/14	1	17	423714	20/02/14	15/05/14	1
15	421791	22/01/14	27/01/14	1	17	423785	20/02/14	28/02/14	1
15	422425	23/01/14	14/02/14	1	17	423719	21/02/14	14/03/14	1
15	422030	25/01/14	10/02/14	1	17	423869	21/02/14	27/02/14	1
15	422006	25/01/14	03/02/14	7	17	423847	21/02/14	27/02/14	1
15	423753	20/02/14	28/02/14	5	17	423880	23/02/14	01/04/14	2
15	423746	20/02/14	28/02/14	2	17	424009	24/02/14	12/03/14	1
15	423747	20/02/14	28/02/14	2	17	423978	24/02/14	28/02/14	6
15	423748	20/02/14	28/02/14	2	17	424156	26/02/14	01/04/14	1
15	423749	20/02/14	28/02/14	2	17	425554	20/03/14	10/04/14	2
15	423750	20/02/14	28/02/14	2	17	425308	20/03/14	01/04/14	10
15	423762	20/02/14	28/02/14	2	17	425556	20/03/14	26/03/14	2
15	423856	21/02/14	01/04/14	2	17	425614	20/03/14	26/03/14	2
15	423859	21/02/14	01/04/14	1	17	425655	21/03/14	08/05/14	1
15	423834	21/02/14	24/03/14	1	17	425770	21/03/14	28/03/14	2
15	423844	21/02/14	24/03/14	1	17	425834	24/03/14	28/03/14	1
15	423863	21/02/14	13/03/14	2	17	425838	24/03/14	28/03/14	1
15	423978	24/02/14	28/02/14	3	17	425898	25/03/14	16/04/14	12
15	425620	20/03/14	07/04/14	2	17	425913	25/03/14	01/04/14	2
15	425688	21/03/14	01/04/14	1	17	426022	26/03/14	09/04/14	10
15	425770	21/03/14	28/03/14	1	17	426017	26/03/14	04/04/14	1
15	425903	25/03/14	16/04/14	3	17	425948	26/03/14	03/04/14	4
15	425914	25/03/14	01/04/14	1	17	427732	21/04/14	24/04/14	1
15	427723	21/04/14	20/05/14	4	17	427800	22/04/14	29/04/14	1
15	427727	21/04/14	28/04/14	2	17	427738	22/04/14	29/04/14	1
15	427973	24/04/14	29/04/14	4	17	427880	23/04/14	15/05/14	2
15	427967	24/04/14	29/04/14	2	17	427979	24/04/14	16/05/14	1
15	428031	25/04/14	08/05/14	1	17	428031	25/04/14	08/05/14	1
17	427998	25/04/14	29/04/14	2	18	423961	24/02/14	05/03/14	2
17	428007	25/04/14	29/04/14	1	18	424077	25/02/14	19/03/14	1
17	429608	20/05/14	28/05/14	3	18	424156	26/02/14	01/04/14	1
17	429574	20/05/14	28/05/14	2	18	424202	26/02/14	25/03/14	3
17	429554	20/05/14	28/05/14	1	18	425628	20/03/14	07/04/14	2
17	429530	20/05/14	20/05/14	1	18	425308	20/03/14	01/04/14	10
17	429793	23/05/14	04/06/14	1	18	425655	21/03/14	08/05/14	1
17	429813	23/05/14	02/06/14	1	18	425754	21/03/14	07/04/14	2
17	429803	23/05/14	29/05/14	1	18	425785	21/03/14	01/04/14	1
17	431611	20/06/14	27/06/14	15	18	425688	21/03/14	01/04/14	1
17	431599	20/06/14	26/06/14	1	18	425631	21/03/14	27/03/14	10
17	431651	23/06/14	07/07/14	1	18	425737	21/03/14	26/03/14	2
17	431647	23/06/14	24/06/14	1	18	425786	21/03/14	25/03/14	5
17	431928	26/06/14	07/07/14	2	18	425897	25/03/14	16/04/14	1
17	431832	26/06/14	07/07/14	1	18	425913	25/03/14	01/04/14	2
17	433412	21/07/14	11/08/14	4	18	426000	26/03/14	10/04/14	4
17	433533	22/07/14	01/08/14	2	18	426024	26/03/14	04/04/14	1
17	433565	23/07/14	31/07/14	10	18	425948	26/03/14	03/04/14	4
17	433554	23/07/14	29/07/14	2	18	427774	22/04/14	29/04/14	2
17	433614	24/07/14	11/08/14	1	18	427800	22/04/14	29/04/14	1
17	433687	24/07/14	04/08/14	2	18	427880	23/04/14	15/05/14	2
17	433712	25/07/14	11/08/14	1	18	427892	23/04/14	13/05/14	1
17	435437	20/08/14	01/09/14	1	18	427899	23/04/14	29/04/14	2
17	435367	20/08/14	26/08/14	2	18	427878	23/04/14	29/04/14	1
17	435541	22/08/14	29/08/14	1	18	427979	24/04/14	16/05/14	1
17	435536	22/08/14	28/08/14	1	18	429106	22/05/14	06/06/14	2
17	435794	26/08/14	18/09/14	4	18	429793	23/05/14	04/06/14	1
17	435770	26/08/14	05/09/14	4	18	429813	23/05/14	02/06/14	1
17	437450	22/09/14	26/09/14	1	18	429921	26/05/14	24/06/14	1
17	437480	23/09/14	08/10/14	1	18	431583	20/06/14	26/06/14	2
17	437524	23/09/14	03/10/14	1	18	431585	20/06/14	26/06/14	1

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
17	437533	23/09/14	03/10/14	1	18	431576	20/06/14	24/06/14	2
17	437514	23/09/14	26/09/14	1	18	431651	23/06/14	07/07/14	1
17	437548	23/09/14	26/09/14	1	18	431832	26/06/14	07/07/14	2
17	437612	24/09/14	01/10/14	2	18	431940	26/06/14	01/07/14	3
17	437635	25/09/14	29/09/14	2	18	433534	22/07/14	06/08/14	4
17	437627	25/09/14	26/09/14	3	18	433539	22/07/14	31/07/14	1
17	437722	26/09/14	07/10/14	1	18	433494	22/07/14	28/07/14	1
17	439022	20/10/14	07/11/14	1	18	433565	23/07/14	31/07/14	12
17	438872	20/10/14	30/10/14	1	18	433554	23/07/14	29/07/14	2
17	439012	20/10/14	27/10/14	12	18	433711	25/07/14	13/08/14	1
17	439133	21/10/14	30/10/14	2	18	435434	20/08/14	15/09/14	2
17	439073	21/10/14	27/10/14	20	18	435438	20/08/14	05/09/14	1
17	439200	22/10/14	10/11/14	2	18	435367	20/08/14	26/08/14	2
17	439213	22/10/14	28/10/14	3	18	435536	22/08/14	28/08/14	1
17	439255	23/10/14	29/10/14	1	18	435796	26/08/14	05/09/14	1
17	439315	23/10/14	28/10/14	6	18	437445	22/09/14	30/09/14	4
17	439328	24/10/14	07/11/14	3	18	437450	22/09/14	26/09/14	2
17	439379	24/10/14	30/10/14	2	18	437548	23/09/14	26/09/14	1
17	441570	25/11/14	03/12/14	20	18	437574	24/09/14	13/10/14	2
17	441572	25/11/14	03/12/14	13	18	437715	26/09/14	20/10/14	1
18	421872	23/01/14	30/01/14	1	18	437769	26/09/14	07/10/14	2
18	421965	24/01/14	10/02/14	2	18	439012	20/10/14	27/10/14	12
18	423753	20/02/14	28/02/14	4	18	439105	21/10/14	30/10/14	6
18	423752	20/02/14	25/02/14	2	18	439119	21/10/14	28/10/14	1
18	423854	21/02/14	01/04/14	3	18	439200	22/10/14	10/11/14	3
18	423856	21/02/14	01/04/14	2	18	439192	22/10/14	27/10/14	1
18	423863	21/02/14	13/03/14	2	18	439259	23/10/14	29/10/14	5
18	423869	21/02/14	27/02/14	1	18	439262	23/10/14	29/10/14	4
18	439275	23/10/14	29/10/14	4	19	423873	22/02/14	27/02/14	10
18	439255	23/10/14	29/10/14	1	19	423874	22/02/14	27/02/14	10
18	439315	23/10/14	28/10/14	6	19	423879	22/02/14	27/02/14	3
18	439326	24/10/14	05/11/14	12	19	423823	22/02/14	27/02/14	1
18	439356	24/10/14	03/11/14	4	19	423884	23/02/14	11/04/14	3
18	439424	24/10/14	28/10/14	6	19	423880	23/02/14	01/04/14	2
18	441129	20/11/14	01/12/14	4	19	423907	24/02/14	28/03/14	1
18	441180	21/11/14	03/12/14	8	19	423897	24/02/14	14/03/14	2
18	441224	21/11/14	27/11/14	3	19	424009	24/02/14	12/03/14	1
18	441193	21/11/14	25/11/14	1	19	423978	24/02/14	28/02/14	3
18	441231	22/11/14	03/12/14	1	19	423899	24/02/14	27/02/14	1
18	441257	24/11/14	04/12/14	2	19	424077	25/02/14	19/03/14	1
18	441287	24/11/14	27/11/14	1	19	424034	25/02/14	17/03/14	8
18	441409	26/11/14	04/12/14	1	19	423983	25/02/14	14/03/14	4
18	441434	26/11/14	03/12/14	1	19	424035	25/02/14	14/03/14	2
18	442401	23/12/14	29/12/14	8	19	424107	25/02/14	10/03/14	2
19	422293	21/01/14	19/03/14	2	19	424106	25/02/14	28/02/14	3
19	422292	21/01/14	14/02/14	20	19	424032	25/02/14	27/02/14	5
19	421844	22/01/14	12/02/14	2	19	424156	26/02/14	01/04/14	2
19	421839	22/01/14	11/02/14	1	19	424140	26/02/14	20/03/14	2
19	423649	23/01/14	27/02/14	1	19	424174	26/02/14	17/03/14	12
19	422802	23/01/14	18/02/14	1	19	424163	26/02/14	14/03/14	2
19	423431	24/01/14	14/03/14	10	19	424204	26/02/14	13/03/14	1
19	421966	24/01/14	10/02/14	3	19	425547	20/03/14	24/04/14	1
19	421993	24/01/14	10/02/14	3	19	425620	20/03/14	07/04/14	2
19	421955	24/01/14	10/02/14	2	19	425606	20/03/14	28/03/14	2
19	421965	24/01/14	10/02/14	2	19	425627	20/03/14	26/03/14	5
19	422029	25/01/14	10/02/14	10	19	425556	20/03/14	26/03/14	2
19	422030	25/01/14	10/02/14	3	19	425614	20/03/14	26/03/14	1
19	422038	26/01/14	27/02/14	1	19	425685	21/03/14	28/04/14	3
19	422036	26/01/14	10/02/14	2	19	425687	21/03/14	28/04/14	3
19	423786	20/02/14	20/03/14	10	19	425690	21/03/14	28/04/14	3
19	423789	20/02/14	19/03/14	2	19	425692	21/03/14	28/04/14	3
19	423788	20/02/14	06/03/14	1	19	425694	21/03/14	28/04/14	3
19	423753	20/02/14	28/02/14	5	19	425701	21/03/14	28/04/14	3
19	423758	20/02/14	28/02/14	4	19	425706	21/03/14	28/04/14	3
19	423746	20/02/14	28/02/14	3	19	425709	21/03/14	28/04/14	3
19	423747	20/02/14	28/02/14	3	19	425711	21/03/14	28/04/14	3
19	423748	20/02/14	28/02/14	3	19	425713	21/03/14	28/04/14	3

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
19	423749	20/02/14	28/02/14	3	19	425715	21/03/14	28/04/14	3
19	423750	20/02/14	28/02/14	3	19	425717	21/03/14	28/04/14	3
19	423762	20/02/14	28/02/14	3	19	425718	21/03/14	28/04/14	3
19	423827	21/02/14	10/04/14	2	19	425719	21/03/14	28/04/14	3
19	423856	21/02/14	01/04/14	2	19	425698	21/03/14	28/04/14	3
19	423854	21/02/14	01/04/14	1	19	425647	21/03/14	16/04/14	3
19	423853	21/02/14	28/03/14	2	19	425650	21/03/14	16/04/14	3
19	423849	21/02/14	28/03/14	1	19	425652	21/03/14	16/04/14	3
19	423844	21/02/14	24/03/14	2	19	425653	21/03/14	16/04/14	3
19	423834	21/02/14	24/03/14	1	19	425654	21/03/14	16/04/14	3
19	423719	21/02/14	14/03/14	1	19	425656	21/03/14	16/04/14	3
19	423863	21/02/14	13/03/14	3	19	425658	21/03/14	16/04/14	3
19	423821	21/02/14	12/03/14	2	19	425663	21/03/14	16/04/14	3
19	423809	21/02/14	28/02/14	4	19	425666	21/03/14	16/04/14	3
19	423817	21/02/14	28/02/14	3	19	425668	21/03/14	16/04/14	3
19	423826	21/02/14	27/02/14	3	19	425670	21/03/14	16/04/14	3
19	423822	21/02/14	27/02/14	1	19	425671	21/03/14	16/04/14	3
19	423876	22/02/14	26/03/14	5	19	425754	21/03/14	07/04/14	3
19	423878	22/02/14	12/03/14	10	19	425749	21/03/14	07/04/14	1
19	423877	22/02/14	12/03/14	5	19	425705	21/03/14	07/04/14	1
19	425644	21/03/14	03/04/14	3	19	427846	23/04/14	28/04/14	2
19	425662	21/03/14	03/04/14	3	19	427852	23/04/14	28/04/14	1
19	425665	21/03/14	03/04/14	3	19	427973	24/04/14	29/04/14	12
19	425667	21/03/14	03/04/14	3	19	427917	24/04/14	29/04/14	2
19	425672	21/03/14	03/04/14	3	19	428031	25/04/14	08/05/14	2
19	425674	21/03/14	03/04/14	3	19	428008	25/04/14	29/04/14	2
19	425676	21/03/14	03/04/14	3	19	427998	25/04/14	29/04/14	1
19	425680	21/03/14	03/04/14	3	19	428007	25/04/14	29/04/14	1
19	425683	21/03/14	03/04/14	3	19	428063	25/04/14	28/04/14	1
19	425686	21/03/14	03/04/14	3	19	428068	25/04/14	28/04/14	1
19	425689	21/03/14	03/04/14	3	19	428091	26/04/14	15/05/14	6
19	425691	21/03/14	03/04/14	3	19	428017	26/04/14	09/05/14	1
19	425702	21/03/14	03/04/14	3	19	428089	26/04/14	29/04/14	3
19	425707	21/03/14	03/04/14	3	19	429556	20/05/14	28/05/14	1
19	425712	21/03/14	03/04/14	3	19	429609	20/05/14	28/05/14	1
19	425716	21/03/14	03/04/14	3	19	429612	20/05/14	22/05/14	2
19	425720	21/03/14	03/04/14	3	19	429695	21/05/14	06/06/14	1
19	425688	21/03/14	01/04/14	1	19	429618	21/05/14	02/06/14	2
19	425770	21/03/14	28/03/14	2	19	429690	21/05/14	27/05/14	2
19	425631	21/03/14	27/03/14	10	19	429622	21/05/14	26/05/14	50
19	425786	21/03/14	25/03/14	5	19	429647	21/05/14	26/05/14	12
19	425799	23/03/14	07/04/14	6	19	429653	21/05/14	22/05/14	1
19	425810	24/03/14	25/04/14	1	19	428989	22/05/14	06/06/14	1
19	425856	24/03/14	28/03/14	1	19	429217	22/05/14	06/06/14	1
19	425843	24/03/14	28/03/14	1	19	429706	22/05/14	29/05/14	2
19	425858	24/03/14	26/03/14	2	19	429758	22/05/14	28/05/14	5
19	425857	24/03/14	26/03/14	2	19	429790	23/05/14	17/06/14	1
19	425903	25/03/14	16/04/14	3	19	429836	23/05/14	05/06/14	2
19	425891	25/03/14	16/04/14	2	19	429784	23/05/14	04/06/14	3
19	425897	25/03/14	16/04/14	1	19	429793	23/05/14	04/06/14	2
19	425907	25/03/14	16/04/14	1	19	429830	23/05/14	02/06/14	2
19	425900	25/03/14	08/04/14	1	19	429801	23/05/14	02/06/14	2
19	425913	25/03/14	01/04/14	2	19	429827	23/05/14	02/06/14	1
19	425914	25/03/14	01/04/14	1	19	429799	23/05/14	02/06/14	1
19	425871	25/03/14	31/03/14	1	19	429803	23/05/14	29/05/14	1
19	425873	25/03/14	26/03/14	5	19	429798	23/05/14	26/05/14	3
19	432389	26/03/14	23/07/14	16	19	429859	25/05/14	12/06/14	2
19	432388	26/03/14	21/07/14	15	19	429931	26/05/14	13/08/14	1
19	428387	26/03/14	24/06/14	5	19	429890	26/05/14	03/07/14	1
19	425951	26/03/14	24/06/14	5	19	429926	26/05/14	17/06/14	1
19	425960	26/03/14	29/04/14	19	19	429878	26/05/14	11/06/14	2
19	426022	26/03/14	09/04/14	10	19	429939	26/05/14	11/06/14	1
19	425920	26/03/14	07/04/14	2	19	429875	26/05/14	29/05/14	2
19	426017	26/03/14	04/04/14	1	19	429880	26/05/14	29/05/14	2
19	426024	26/03/14	04/04/14	1	19	431575	20/06/14	04/07/14	100
19	425948	26/03/14	03/04/14	4	19	431576	20/06/14	24/06/14	2
19	425915	26/03/14	01/04/14	50	19	431715	24/06/14	03/07/14	1

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
19	427773	22/04/14	13/05/14	1	19	431794	25/06/14	17/07/14	2
19	427787	22/04/14	08/05/14	3	19	431796	25/06/14	14/07/14	3
19	427807	22/04/14	07/05/14	1	19	431806	25/06/14	14/07/14	3
19	427739	22/04/14	29/04/14	6	19	431844	25/06/14	01/07/14	2
19	427811	22/04/14	29/04/14	1	19	431807	25/06/14	30/06/14	6
19	427752	22/04/14	29/04/14	1	19	431829	25/06/14	30/06/14	3
19	427736	22/04/14	29/04/14	1	19	431852	26/06/14	04/07/14	20
19	427784	22/04/14	28/04/14	3	19	431915	26/06/14	01/07/14	2
19	427892	23/04/14	13/05/14	1	19	433351	20/07/14	31/07/14	1
19	427867	23/04/14	08/05/14	2	19	433354	20/07/14	31/07/14	1
19	427816	23/04/14	05/05/14	2	19	433418	21/07/14	14/08/14	2
19	427862	23/04/14	29/04/14	4	19	433407	21/07/14	11/08/14	2
19	433383	21/07/14	30/07/14	3	19	441167	20/11/14	25/11/14	2
19	433401	21/07/14	25/07/14	2	19	441222	21/11/14	28/11/14	6
19	433513	22/07/14	16/09/14	160	19	441355	25/11/14	28/11/14	60
19	433522	22/07/14	11/08/14	120	19	441351	25/11/14	28/11/14	15
19	433517	22/07/14	11/08/14	40	19	441353	25/11/14	28/11/14	10
19	433539	22/07/14	31/07/14	1	20	421730	21/01/14	27/01/14	4
19	433542	22/07/14	31/07/14	1	20	421729	21/01/14	27/01/14	2
19	433563	23/07/14	01/09/14	2	20	421773	21/01/14	27/01/14	2
19	433552	23/07/14	08/08/14	2	20	421869	22/01/14	30/01/14	1
19	433554	23/07/14	29/07/14	1	20	421840	22/01/14	29/01/14	2
19	433543	23/07/14	28/07/14	3	20	421851	22/01/14	29/01/14	2
19	433696	24/07/14	13/08/14	2	20	421853	22/01/14	29/01/14	2
19	433687	24/07/14	04/08/14	1	20	421833	22/01/14	29/01/14	2
19	433708	25/07/14	13/08/14	1	20	421841	22/01/14	24/01/14	3
19	433712	25/07/14	11/08/14	1	20	421893	23/01/14	29/01/14	2
19	433792	25/07/14	30/07/14	2	20	421955	24/01/14	10/02/14	1
19	435383	20/08/14	01/09/14	30	20	422028	25/01/14	27/02/14	2
19	435481	21/08/14	11/09/14	2	20	422033	25/01/14	24/02/14	2
19	435469	21/08/14	08/09/14	2	20	423721	20/02/14	25/02/14	1
19	435541	22/08/14	29/08/14	1	20	423792	21/02/14	10/04/14	2
19	435536	22/08/14	28/08/14	1	20	423844	21/02/14	24/03/14	1
19	435594	22/08/14	27/08/14	1	20	423719	21/02/14	14/03/14	2
19	435632	25/08/14	01/10/14	1	20	423863	21/02/14	13/03/14	2
19	435664	25/08/14	23/09/14	10	20	423817	21/02/14	28/02/14	2
19	435666	25/08/14	09/09/14	2	20	423826	21/02/14	27/02/14	3
19	435752	26/08/14	06/11/14	4	20	423869	21/02/14	27/02/14	1
19	435748	26/08/14	01/10/14	4	20	423847	21/02/14	27/02/14	1
19	435790	26/08/14	18/09/14	2	20	424000	24/02/14	12/03/14	3
19	435795	26/08/14	05/09/14	1	20	423978	24/02/14	28/02/14	6
19	435796	26/08/14	05/09/14	1	20	424078	25/02/14	20/03/14	12
19	435705	26/08/14	04/09/14	1	20	424077	25/02/14	19/03/14	1
19	437484	23/09/14	07/10/14	1	20	424202	26/02/14	25/03/14	5
19	437524	23/09/14	03/10/14	1	20	425554	20/03/14	10/04/14	1
19	437558	23/09/14	02/10/14	1	20	425594	20/03/14	31/03/14	4
19	437552	23/09/14	02/10/14	1	20	425564	20/03/14	26/03/14	3
19	437616	24/09/14	01/10/14	1	20	425655	21/03/14	08/05/14	1
19	437585	24/09/14	26/09/14	1	20	425754	21/03/14	07/04/14	4
19	437599	24/09/14	26/09/14	1	20	425639	21/03/14	03/04/14	2
19	437688	25/09/14	02/10/14	1	20	425745	21/03/14	01/04/14	13
19	437634	25/09/14	01/10/14	2	20	425688	21/03/14	01/04/14	1
19	437627	25/09/14	26/09/14	1	20	425770	21/03/14	28/03/14	2
19	437649	25/09/14	25/09/14	1	20	425635	21/03/14	26/03/14	1
19	437715	26/09/14	20/10/14	1	20	425851	24/03/14	28/03/14	2
19	437709	26/09/14	07/10/14	6	20	425822	24/03/14	28/03/14	1
19	437706	26/09/14	07/10/14	1	20	425898	25/03/14	16/04/14	8
19	437767	26/09/14	02/10/14	6	20	426022	26/03/14	09/04/14	10
19	437728	26/09/14	02/10/14	2	20	425948	26/03/14	03/04/14	4
19	437764	26/09/14	02/10/14	1	20	427731	21/04/14	29/04/14	1
19	437751	26/09/14	02/10/14	1	20	427732	21/04/14	24/04/14	1
19	438987	20/10/14	30/10/14	2	20	427733	21/04/14	24/04/14	1
19	439126	21/10/14	28/10/14	6	20	427804	22/04/14	02/06/14	1
19	439154	22/10/14	27/11/14	1	20	427807	22/04/14	07/05/14	1
19	439274	23/10/14	10/12/14	160	20	427800	22/04/14	29/04/14	1
19	439288	23/10/14	10/12/14	40	20	427747	22/04/14	29/04/14	1
19	439299	23/10/14	10/12/14	40	20	427784	22/04/14	28/04/14	3

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
19	439281	23/10/14	11/11/14	160	20	427850	23/04/14	28/04/14	2
19	439352	24/10/14	03/11/14	4	20	427963	24/04/14	07/08/14	80
19	439364	24/10/14	30/10/14	3	20	427979	24/04/14	16/05/14	2
19	439375	24/10/14	29/10/14	1	20	428091	26/04/14	15/05/14	8
20	429554	20/05/14	28/05/14	1	22	428070	25/04/14	07/05/14	25
20	429597	20/05/14	23/05/14	1	22	428015	25/04/14	05/05/14	2
20	429217	22/05/14	06/06/14	1	22	427829	25/04/14	29/04/14	1
20	429921	26/05/14	24/06/14	1	22	427996	25/04/14	29/04/14	1
20	431576	20/06/14	24/06/14	2	22	428093	26/04/14	02/06/14	12
20	431651	23/06/14	07/07/14	1	22	428094	26/04/14	02/06/14	6
20	431806	25/06/14	14/07/14	5	22	429614	20/05/14	03/06/14	2
20	431796	25/06/14	14/07/14	3	22	429556	20/05/14	28/05/14	1
20	431829	25/06/14	30/06/14	5	22	429695	21/05/14	06/06/14	1
20	431832	26/06/14	07/07/14	2	22	429694	21/05/14	03/06/14	3
20	431852	26/06/14	04/07/14	20	22	429801	23/05/14	02/06/14	2
20	433358	20/07/14	31/07/14	1	22	429799	23/05/14	02/06/14	1
20	433412	21/07/14	11/08/14	3	22	429817	23/05/14	29/05/14	3
20	433539	22/07/14	31/07/14	1	22	429948	26/05/14	24/06/14	2
20	433542	22/07/14	31/07/14	1	22	429875	26/05/14	29/05/14	1
20	433537	22/07/14	28/07/14	2	22	431616	20/06/14	01/07/14	3
20	433628	23/07/14	20/08/14	1	22	431611	20/06/14	27/06/14	10
20	433584	23/07/14	01/08/14	3	22	431640	23/06/14	01/07/14	1
20	433588	23/07/14	01/08/14	3	22	431641	23/06/14	01/07/14	1
20	433592	23/07/14	01/08/14	3	22	431643	23/06/14	01/07/14	1
20	433684	24/07/14	30/07/14	2	22	431756	24/06/14	03/07/14	3
20	433784	25/07/14	04/08/14	2	22	431076	24/06/14	01/07/14	3
20	435370	20/08/14	26/08/14	6	22	431842	25/06/14	01/07/14	1
20	435507	21/08/14	27/08/14	1	22	431915	26/06/14	01/07/14	2
20	435794	26/08/14	18/09/14	2	22	433348	20/07/14	29/07/14	3
20	437461	22/09/14	26/09/14	10	22	433418	21/07/14	14/08/14	2
20	437399	22/09/14	25/09/14	4	22	433407	21/07/14	11/08/14	2
20	437616	24/09/14	01/10/14	1	22	433372	21/07/14	01/08/14	3
20	437593	24/09/14	25/09/14	10	22	433394	21/07/14	25/07/14	1
20	437684	25/09/14	06/10/14	4	22	433401	21/07/14	25/07/14	1
20	437649	25/09/14	25/09/14	1	22	433459	21/07/14	25/07/14	1
20	437719	26/09/14	07/10/14	1	22	433539	22/07/14	31/07/14	2
20	439061	20/10/14	17/11/14	2	22	433634	23/07/14	14/08/14	3
20	438987	20/10/14	30/10/14	2	22	433609	23/07/14	06/08/14	2
20	439080	21/10/14	30/10/14	3	22	433586	23/07/14	04/08/14	250
20	439111	21/10/14	29/10/14	2	22	433565	23/07/14	31/07/14	15
20	438905	22/10/14	29/10/14	1	22	433585	23/07/14	28/07/14	250
20	439259	23/10/14	29/10/14	6	22	433569	23/07/14	25/07/14	3
20	439262	23/10/14	29/10/14	4	22	433601	23/07/14	24/07/14	2
20	439275	23/10/14	29/10/14	4	22	433721	25/07/14	18/08/14	1
20	439255	23/10/14	29/10/14	1	22	433708	25/07/14	13/08/14	1
20	439360	24/10/14	28/10/14	1	22	433785	25/07/14	04/08/14	10
21	425623	20/03/14	01/04/14	10	22	435438	20/08/14	05/09/14	1
21	441165	20/11/14	02/12/14	6	22	435429	20/08/14	02/09/14	1
22	425779	21/03/14	08/04/14	4	22	435361	20/08/14	22/08/14	1
22	425749	21/03/14	07/04/14	6	22	435493	21/08/14	29/08/14	6
22	425754	21/03/14	07/04/14	6	22	435530	22/08/14	05/09/14	1
22	425705	21/03/14	07/04/14	2	22	435541	22/08/14	29/08/14	1
22	425770	21/03/14	28/03/14	1	22	435795	26/08/14	05/09/14	1
22	427811	22/04/14	29/04/14	1	22	435705	26/08/14	04/09/14	1
22	427897	23/04/14	05/05/14	2	22	435714	26/08/14	04/09/14	1
22	427895	23/04/14	05/05/14	1	22	435712	26/08/14	03/09/14	3
22	427899	23/04/14	29/04/14	6	22	435703	26/08/14	01/09/14	2
22	427898	23/04/14	29/04/14	2	22	437450	22/09/14	26/09/14	1
22	427894	23/04/14	29/04/14	1	22	437522	23/09/14	15/10/14	1
22	427820	23/04/14	25/04/14	25	22	437480	23/09/14	08/10/14	1
22	427975	24/04/14	05/05/14	30	22	437516	23/09/14	03/10/14	1
22	427973	24/04/14	29/04/14	10	22	437524	23/09/14	03/10/14	1
22	427976	24/04/14	29/04/14	3	22	437514	23/09/14	26/09/14	2
22	437720	26/09/14	13/10/14	1	24	435790	26/08/14	18/09/14	2
22	437709	26/09/14	07/10/14	6	24	435795	26/08/14	05/09/14	2
22	437722	26/09/14	07/10/14	1	24	435728	26/08/14	02/09/14	3
22	437729	26/09/14	07/10/14	1	24	437445	22/09/14	30/09/14	2

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
22	437719	26/09/14	07/10/14	1	24	437465	22/09/14	26/09/14	1
22	439061	20/10/14	17/11/14	2	24	437384	22/09/14	26/09/14	1
22	438997	20/10/14	30/10/14	2	24	437452	22/09/14	24/09/14	2
22	439008	20/10/14	27/10/14	3	24	437553	23/09/14	26/09/14	2
22	439009	20/10/14	27/10/14	2	24	437579	24/09/14	26/09/14	6
22	439112	21/10/14	03/11/14	8	24	437618	24/09/14	26/09/14	3
22	439126	21/10/14	28/10/14	6	24	437712	26/09/14	07/10/14	5
22	439212	22/10/14	07/11/14	1	24	437709	26/09/14	07/10/14	3
22	438905	22/10/14	29/10/14	1	24	437722	26/09/14	07/10/14	1
22	439312	23/10/14	10/11/14	2	24	437767	26/09/14	02/10/14	5
22	439310	23/10/14	10/11/14	2	24	437766	26/09/14	02/10/14	2
22	439388	24/10/14	07/11/14	1	24	439025	20/10/14	30/10/14	1
22	439375	24/10/14	29/10/14	1	24	439113	21/10/14	30/10/14	1
22	441132	20/11/14	27/11/14	1	24	439300	23/10/14	04/11/14	1
23	431902	26/06/14	14/07/14	30	24	439263	23/10/14	29/10/14	5
23	439306	23/10/14	29/10/14	160	24	439259	23/10/14	29/10/14	4
23	439304	23/10/14	28/10/14	40	24	439264	23/10/14	29/10/14	3
23	439308	23/10/14	28/10/14	10	24	439273	23/10/14	29/10/14	3
23	442345	22/12/14	26/01/15	60	24	439280	23/10/14	29/10/14	3
24	429787	23/05/14	04/06/14	2	24	439284	23/10/14	29/10/14	3
24	429791	23/05/14	04/06/14	1	24	439286	23/10/14	29/10/14	3
24	429857	25/05/14	11/06/14	1	24	439215	23/10/14	29/10/14	2
24	431616	20/06/14	01/07/14	3	24	441167	20/11/14	25/11/14	2
24	431618	20/06/14	01/07/14	2	24	441260	24/11/14	04/12/14	1
24	431624	23/06/14	25/07/14	1	24	441405	26/11/14	08/12/14	2
24	431649	23/06/14	01/07/14	2	25	429651	21/05/14	03/06/14	3
24	431609	24/06/14	10/07/14	1	25	429787	23/05/14	04/06/14	2
24	431238	24/06/14	09/07/14	1	25	429784	23/05/14	04/06/14	1
24	431076	24/06/14	01/07/14	2	25	429791	23/05/14	04/06/14	1
24	431841	25/06/14	01/07/14	1	25	432006	26/05/14	23/07/14	1
24	433345	20/07/14	04/08/14	1	25	432361	23/06/14	14/07/14	2
24	433351	20/07/14	31/07/14	1	25	432493	24/06/14	11/09/14	5
24	433354	20/07/14	31/07/14	1	25	432325	24/06/14	23/07/14	2
24	433356	20/07/14	31/07/14	1	25	431352	24/06/14	07/07/14	2
24	433348	20/07/14	29/07/14	1	25	431796	25/06/14	14/07/14	3
24	433370	20/07/14	23/07/14	1	25	431806	25/06/14	14/07/14	3
24	433325	21/07/14	11/09/14	1	25	432362	25/06/14	14/07/14	3
24	433538	22/07/14	25/09/14	2	25	431832	26/06/14	07/07/14	1
24	433454	22/07/14	11/08/14	1	25	433346	20/07/14	04/08/14	3
24	433539	22/07/14	31/07/14	1	25	433345	20/07/14	04/08/14	1
24	433603	23/07/14	07/08/14	1	25	433356	20/07/14	31/07/14	1
24	433614	24/07/14	11/08/14	1	25	433351	20/07/14	31/07/14	1
24	433772	25/07/14	07/08/14	1	25	433354	20/07/14	31/07/14	1
24	433782	25/07/14	07/08/14	1	25	433348	20/07/14	29/07/14	2
24	433792	25/07/14	30/07/14	2	25	433418	21/07/14	14/08/14	2
24	435453	20/08/14	27/08/14	1	25	433352	21/07/14	04/08/14	2
24	435509	21/08/14	12/09/14	1	25	433542	22/07/14	31/07/14	1
24	435467	21/08/14	04/09/14	2	25	433537	22/07/14	28/07/14	2
24	435514	21/08/14	01/09/14	1	25	433629	23/07/14	21/08/14	1
24	435578	22/08/14	04/09/14	1	25	433628	23/07/14	20/08/14	1
24	435554	22/08/14	29/08/14	2	25	433687	24/07/14	04/08/14	2
24	435541	22/08/14	29/08/14	1	25	433680	24/07/14	30/07/14	2
24	435597	23/08/14	03/09/14	2	25	435426	20/08/14	27/08/14	1
24	435664	25/08/14	23/09/14	10	25	435395	20/08/14	25/08/14	2
24	435646	25/08/14	28/08/14	2	25	435325	20/08/14	21/08/14	4
25	435467	21/08/14	04/09/14	1	28	431829	25/06/14	30/06/14	6
25	435524	22/08/14	29/08/14	4	28	433368	20/07/14	04/08/14	2
25	435554	22/08/14	29/08/14	2	28	433366	20/07/14	31/07/14	2
25	435707	26/08/14	03/09/14	2	28	433351	20/07/14	31/07/14	1
25	437413	22/09/14	26/09/14	1	28	433354	20/07/14	31/07/14	1
25	437555	23/09/14	07/10/14	3	28	433707	24/07/14	07/08/14	4
25	437516	23/09/14	03/10/14	1	28	433699	24/07/14	30/07/14	5
25	437598	24/09/14	07/10/14	1	28	433705	24/07/14	30/07/14	5
25	437642	25/09/14	20/10/14	3	28	433703	24/07/14	30/07/14	3
25	437641	25/09/14	20/10/14	2	28	433730	25/07/14	12/09/14	8
25	437700	26/09/14	07/10/14	60	28	433711	25/07/14	13/08/14	1
25	437712	26/09/14	07/10/14	10	28	433635	25/07/14	11/08/14	2

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
25	437754	26/09/14	02/10/14	1	28	433702	25/07/14	07/08/14	3
25	439024	20/10/14	30/10/14	1	28	433790	25/07/14	30/07/14	3
25	439049	20/10/14	28/10/14	1	28	433788	25/07/14	30/07/14	2
25	439073	21/10/14	27/10/14	5	28	435452	20/08/14	27/08/14	4
25	439062	21/10/14	24/10/14	1	28	435481	21/08/14	11/09/14	4
25	438905	22/10/14	29/10/14	1	28	435653	25/08/14	27/08/14	1
25	439310	23/10/14	10/11/14	2	28	435790	26/08/14	18/09/14	3
25	439335	24/10/14	07/11/14	2	28	435784	26/08/14	18/09/14	1
25	439351	24/10/14	29/10/14	1	28	435786	26/08/14	18/09/14	1
25	441154	20/11/14	08/12/14	1	28	435796	26/08/14	05/09/14	1
25	441124	20/11/14	24/11/14	10	28	435749	26/08/14	04/09/14	1
25	441222	21/11/14	28/11/14	6	28	437513	23/09/14	26/09/14	1
25	441199	21/11/14	25/11/14	1	28	437623	24/09/14	17/10/14	1
25	441260	24/11/14	04/12/14	1	28	437580	24/09/14	07/10/14	6
25	441444	26/11/14	03/12/14	1	28	437608	24/09/14	01/10/14	2
26	439141	22/10/14	22/10/14	40	28	437619	24/09/14	01/10/14	1
27	442391	22/12/14	23/12/14	1	28	437634	25/09/14	01/10/14	2
28	423897	24/02/14	14/03/14	2	28	437661	25/09/14	30/09/14	1
28	423978	24/02/14	28/02/14	3	28	439061	20/10/14	17/11/14	1
28	423899	24/02/14	27/02/14	1	28	439015	20/10/14	27/10/14	1
28	424055	25/02/14	12/03/14	1	28	439089	21/10/14	29/10/14	1
28	425856	24/03/14	28/03/14	1	28	439142	22/10/14	12/11/14	3
28	425803	24/03/14	26/03/14	1	28	439237	23/10/14	12/11/14	3
28	425869	25/03/14	16/04/14	1	28	439241	24/10/14	30/10/14	2
28	425900	25/03/14	08/04/14	1	28	439387	24/10/14	30/10/14	1
28	425885	25/03/14	26/03/14	5	28	439431	26/10/14	30/10/14	1
28	432388	26/03/14	21/07/14	15	28	441267	24/11/14	09/12/14	8
28	425951	26/03/14	24/06/14	5	29	421773	21/01/14	27/01/14	2
28	428387	26/03/14	24/06/14	1	29	421861	22/01/14	11/02/14	2
28	425960	26/03/14	29/04/14	19	29	421839	22/01/14	11/02/14	1
28	426022	26/03/14	09/04/14	20	29	421797	22/01/14	03/02/14	2
28	426010	26/03/14	09/04/14	1	29	421832	22/01/14	29/01/14	1
28	426017	26/03/14	04/04/14	1	29	421841	22/01/14	24/01/14	1
28	426024	26/03/14	04/04/14	1	29	421800	22/01/14	23/01/14	1
28	425948	26/03/14	03/04/14	2	29	421890	23/01/14	29/01/14	2
28	427867	23/04/14	08/05/14	2	29	421878	23/01/14	29/01/14	1
28	427846	23/04/14	28/04/14	2	29	421936	24/01/14	03/02/14	3
28	428008	25/04/14	29/04/14	2	29	421933	24/01/14	28/01/14	1
28	428063	25/04/14	28/04/14	2	29	422028	25/01/14	27/02/14	1
28	428095	26/04/14	09/05/14	2	29	422030	25/01/14	10/02/14	2
28	429545	23/05/14	29/05/14	1	29	423714	20/02/14	15/05/14	1
28	429792	23/05/14	28/05/14	2	29	423789	20/02/14	19/03/14	2
28	429931	26/05/14	13/08/14	1	29	423729	20/02/14	27/02/14	1
28	429939	26/05/14	11/06/14	1	29	423725	20/02/14	24/02/14	1
28	431806	25/06/14	14/07/14	6	29	423817	21/02/14	28/02/14	1
28	431796	25/06/14	14/07/14	2	29	423822	21/02/14	27/02/14	1
28	431840	25/06/14	01/07/14	1	29	423880	23/02/14	01/04/14	1
29	423897	24/02/14	14/03/14	1	29	433634	23/07/14	14/08/14	2
29	424009	24/02/14	12/03/14	1	29	433579	23/07/14	01/08/14	1
29	423978	24/02/14	28/02/14	6	29	433566	23/07/14	30/07/14	3
29	424106	25/02/14	28/02/14	1	29	433543	23/07/14	28/07/14	5
29	424156	26/02/14	01/04/14	1	29	433680	24/07/14	30/07/14	2
29	424164	26/02/14	05/03/14	25	29	433777	25/07/14	11/08/14	1
29	424169	26/02/14	05/03/14	15	29	435467	21/08/14	04/09/14	1
29	424168	26/02/14	05/03/14	10	29	435502	21/08/14	02/09/14	3
29	425554	20/03/14	10/04/14	2	29	435507	21/08/14	27/08/14	1
29	425617	20/03/14	26/03/14	2	29	435680	25/08/14	15/09/14	4
29	425614	20/03/14	26/03/14	2	29	435671	25/08/14	12/09/14	9
29	425604	20/03/14	25/03/14	30	29	435678	25/08/14	12/09/14	4
29	425633	21/03/14	01/04/14	1	29	435700	26/08/14	15/09/14	4
29	425770	21/03/14	28/03/14	2	29	437464	22/09/14	26/09/14	2
29	425631	21/03/14	27/03/14	10	29	437465	22/09/14	26/09/14	1
29	425858	24/03/14	26/03/14	2	29	437384	22/09/14	26/09/14	1
29	425898	25/03/14	16/04/14	10	29	437466	22/09/14	25/09/14	1
29	425900	25/03/14	08/04/14	2	29	437524	23/09/14	03/10/14	1
29	425913	25/03/14	01/04/14	2	29	437543	23/09/14	03/10/14	1
29	432389	26/03/14	23/07/14	21	29	437513	23/09/14	26/09/14	1

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
29	432388	26/03/14	21/07/14	10	29	437623	24/09/14	17/10/14	2
29	428387	26/03/14	24/06/14	10	29	437619	24/09/14	01/10/14	1
29	425951	26/03/14	24/06/14	10	29	437642	25/09/14	20/10/14	3
29	425960	26/03/14	29/04/14	19	29	437680	26/09/14	15/10/14	2
29	425920	26/03/14	07/04/14	1	29	437700	26/09/14	07/10/14	50
29	427736	22/04/14	29/04/14	1	29	439061	20/10/14	17/11/14	2
29	427738	22/04/14	29/04/14	1	29	439014	20/10/14	30/10/14	30
29	427737	22/04/14	24/04/14	1	29	438997	20/10/14	30/10/14	3
29	427909	24/04/14	29/04/14	2	29	439000	20/10/14	27/10/14	3
29	428031	25/04/14	08/05/14	1	29	439015	20/10/14	27/10/14	1
29	428089	26/04/14	29/04/14	3	29	439056	20/10/14	22/10/14	2
29	429530	20/05/14	20/05/14	1	29	439112	21/10/14	03/11/14	4
29	429836	23/05/14	05/06/14	2	29	439113	21/10/14	30/10/14	2
29	429784	23/05/14	04/06/14	2	29	439274	23/10/14	10/12/14	80
29	429802	23/05/14	02/06/14	2	29	439288	23/10/14	10/12/14	20
29	429805	23/05/14	02/06/14	2	29	439299	23/10/14	10/12/14	20
29	429803	23/05/14	29/05/14	1	29	439281	23/10/14	11/11/14	80
29	429792	23/05/14	28/05/14	6	29	439215	23/10/14	29/10/14	1
29	429891	26/05/14	26/06/14	2	29	439245	24/10/14	30/10/14	2
29	429920	26/05/14	04/06/14	1	29	441124	20/11/14	24/11/14	10
29	429925	26/05/14	04/06/14	1	29	441225	22/11/14	25/11/14	2
29	429862	26/05/14	26/05/14	1	29	441227	22/11/14	25/11/14	1
29	431575	20/06/14	04/07/14	30	29	441228	22/11/14	25/11/14	1
29	431611	20/06/14	27/06/14	15	29	441255	24/11/14	10/12/14	1
29	431624	23/06/14	25/07/14	1	29	441294	24/11/14	04/12/14	2
29	431751	24/06/14	17/07/14	1	29	442402	23/12/14	29/12/14	6
29	431675	24/06/14	08/07/14	3	30	439141	22/10/14	22/10/14	80
29	431765	25/06/14	14/07/14	10	31	424528	25/01/14	22/05/14	1
29	431772	25/06/14	14/07/14	10	31	429191	24/02/14	22/05/14	1
29	431806	25/06/14	14/07/14	3	31	428115	25/02/14	20/05/14	1
29	431829	25/06/14	30/06/14	3	31	428166	21/04/14	20/05/14	1
29	433351	20/07/14	31/07/14	1	31	427744	22/04/14	09/05/14	1
29	433354	20/07/14	31/07/14	1	31	427972	24/04/14	26/05/14	1
29	433356	20/07/14	31/07/14	1	31	429622	21/05/14	26/05/14	35
29	433418	21/07/14	14/08/14	2	31	429638	21/05/14	26/05/14	10
29	433513	22/07/14	16/09/14	40	31	429647	21/05/14	26/05/14	5
29	433522	22/07/14	11/08/14	30	31	429679	21/05/14	23/05/14	1
29	433517	22/07/14	11/08/14	10	31	429106	22/05/14	06/06/14	2
29	433500	22/07/14	28/07/14	1	31	429777	22/05/14	26/05/14	1
31	429752	22/05/14	26/05/14	1	33	437746	26/09/14	13/10/14	1
31	429849	23/05/14	06/06/14	2	33	437724	26/09/14	26/09/14	2
31	429784	23/05/14	04/06/14	2	33	438980	20/10/14	22/10/14	1
31	429830	23/05/14	02/06/14	2	33	439351	24/10/14	29/10/14	1
31	429827	23/05/14	02/06/14	1	33	441158	20/11/14	15/01/15	1
31	429926	26/05/14	17/06/14	1	33	442402	23/12/14	29/12/14	2
31	429874	26/05/14	02/06/14	1	35	427885	23/04/14	15/05/14	4
31	433346	20/07/14	04/08/14	2	35	429622	21/05/14	26/05/14	60
31	433416	21/07/14	25/07/14	1	35	429717	22/05/14	03/07/14	1
31	433417	21/07/14	25/07/14	1	35	429771	22/05/14	02/06/14	1
31	433629	23/07/14	21/08/14	1	35	429926	26/05/14	17/06/14	1
31	433543	23/07/14	28/07/14	5	35	429870	26/05/14	17/06/14	1
31	433706	24/07/14	30/07/14	3	35	431762	25/06/14	03/07/14	1
31	433724	25/07/14	21/08/14	1	35	433519	22/07/14	01/08/14	2
31	435395	20/08/14	25/08/14	2	35	435426	20/08/14	27/08/14	1
31	435467	21/08/14	04/09/14	1	35	435325	20/08/14	21/08/14	2
31	435497	21/08/14	22/08/14	1	35	439030	20/10/14	27/10/14	1
31	435460	21/08/14	21/08/14	2	35	441392	25/11/14	15/01/15	1
31	435588	22/08/14	29/08/14	1	35	441355	25/11/14	28/11/14	60
31	435539	22/08/14	27/08/14	1	35	441351	25/11/14	28/11/14	15
31	435624	25/08/14	12/09/14	1	35	441353	25/11/14	28/11/14	10
31	435666	25/08/14	09/09/14	1	36	421617	20/01/14	28/01/14	1
31	435663	25/08/14	03/09/14	1	36	421619	20/01/14	28/01/14	1
31	437428	22/09/14	25/09/14	1	36	421694	21/01/14	13/02/14	2
31	437386	22/09/14	24/09/14	1	36	421732	21/01/14	05/02/14	2
31	437484	23/09/14	07/10/14	1	36	421679	21/01/14	30/01/14	2
31	437574	24/09/14	13/10/14	2	36	421841	22/01/14	24/01/14	2
31	437627	25/09/14	26/09/14	1	36	421971	24/01/14	12/02/14	4

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
31	439023	20/10/14	07/11/14	1	36	422028	25/01/14	27/02/14	1
31	439088	21/10/14	29/10/14	1	36	423788	20/02/14	06/03/14	1
31	439154	22/10/14	27/11/14	1	36	423753	20/02/14	28/02/14	4
31	441355	25/11/14	28/11/14	30	36	423758	20/02/14	28/02/14	4
31	441351	25/11/14	28/11/14	10	36	423847	21/02/14	27/02/14	1
31	441353	25/11/14	28/11/14	5	36	423910	24/02/14	11/03/14	1
31	442386	22/12/14	12/01/15	3	36	424073	25/02/14	07/03/14	1
31	442368	22/12/14	22/12/14	1	36	424200	26/02/14	24/03/14	2
31	442383	23/12/14	30/03/15	1	36	424133	26/02/14	11/03/14	1
32	438988	20/10/14	07/11/14	1	36	425614	20/03/14	26/03/14	1
32	442400	23/12/14	15/01/15	1	36	425711	21/03/14	28/04/14	2
33	425295	25/02/14	18/03/14	1	36	425713	21/03/14	28/04/14	2
33	424124	26/02/14	17/03/14	1	36	425717	21/03/14	28/04/14	2
33	430111	23/04/14	03/06/14	3	36	425718	21/03/14	28/04/14	2
33	429588	20/05/14	02/06/14	1	36	425719	21/03/14	28/04/14	2
33	429617	21/05/14	02/06/14	1	36	425652	21/03/14	16/04/14	2
33	429771	22/05/14	02/06/14	1	36	425654	21/03/14	16/04/14	2
33	429926	26/05/14	17/06/14	1	36	425658	21/03/14	16/04/14	2
33	433385	21/07/14	31/07/14	1	36	425671	21/03/14	16/04/14	2
33	433447	21/07/14	25/07/14	1	36	425562	21/03/14	08/04/14	1
33	433568	23/07/14	31/07/14	1	36	425667	21/03/14	03/04/14	2
33	433601	23/07/14	24/07/14	1	36	425674	21/03/14	03/04/14	2
33	433681	24/07/14	25/07/14	2	36	425680	21/03/14	03/04/14	2
33	433721	25/07/14	18/08/14	1	36	425686	21/03/14	03/04/14	2
33	433733	25/07/14	31/07/14	1	36	425689	21/03/14	03/04/14	2
33	435674	25/08/14	15/09/14	2	36	425691	21/03/14	03/04/14	2
33	435671	25/08/14	12/09/14	4	36	425702	21/03/14	03/04/14	2
33	435678	25/08/14	12/09/14	4	36	425712	21/03/14	03/04/14	2
33	435705	26/08/14	04/09/14	1	36	425720	21/03/14	03/04/14	2
33	437410	22/09/14	25/09/14	1	36	425770	21/03/14	28/03/14	1
33	437411	22/09/14	25/09/14	1	36	425791	22/03/14	08/04/14	1
36	425798	23/03/14	03/04/14	2	37	433346	20/07/14	04/08/14	2
36	425847	24/03/14	01/04/14	1	37	433349	20/07/14	22/07/14	1
36	425867	24/03/14	26/03/14	1	37	433418	21/07/14	14/08/14	1
36	425862	24/03/14	25/03/14	1	37	433447	21/07/14	25/07/14	1
36	425903	25/03/14	16/04/14	2	37	433495	22/07/14	30/07/14	1
36	427138	26/03/14	16/04/14	10	37	433629	23/07/14	21/08/14	2
36	426022	26/03/14	09/04/14	10	37	433628	23/07/14	20/08/14	2
36	426013	26/03/14	09/04/14	10	37	433603	23/07/14	07/08/14	1
36	427727	21/04/14	28/04/14	2	37	433565	23/07/14	31/07/14	8
36	427736	22/04/14	29/04/14	1	37	433632	23/07/14	25/07/14	20
36	427752	22/04/14	29/04/14	1	37	433559	23/07/14	23/07/14	1
36	427743	22/04/14	25/04/14	1	37	433706	24/07/14	30/07/14	3
36	427737	22/04/14	24/04/14	1	37	433772	25/07/14	07/08/14	2
36	427914	24/04/14	05/05/14	1	37	435453	20/08/14	27/08/14	1
36	429752	22/05/14	26/05/14	1	37	435401	20/08/14	25/08/14	2
36	429857	25/05/14	11/06/14	1	37	435467	21/08/14	04/09/14	3
36	429856	25/05/14	05/06/14	6	37	435524	22/08/14	29/08/14	2
36	429956	26/05/14	26/06/14	1	37	435541	22/08/14	29/08/14	1
36	429926	26/05/14	17/06/14	1	37	435623	25/08/14	29/08/14	4
36	429874	26/05/14	02/06/14	1	37	435669	25/08/14	29/08/14	2
36	431611	20/06/14	27/06/14	5	37	435796	26/08/14	05/09/14	1
36	431621	23/06/14	30/06/14	2	37	435705	26/08/14	04/09/14	1
36	431755	24/06/14	03/07/14	5	37	437380	20/09/14	09/10/14	2
36	433346	20/07/14	04/08/14	1	37	437383	21/09/14	25/09/14	2
36	433418	21/07/14	14/08/14	1	37	437461	22/09/14	26/09/14	10
36	435357	20/08/14	12/09/14	1	37	437399	22/09/14	25/09/14	8
36	435453	20/08/14	27/08/14	1	37	437553	23/09/14	26/09/14	1
36	435623	25/08/14	29/08/14	3	37	437625	24/09/14	17/10/14	20
36	435696	26/08/14	12/09/14	1	37	437623	24/09/14	17/10/14	1
36	435796	26/08/14	05/09/14	1	37	437642	25/09/14	20/10/14	2
36	435726	26/08/14	05/09/14	1	37	437712	26/09/14	07/10/14	10
36	437380	20/09/14	09/10/14	1	37	437706	26/09/14	07/10/14	3
36	437383	21/09/14	25/09/14	2	37	437709	26/09/14	07/10/14	3
36	437399	22/09/14	25/09/14	4	37	439050	20/10/14	05/11/14	4
36	437560	23/09/14	03/10/14	25	37	438994	20/10/14	24/10/14	10
36	437642	25/09/14	20/10/14	1	37	439047	20/10/14	24/10/14	1

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
36	437743	26/09/14	08/12/14	1	37	439112	21/10/14	03/11/14	6
36	439062	21/10/14	24/10/14	1	37	439062	21/10/14	24/10/14	2
36	439371	24/10/14	29/10/14	1	37	439154	22/10/14	27/11/14	1
37	424510	20/02/14	20/03/14	1	37	439142	22/10/14	12/11/14	1
37	423863	21/02/14	13/03/14	2	37	439136	22/10/14	24/10/14	1
37	423798	21/02/14	12/03/14	2	37	439371	24/10/14	29/10/14	1
37	424517	22/02/14	18/03/14	6	37	439431	26/10/14	30/10/14	1
37	424513	24/02/14	20/03/14	6	37	441167	20/11/14	25/11/14	2
37	424009	24/02/14	12/03/14	2	37	441168	20/11/14	25/11/14	1
37	424683	25/02/14	18/03/14	2	37	441222	21/11/14	28/11/14	12
37	424514	25/02/14	13/03/14	2	37	441210	21/11/14	26/11/14	1
37	424200	26/02/14	24/03/14	2	37	441225	22/11/14	25/11/14	2
37	424124	26/02/14	17/03/14	1	37	441227	22/11/14	25/11/14	1
37	424204	26/02/14	13/03/14	1	37	441228	22/11/14	25/11/14	1
37	425885	25/03/14	26/03/14	5	37	441255	24/11/14	10/12/14	2
37	432328	20/06/14	17/07/14	1	37	441290	24/11/14	28/11/14	4
37	432493	24/06/14	11/09/14	5	37	441307	25/11/14	03/12/14	6
37	431837	25/06/14	14/07/14	12	38	421693	21/01/14	04/02/14	2
37	431796	25/06/14	14/07/14	3	38	421730	21/01/14	27/01/14	1
37	431806	25/06/14	14/07/14	3	38	421869	22/01/14	30/01/14	1
37	431829	25/06/14	30/06/14	3	38	421860	22/01/14	29/01/14	1
37	431917	26/06/14	17/07/14	1	38	421819	22/01/14	24/01/14	1
37	431937	26/06/14	01/07/14	2	38	421948	24/01/14	24/02/14	2
38	422041	26/01/14	14/02/14	2	39	424201	26/02/14	12/03/14	3
38	423758	20/02/14	28/02/14	2	39	424197	26/02/14	12/03/14	1
38	423823	22/02/14	27/02/14	1	39	425628	20/03/14	07/04/14	3
38	424140	26/02/14	20/03/14	1	39	425614	20/03/14	26/03/14	1
38	424166	26/02/14	14/03/14	2	39	425639	21/03/14	03/04/14	2
38	425547	20/03/14	24/04/14	1	39	425835	24/03/14	28/03/14	1
38	425561	20/03/14	08/04/14	3	39	425898	25/03/14	16/04/14	4
38	425649	21/03/14	03/04/14	1	39	425903	25/03/14	16/04/14	3
38	425801	23/03/14	03/04/14	5	39	425907	25/03/14	16/04/14	1
38	425821	24/03/14	28/03/14	1	39	425948	26/03/14	03/04/14	4
38	427728	21/04/14	24/04/14	1	39	427776	22/04/14	28/04/14	1
38	427787	22/04/14	08/05/14	1	39	427880	23/04/14	15/05/14	2
38	427755	22/04/14	24/04/14	1	39	427840	23/04/14	24/04/14	1
38	427842	23/04/14	29/04/14	1	39	428016	25/04/14	30/04/14	2
38	427899	23/04/14	29/04/14	1	39	428063	25/04/14	28/04/14	1
38	427919	24/04/14	24/04/14	1	39	428068	25/04/14	28/04/14	1
38	429678	21/05/14	28/05/14	3	39	429614	20/05/14	03/06/14	2
38	429616	21/05/14	27/05/14	5	39	429574	20/05/14	28/05/14	2
38	429831	23/05/14	13/06/14	1	39	429530	20/05/14	20/05/14	1
38	429905	26/05/14	27/05/14	1	39	429681	21/05/14	02/06/14	2
38	431865	26/06/14	01/07/14	1	39	428989	22/05/14	06/06/14	1
38	433350	20/07/14	24/07/14	1	39	429852	23/05/14	05/06/14	1
38	433449	21/07/14	25/07/14	1	39	429827	23/05/14	02/06/14	1
38	433401	21/07/14	25/07/14	1	39	429959	26/05/14	02/06/14	1
38	433454	22/07/14	11/08/14	1	39	429906	26/05/14	28/05/14	1
38	433548	23/07/14	04/08/14	1	39	431600	20/06/14	07/07/14	1
38	433768	25/07/14	21/08/14	1	39	431651	23/06/14	07/07/14	1
38	435379	20/08/14	01/09/14	2	39	431756	24/06/14	03/07/14	3
38	435558	22/08/14	04/09/14	1	39	431806	25/06/14	14/07/14	3
38	437566	24/09/14	29/09/14	1	39	431829	25/06/14	30/06/14	3
38	439057	20/10/14	30/10/14	3	39	433475	21/07/14	31/07/14	3
38	439015	20/10/14	27/10/14	1	39	433382	21/07/14	30/07/14	6
38	439067	21/10/14	29/10/14	1	39	433396	21/07/14	25/07/14	3
38	438925	21/10/14	29/10/14	1	39	433401	21/07/14	25/07/14	1
38	438930	21/10/14	29/10/14	1	39	433634	23/07/14	14/08/14	3
38	439136	22/10/14	24/10/14	1	39	433769	25/07/14	04/08/14	6
38	439311	23/10/14	10/11/14	2	39	433781	25/07/14	04/08/14	3
38	439313	23/10/14	04/11/14	12	39	433774	25/07/14	04/08/14	2
38	439351	24/10/14	29/10/14	1	39	433779	25/07/14	04/08/14	2
38	439375	24/10/14	29/10/14	1	39	433771	25/07/14	04/08/14	1
38	441193	21/11/14	25/11/14	1	39	433776	25/07/14	04/08/14	1
38	441256	24/11/14	10/12/14	2	39	433783	25/07/14	04/08/14	1
38	441307	25/11/14	03/12/14	1	39	435433	20/08/14	01/09/14	1
38	441355	25/11/14	28/11/14	22	39	435437	20/08/14	01/09/14	1

Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant	Índice Produto	Núm pedido	Emissão pedido	Faturamento	Quant
38	441351	25/11/14	28/11/14	5	39	435426	20/08/14	27/08/14	1
38	441302	25/11/14	27/11/14	1	39	435374	20/08/14	26/08/14	4
38	441428	26/11/14	10/12/14	8	39	435468	21/08/14	22/08/14	8
39	421649	20/01/14	29/01/14	2	39	435796	26/08/14	05/09/14	1
39	421767	21/01/14	28/01/14	1	39	435703	26/08/14	01/09/14	1
39	421730	21/01/14	27/01/14	2	39	437472	22/09/14	07/10/14	1
39	421993	24/01/14	10/02/14	3	39	437466	22/09/14	25/09/14	1
39	423781	20/02/14	20/03/14	4	39	437555	23/09/14	07/10/14	3
39	423863	21/02/14	13/03/14	1	39	437520	23/09/14	03/10/14	2
39	423817	21/02/14	28/02/14	2	39	437524	23/09/14	03/10/14	1
39	423823	22/02/14	27/02/14	1	39	437608	24/09/14	01/10/14	1
39	424000	24/02/14	12/03/14	2	39	437634	25/09/14	01/10/14	1
39	423909	24/02/14	27/02/14	4	39	437649	25/09/14	25/09/14	1
39	424049	25/02/14	12/03/14	1	39	437719	26/09/14	07/10/14	1
39	424177	26/02/14	28/03/14	120	39	438997	20/10/14	30/10/14	3
39	439009	20/10/14	27/10/14	1	41	427748	22/04/14	24/04/14	1
39	439083	21/10/14	30/10/14	1	41	427866	23/04/14	29/04/14	1
39	439154	22/10/14	27/11/14	1	41	427995	25/04/14	30/04/14	1
39	439255	23/10/14	29/10/14	1	41	429600	20/05/14	11/06/14	1
39	439328	24/10/14	07/11/14	4	41	429709	22/05/14	03/06/14	1
39	439420	24/10/14	29/10/14	2	41	429792	23/05/14	28/05/14	2
39	439351	24/10/14	29/10/14	1	41	429800	23/05/14	27/05/14	2
39	439391	24/10/14	29/10/14	1	41	429870	26/05/14	17/06/14	1
39	439412	24/10/14	29/10/14	1	41	431598	20/06/14	27/06/14	10
39	441170	20/11/14	25/11/14	1	41	431595	20/06/14	24/06/14	1
39	441224	21/11/14	27/11/14	1	41	431675	24/06/14	08/07/14	4
39	441256	24/11/14	10/12/14	2	41	431773	25/06/14	10/07/14	1
39	441428	26/11/14	10/12/14	15	41	431808	25/06/14	01/07/14	1
40	431939	26/06/14	30/06/14	15	41	433368	20/07/14	04/08/14	2
40	433345	20/07/14	04/08/14	3	41	433325	21/07/14	11/09/14	1
40	433348	20/07/14	29/07/14	1	41	433591	23/07/14	04/08/14	1
40	433414	22/07/14	13/08/14	1	41	433579	23/07/14	01/08/14	1
40	433527	22/07/14	04/08/14	2	41	433697	24/07/14	19/08/14	2
40	435445	20/08/14	26/08/14	2	41	433655	24/07/14	13/08/14	1
40	435467	21/08/14	04/09/14	2	41	433775	25/07/14	13/08/14	2
40	435751	26/08/14	04/09/14	4	41	433635	25/07/14	11/08/14	2
40	439061	20/10/14	17/11/14	2	41	433787	25/07/14	30/07/14	1
40	438996	20/10/14	24/10/14	100	41	435452	20/08/14	27/08/14	3
40	439011	20/10/14	22/10/14	1	41	435390	20/08/14	22/08/14	6

Produto, Período	S5	S7	S9	S12	S24	S29	S32	S36	S38	S39	S42	S50
140,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 15 - Parâmetros de custos reais utilizados.

Item	Custo de ajuste (sc_{it})	Custo de Fabricação (vc_{it})	Custo de Armazenagem (hc_{it})
1	75	4,74	1,20
2	74	4,86	0,91
3	25	2,75	0,81
4	45	4,61	1,09
5	45	3,93	0,66
6	45	3,93	0,70
7	29	3,03	0,78
8	29	3,03	0,86
9	19	1,47	0,68
10	19	1,47	0,53
11	25	1,80	1,02
12	29	1,82	2,29
13	91	7,68	0,66
14	70	5,78	0,97
15	71	4,99	1,09
16	71	4,99	1,39
17	59	4,19	0,87
18	57	3,61	0,66
19	71	5,58	0,93
20	60	3,72	0,70
21	60	3,72	0,52
22	59	4,47	0,93
23	59	4,19	0,50
24	58	5,67	1,26
25	42	3,99	0,64
26	75	5,99	0,83
27	91	5,14	1,19
28	20	1,40	0,36
29	25	2,40	0,45
30	25	2,93	0,42
31	76	6,43	1,24
32	76	6,43	1,18
33	60	5,53	1,25
34	60	5,53	0,56
35	50	3,97	1,20
36	56	4,90	0,99
37	56	4,90	1,04
38	99	9,48	2,29
39	101	7,92	1,31
40	107	9,36	2,47
41	29	2,11	1,03
42	94	6,99	2,88
43	62	4,38	2,35
44	56	5,98	1,18
45	79	6,97	1,65
46	81	6,97	1,68
47	61	4,93	1,21
48	62	4,69	1,33
49	83	6,39	1,38
50	64	4,48	1,23
51	81	5,84	1,01
52	74	5,74	0,95
53	64	6,15	1,47
54	81	6,64	2,31
55	96	7,65	2,08
56	129	11,18	1,77

Item	Custo de ajuste (sc_{it})	Custo de Fabricação (vc_{it})	Custo de Armazenagem (hc_{it})
57	129	11,18	1,00
58	198	18,13	2,80
59	129	8,71	2,22
60	180	17,42	1,71
61	173	16,32	1,46
62	140	10,35	1,83
63	125	5,84	1,99
64	153	13,41	1,80
65	130	11,28	0,65
66	124	11,52	0,88
67	104	9,29	2,11
68	118	10,78	1,85
69	105	6,68	0,91
70	105	6,68	0,42
71	133	11,44	0,72
72	136	12,26	1,60
73	136	12,45	1,19
74	127	11,07	2,16
75	131	10,91	2,33
76	119	10,34	1,88
77	119	10,34	1,46
78	149	11,99	1,71
79	107	9,59	1,57
80	105	9,90	2,64
81	108	9,62	2,86
82	87	7,91	2,14
83	93	7,48	1,10
84	130	5,99	0,85
85	117	5,49	0,70
86	118	5,26	2,27
87	147	5,43	0,66
88	106	5,72	1,22
89	103	5,77	1,73
90	107	6,40	0,95
91	85	7,47	1,24
92	92	8,56	0,64
93	128	10,95	1,46
94	116	11,37	1,45
95	116	13,32	0,72
96	146	14,35	1,11
97	104	14,19	3,18
98	102	11,73	1,49
99	105	12,67	1,31
100	84	11,44	0,86
101	90	10,48	1,16
102	127	10,27	1,31
103	114	11,25	0,83
104	115	9,91	0,79
105	144	8,99	0,52
106	103	8,98	0,95
107	100	9,57	2,58
108	104	9,90	1,06
109	82	10,78	2,30
110	89	11,63	2,12
111	125	11,41	0,78
112	113	11,02	2,32
113	113	10,93	2,23
114	143	10,64	0,76
115	101	10,43	0,36
116	99	10,29	1,23
117	102	9,80	2,80
118	81	8,90	0,93
119	87	8,18	2,46
120	124	7,30	0,96
121	111	6,43	0,96
122	112	5,93	1,91
123	141	5,58	1,91
124	100	5,53	1,60
125	97	5,72	1,60

Item	Custo de ajuste (sc_{it})	Custo de Fabricação (vc_{it})	Custo de Armazenagem (hc_{it})
126	101	6,16	2,28
127	79	6,78	2,24
128	86	7,83	2,95
129	122	8,95	3,08
130	110	10,33	0,81
131	110	11,71	1,28
132	140	12,84	0,57
133	98	12,99	1,39
134	96	13,25	0,12
135	99	12,87	2,34
136	78	12,10	1,82
137	84	11,32	1,82
138	121	11,22	1,06
139	108	10,67	0,86
140	109	10,18	0,57

Tabela 16 - Estoque de segurança utilizado nos testes.

Item	Estoque de Segurança	Item	Estoque de Segurança	Item	Estoque de Segurança
1	57	51	140	101	220
2	250	52	400	102	300
3	260	53	44	103	16
4	240	54	160	104	97
5	320	55	92	105	8
6	26	56	160	106	378
7	400	57	38	107	87
8	10	58	24	108	200
9	400	59	80	109	37
10	37	60	11	110	59
11	45	61	80	111	55
12	500	62	34	112	160
13	310	63	200	113	200
14	300	64	200	114	168
15	200	65	20	115	450
16	0	66	120	116	300
17	300	67	80	117	10
18	109	68	21	118	24
19	859	69	300	119	77
20	168	70	10	120	5
21	8	71	66	121	5
22	380	72	100	122	5
23	200	73	16	123	6
24	62	74	53	124	21
25	360	75	320	125	5
26	19	76	130	126	100
27	0	77	5	127	23
28	96	78	72	128	16
29	374	79	262	129	200
30	38	80	13	130	260
31	200	81	28	131	200
32	1	82	160	132	250
33	400	83	160	133	180
34	41	84	108	134	200
35	76	85	58	135	160
36	400	86	67	136	6
37	300	87	400	137	2
38	300	88	180	138	50
39	200	89	33	139	32
40	96	90	240	140	84
41	300	91	300		
42	160	92	110		
43	10	93	5		
44	60	94	160		
45	10	95	134		
46	13	96	250		
47	300	97	37		
48	14	98	180		
49	130	99	480		
50	47	100	113		

Tabela 18 - Fator para restrição de lote mínimo utilizado nos testes.

Índice Produto	Fator	Índice Produto	Fator	Índice Produto	Fator
1	198	51	156	101	200
2	234	52	154	102	188
3	252	53	138	103	210
4	210	54	96	104	278
5	236	55	96	105	222
6	189	56	96	106	242
7	278	57	77	107	84
8	222	58	61	108	67
9	360	59	56	109	100
10	288	60	68	110	92
11	266	61	54	111	268
12	384	62	44	112	96
13	307	63	136	113	96
14	168	64	62	114	268
15	182	65	54	115	450
16	146	66	60	116	184
17	264	67	42	117	76
18	302	68	84	118	236
19	200	69	192	119	90
20	336	70	154	120	66
21	269	71	108	121	68
22	242	72	98	122	96
23	194	73	78	123	50
24	194	74	100	124	88
25	354	75	90	125	86
26	283	76	104	126	100
27	227	77	83	127	104
28	662	78	76	128	76
29	450	79	94	129	76
30	360	80	90	130	252
31	164	81	72	131	194
32	131	82	92	132	250
33	184	83	138	133	162
34	147	84	264	134	130
35	118	85	354	135	90
36	244	86	90	136	72
37	195	87	336	137	58
38	92	88	164	138	50
39	188	89	138	139	236
40	90	90	236	140	450
41	236	91	182		
42	84	92	336		
43	67	93	269		
44	54	94	154		
45	80	95	302		
46	86	96	236		
47	164	97	84		
48	176	98	164		
49	162	99	188		
50	170	100	264		

Índice Produto	S5	S7	S9	S12	S24	S29	S32	S36	S38	S39	S42	S50
137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
138	9	9	1	1	0	68	51	39	35	33	33	19
139	151	32	144	141	304	250	242	214	212	210	191	173
140	59	60	41	38	490	378	329	191	138	107	63	49

Tabela 20 - Penalização por não atendimento do estoque de segurança.

Índice Produto	Penalização	Índice Produto	Penalização	Índice Produto	Penalização
1	31,13	51	26,34	101	30,08
2	23,68	52	24,79	102	34,11
3	21,11	53	38,11	103	21,65
4	28,45	54	59,99	104	20,53
5	17,16	55	54,10	105	13,52
6	18,23	56	45,95	106	24,61
7	20,31	57	26,01	107	67,05
8	22,39	58	72,78	108	27,62
9	17,79	59	57,86	109	59,70
10	13,74	60	44,41	110	55,20
11	26,58	61	38,07	111	20,37
12	59,56	62	47,65	112	60,23
13	17,24	63	51,70	113	57,95
14	25,22	64	46,93	114	19,72
15	28,36	65	16,83	115	9,48
16	36,13	66	22,84	116	32,01
17	22,50	67	54,83	117	72,88
18	17,24	68	47,99	118	24,11
19	24,22	69	23,58	119	63,92
20	18,14	70	10,79	120	24,84
21	13,52	71	18,75	121	24,84
22	24,29	72	41,63	122	49,76
23	13,11	73	30,97	123	49,76
24	32,82	74	56,20	124	41,66
25	16,57	75	60,56	125	41,66
26	21,59	76	48,93	126	59,19
27	30,88	77	38,07	127	58,20
28	9,24	78	44,51	128	76,62
29	11,73	79	40,84	129	80,15
30	10,79	80	68,65	130	21,19
31	32,31	81	74,36	131	33,41
32	30,69	82	55,69	132	14,76
33	32,39	83	28,58	133	36,08
34	14,61	84	22,06	134	3,11
35	31,15	85	18,18	135	60,84
36	25,67	86	58,99	136	47,34
37	26,99	87	17,15	137	47,34
38	59,65	88	31,64	138	27,56
39	34,14	89	45,02	139	22,40
40	64,33	90	24,71	140	14,79
41	26,78	91	32,33		
42	75,02	92	16,59		
43	61,09	93	38,05		
44	30,80	94	37,75		
45	42,96	95	18,61		
46	43,66	96	28,85		
47	31,39	97	82,84		
48	34,49	98	38,63		
49	35,77	99	34,05		
50	32,05	100	22,38		

Tabela 21 - Tempo padrão de fabricação por item.

Índice Produto	Tempo padrão	Índice Produto	Tempo padrão	Índice Produto	Tempo padrão
1	0,379	51	0,276	101	0,518
2	0,293	52	0,268	102	0,242
3	0,176	53	0,608	103	0,518
4	0,213	54	0,400	104	0,202
5	0,261	55	0,518	105	0,486
6	0,274	56	0,618	106	0,194
7	0,155	57	0,518	107	0,050
8	0,202	58	1,605	108	0,224
9	0,058	59	0,231	109	0,464
10	0,274	60	0,918	110	0,242
11	0,146	61	0,809	111	0,809
12	0,055	62	0,735	112	0,567
13	0,648	63	0,565	113	0,489
14	0,274	64	0,772	114	0,735
15	0,224	65	0,735	115	0,257
16	0,224	66	0,768	116	0,242
17	0,210	67	0,775	117	0,587
18	0,112	68	0,648	118	0,146
19	0,234	69	0,303	119	0,364
20	0,137	70	0,735	120	0,618
21	0,137	71	0,552	121	0,648
22	0,242	72	0,614	122	0,567
23	0,242	73	0,464	123	0,548
24	0,659	74	0,480	124	0,775
25	0,314	75	0,548	125	0,552
26	0,280	76	0,489	126	0,155
27	0,293	77	0,489	127	0,614
28	0,050	78	0,620	128	0,735
29	0,155	79	0,538	129	0,403
30	0,194	80	0,486	130	0,768
31	0,363	81	0,531	131	0,768
32	0,363	82	0,403	132	0,231
33	0,257	83	0,365	133	0,274
34	0,194	84	0,194	134	0,400
35	0,160	85	0,242	135	0,303
36	0,257	86	0,194	136	0,364
37	0,257	87	0,531	137	0,772
38	0,790	88	0,403	138	0,400
39	0,587	89	0,659	139	0,155
40	0,567	90	0,529	140	0,303
41	0,120	91	0,307		
42	0,529	92	0,620		
43	0,237	93	0,242		
44	0,307	94	0,155		
45	0,342	95	0,790		
46	0,364	96	0,364		
47	0,270	97	0,155		
48	0,202	98	0,293		
49	0,367	99	0,202		
50	0,280	100	0,194		