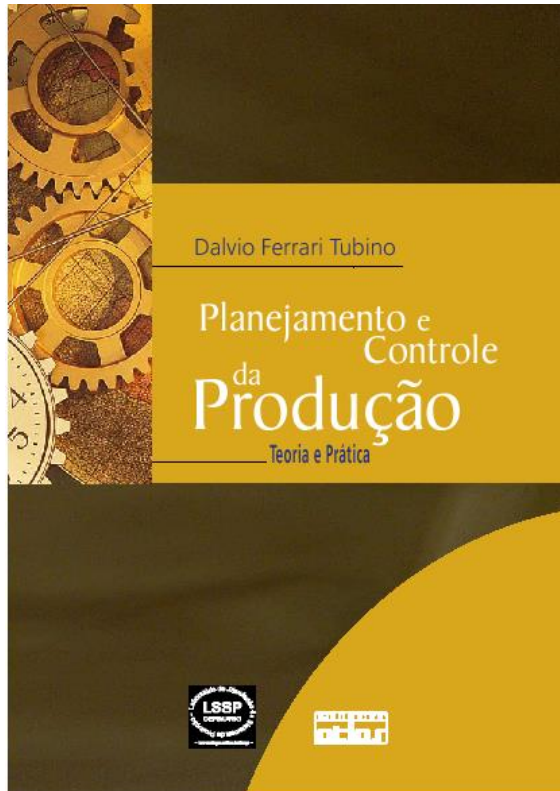


JOGO LSSP_PCP3

MANUAL OPERACIONAL



- www.deps.ufsc.br/lssp -

SISTEMA PRODUTIVO SIMULADO	2
DINÂMICA DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO	5
ABRINDO O JOGO E CADASTRANDO O GRUPO	9
ACESSANDO A ENGENHARIA	11
ACESSANDO A DEMANDA	18
ACESSANDO O PLANEJAMENTO-MESTRE	21
ACESSANDO O CÁLCULO DAS NECESSIDADES	23
ACESSANDO O SISTEMA KANBAN	26
ACESSANDO COMPRAS POR PONTO DE PEDIDO	32
ACESSANDO RELATÓRIOS FÍSICOS E FINANCEIROS	34
DISCUTINDO O ESTUDO DE CASO	35

MANUAL OPERACIONAL - JOGO LSSP_PCP3

O jogo *LSSP_PCP3* faz parte da série de jogos educacionais *LSSP_PCP* desenvolvidos pelo LSSP e tem por objetivo estudar e discutir as características de um sistema de PCP voltado para a programação da produção puxada. Está disponível na página do Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção da UFSC (<http://www.deps.ufsc.br/lssp/>) e, como é um software sujeito a atualizações, recomenda-se verificar periodicamente a data da última atualização dos jogos na página inicial do LSSP para se ter sempre a versão mais recente.

Este manual operacional se destina a complementar as informações disponíveis no livro texto *Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática*. No livro texto é apresentada a teoria sobre o PCP enquanto que neste manual se apresenta o jogo que operacionaliza essa teoria. Para tanto, inicia-se este manual com a descrição do sistema produtivo simulado bem como as regras de decisão que estão por trás da dinâmica de PCP embutida no jogo *LSSP_PCP3*. Em seguida, são apresentadas as diferentes telas do jogo e sua dinâmica de operacionalização. Ao final, um estudo de caso para apresentação é proposto.

SISTEMA PRODUTIVO SIMULADO

O jogo de empresas *LSSP_PCP3* trabalha a dinâmica de PCP em horizontes de médio e curto prazo, com 12 períodos simulados semanais, da semana 13 até a semana 24. A empresa simulada é fabricante de malhas e produz três famílias distintas, chamadas de Colméia, Piquet e Maxim, em três cores (branca, azul e verde). A demanda semanal por estas malhas pode apresentar tendência, sazonalidade e variações aleatórias. A demanda e a previsão são feitas em cima das famílias e distribuídas por cor segundo um percentual predefinido, conforme tabela 1.

Família	Branca	Azul	Verde
Colméia	50%	20%	30%
Piquet	30%	50%	20%
Maxim	30%	30%	40%

Tabela 1 Mix da Demanda.

É esperado nos próximos 12 períodos que ocorram três eventos de irregularidade na demanda distintos, um em cada família de malhas:

1. Um acréscimo de demanda em torno de 20%;
2. Uma redução na demanda em torno de 35%;
3. Uma variação no mix das cores da família, com concentração de 80% em uma delas.

Como o horizonte do jogo é de médio e curto prazo, a capacidade produtiva instalada é fixa, havendo flexibilidade apenas quanto ao número de dias trabalhados na semana. Trabalha-se de segunda a sábado, sendo que os sábados são de horas extras. Conforme apresentado na tabela 2, a empresa possui cinco teares circulares na malharia trabalhando em dois turnos, três jets de 120 quilos na Tinturaria trabalhando em dois turnos e uma rama no acabamento trabalhando em um turno. Os turnos são de 7 horas, sendo o primeiro das 5 as 12 horas e o segundo das 12 as 19 horas. Para reduzir os custos fixos, não havendo programação de segunda a sexta, a capacidade dos recursos produtivos excedente será automaticamente vendida ao mercado (terceirização), com um mínimo de uma semana nos teares e um dia nos Jets e rama.

Recursos	Qtde	Num. Turnos	Horário	Terceirização
Teares	5	2	5 - 19	1 semana
Jets	3	2	5 - 19	1 dia
Rama	1	1	5 - 12	1 dia

Tabela 2 Recursos Produtivos.

Como ilustrado na figura 1, a empresa compra fios (algodão e sintético) no mercado e através do processo de tecelagem, via emissão de OM (ordens de malharia), os transforma em malhas cruas (Colméia, Piquet e Maxim) em teares circulares. Por sua vez, as malhas cruas são fixadas (na prática, o nome técnico é prefixação), via emissão de OF (ordens de fixação), em um processo de purga nos jets, para lavagem, e posterior fixação na rama, gerando malhas fixadas (Colméia, Piquet e Maxim). Em um terceiro momento, as malhas fixadas repetem o fluxo produtivo jet-rama, via emissão de OA (ordens de acabamento), para serem tingidas com adição de corantes (também comprados no mercado) nos jets e posterior acabamento na rama. Os fios (SMF), as malhas cruas

(SMC), as malhas fixadas (SMP) e as malhas acabadas (SMA) são armazenadas em seus respectivos supermercados.

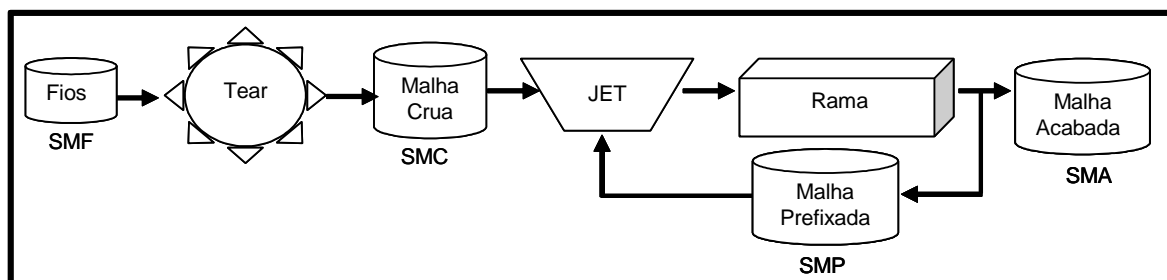


Figura 1 Processo Produtivo.

Os dados dos roteiros de fabricação e taxas de produção, das estruturas dos itens, dos recursos produtivos e dos custos e receitas que serão avaliados no jogo estão disponíveis no formulário *Engenharia* do jogo, detalhado na seqüência do manual.

Itens	Estoque em Mãos	Recebimento Programado		Estoque de Segurança
		P + 1	P + 2	
Colméia Branca	600	0	0	600
Colméia Azul	240	0	0	240
Colméia Verde	360	0	0	360
Piquet Branca	360	0	0	360
Piquet Azul	600	0	0	600
Piquet Verde	240	0	0	240
Maxim Branca	360	0	0	360
Maxim Azul	360	0	0	360
Maxim Verde	480	0	0	480
Colméia Fixada	480	0	0	480
Piquet Fixada	480	0	0	480
Maxim Fixada	480	0	0	480
Colméia Crua	1.320	0	0	1.320
Piquet Crua	1.320	0	0	1.320
Maxim Crua	960	0	0	960
Fio Algodão	400	2.100	2.220	400
Fio Sintético	400	1.620	1.380	400
Corante Branco	30	0	0	0
Corante Azul	30	0	0	0
Corante Verde	30	0	0	0

Tabela 3 Dados Iniciais do Jogo.

Uma vez que ao abrir o jogo o sistema produtivo já está em andamento, no período inicial 12 existem estoques em mãos e ordens já liberadas que darão entrada em períodos futuros. A tabela 3 fornece a relação em quilos dos estoques em mãos, ordens já colocadas e dos estoques de segurança planejados no MRP quando se inicia o jogo.

Esses valores são equivalentes aos fornecidos no Jogo *LSSP_PCP2* no sentido de facilitar a comparação de resultados entre eles.

DINÂMICA DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

Como este jogo é focado nas funções do PCP de médio e curto prazo, seu início se dá, conforme pode ser visto na figura 2, pela previsão da demanda das três famílias de malhas para as próximas seis semanas. Ao ser prevista, esta demanda é passada para o planejamento-mestre. É importante fazer sempre a previsão para todos os seis períodos em função do cálculo da capacidade produtiva futura (RCCP) embutida na função de planejamento-mestre, bem como o cálculo correto das necessidades no sistema de MRP. O desempenho das previsões pode ser acompanhado com o monitoramento do erro acumulado e do gráfico de controle de 4 MAD.

Após a previsão da demanda, o planejamento-mestre da produção de cada uma das nove malhas vendidas deve ser feito. Este planejamento pode ser feito de forma manual, acessando as telas de cada uma das malhas, ou de forma automática através do botão *PMP Padrão Geral*. Na programação puxada os estoques de segurança, tanto do PMP como do MRP, correspondem aos supermercados propostos para as malhas, definidos no dimensionamento do sistema kanban. O PMP padrão dispara uma rotina onde as necessidades líquidas são cobertas por tantos lotes de 120 quilos quantos forem necessários.

Como neste jogo o sistema de programação é puxado pelo kanban, tanto no PMP como no MRP, para os itens controlados pelo kanban, o lead time é zero, ou seja, o item já está disponível no supermercado para uso. Logo não ocorrerão necessidades líquidas em descoberto no período a ser simulado quando as rotinas padrões forem acionadas, com exceção dos fios que não estão sendo administrados pelo sistema kanban.

Durante o planejamento-mestre, ao se preencher o PMP de cada uma das malhas acabadas, pode-se acessar o formulário *RCCP* onde é possível verificar a capacidade futura dos recursos produtivos para atender ao plano, no sentido de se evitar gargalos. A análise da capacidade é feita em cima das horas disponíveis em turno normal dos recursos.

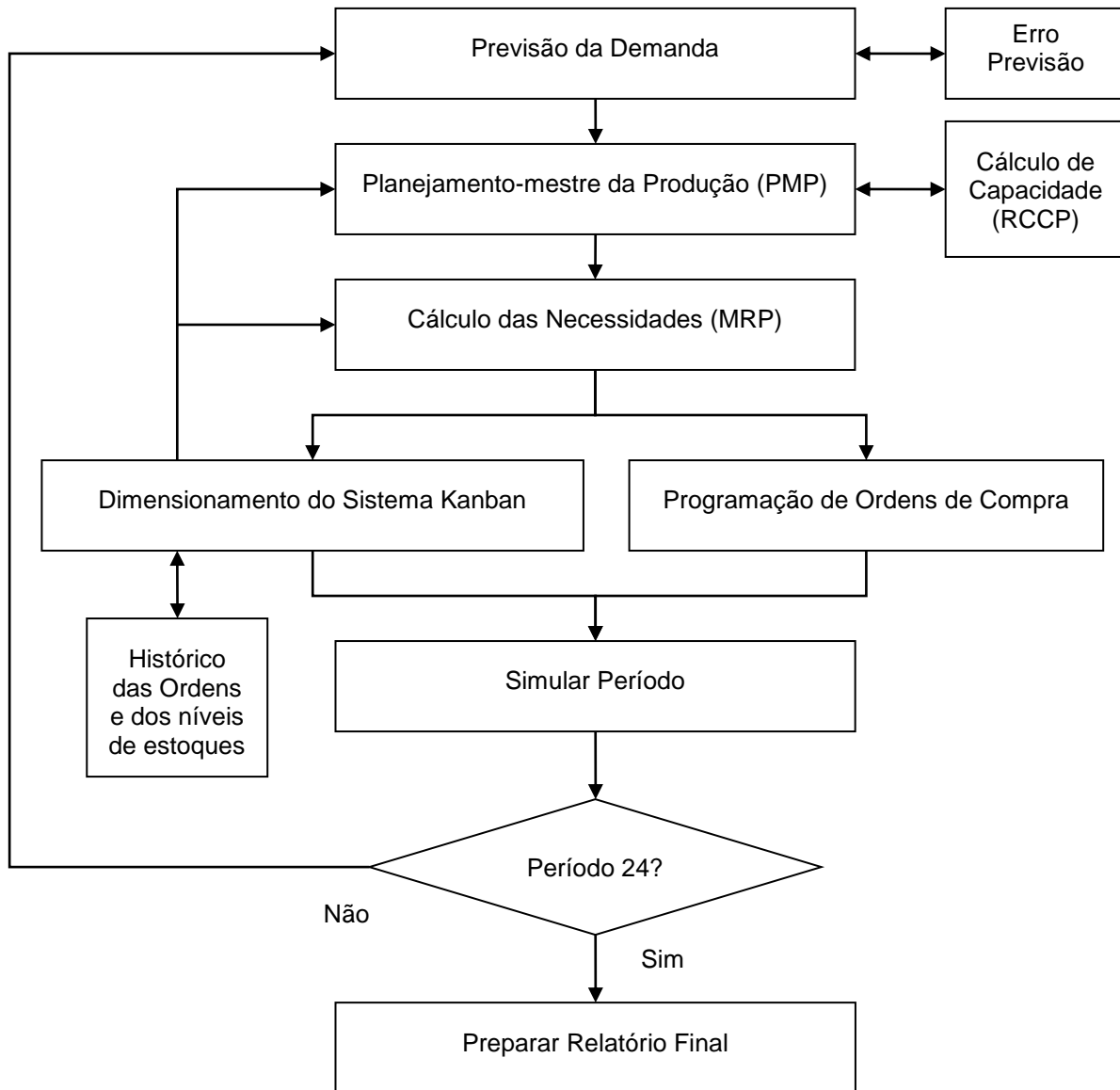


Figura 2 A Dinâmica de PCP do Jogo.

Montado o PMP e analisada a capacidade futura passa-se ao cálculo das necessidades líquidas e liberação de ordens no sistema MRP. O MRP é utilizado para planejar os níveis de estoques nos supermercados de malhas acabadas, malhas fixadas e de malhas cruas e para emitir ordens de compra de fios sintéticos e de algodão. Os corantes são controlados pelo método do ponto de pedido. Assim como no PMP, o MRP pode ser montado tabela a tabela ou pode ser realizado de forma automática através do botão *MRP Padrão Geral*. Os estoques de segurança para as malhas correspondem aos

supermercados propostos definidos no dimensionamento do sistema kanban, já para os fios eles podem ser alocados na própria tabela do MRP.

O MRP padrão dispara uma rotina onde as necessidades líquidas são cobertas por tantos lotes padrões quantos forem necessários. Os lotes padrões são os lotes correspondentes a um cartão do sistema kanban. Em função do tamanho do *doe jets*, os lotes padrões de malhas acabadas e fixadas são de 120 quilos, já os lotes padrões de malhas cruas são de 30 quilos e os lotes padrões de fios, não controlados no sistema kanban, são múltiplos de 5 quilos.

Calculadas as necessidades líquidas e definidas as quantidades de ordens de malhas estimadas para a produção dos próximos seis períodos, o valor dos quatro primeiros períodos é passado para o dimensionamento dos supermercados no sistema kanban como demanda semanal. No dimensionamento dos supermercados no sistema kanban, ao serem informados um número de dias de cobertura e uma segurança desejada, o número de kanbans para as malhas acabadas, fixadas e cruas é recalculado pela fórmula. Para subsidiar as decisões, pode-se analisar os relatórios de períodos passados do jogo para avaliar como foram executadas as programações anteriores e como se comportaram os supermercados nos períodos anteriores.

Como os estoques de segurança para as malhas PMP e MRP correspondem aos supermercados propostos definidos no dimensionamento dos supermercados no sistema kanban, sempre que houver uma alteração significativa no nível do supermercado da malha, é importante refazer a rotina padrão do PMP e do MRP, visto que esta alteração nos estoques de segurança (supermercado) poderá aumentar ou diminuir as necessidades líquidas da malha, que, por sua vez, irão alterar o planejamento da liberação de ordens, interferindo no próprio cálculo dos supermercados, ou seja, é um circuito fechado, que, em geral, com uma nova rodada da rotina padrão do PMP e do MRP e um retorno ao dimensionamento do sistema kanban se equilibram as necessidades líquidas com o sistema kanban (estoques de segurança).

Caso se esteja aumentando os supermercados para a próxima semana, no início da simulação, segunda-feira, os cartões kanbans adicionais irão para o quadro kanban de programação. Caso se esteja reduzindo os supermercados, no início da simulação os estoques excedentes serão consumidos e não repostos.

Para fechar a rotina semanal de planejamento e programação há necessidade de se verificar se as matérias primas necessitam ser repostas entrando no sistema de compras por ponto de pedido. Os fios já foram planejados pelo MRP e as ordens de compra serão emitidas automaticamente pelo sistema. Já os corantes, que são controlados pelo sistema de ponto de pedido, necessitam da definição de um lote de compra para disparar sua reposição. Um estoque de segurança para os corantes pode ser escolhido. Tanto os fios como os corantes, no caso de falta, serão automaticamente comprados em regime de urgência.

Encerrada esta seqüência de eventos, como apresentado na figura 2, o jogo está pronto para ser simulado. Para tanto, se retorna a tela inicial do jogo e se aciona o botão *Simular*. Neste momento, as rotinas de simulação serão disparadas, de forma que uma demanda real semanal para cada família de malha será gerada e a cada dia, havendo estoques iniciais no SMA, vendas ($1/5$ da demanda por dia) de segunda a sexta ocorrerão. Demandas não atendidas no início de cada dia serão perdidas e multas cobradas, podendo-se ter estoques ao final da semana com faltas pontuais nos dias.

Como irá se trabalhar com a programação puxada via sistema kanban para as malhas, em paralelo ao processo de vendas diário, ao se iniciar o consumo de um lote 120 quilos nos estoques no SMA, ordens de malhas acabadas (cartões kanbans de OA de 120 quilos) serão colocadas no quadro kanban e emitidas, desde que haja capacidade de produção nos recursos e estoques de malhas fixadas no SMP, de forma a recompor o nível do supermercado proposto. Sempre se pegará malha acabada do lote já aberto, de forma que, por exemplo, 2 kanbans no SMA pode significar um estoque físico de 240 a 359 quilos. Já para as malhas fixadas e cruas os cartões serão consumidos por inteiro. A figura 3 ajuda a ilustrar a seqüência de eventos.

Da mesma forma, havendo diariamente consumo de malhas fixadas do SMP, ordens de fixação (cartões kanbans de OF de 120 quilos) serão colocadas no quadro kanban e emitidas, desde que haja capacidade de produção nos recursos e estoques de malhas cruas no SMC, de forma a recompor o nível do supermercado proposto. Como as ordens de fixação e de acabamento concorrem pelos mesmos recursos, a regra empregada é a de produzir diariamente primeiro as ordens de fixação (para carregar a rama mais rapidamente) e depois as de acabamento, sendo que entre as de acabamento a

prioridade é estabelecida pelo nível de estoque restante no supermercado, quanto menor o nível de estoque maior sua prioridade.

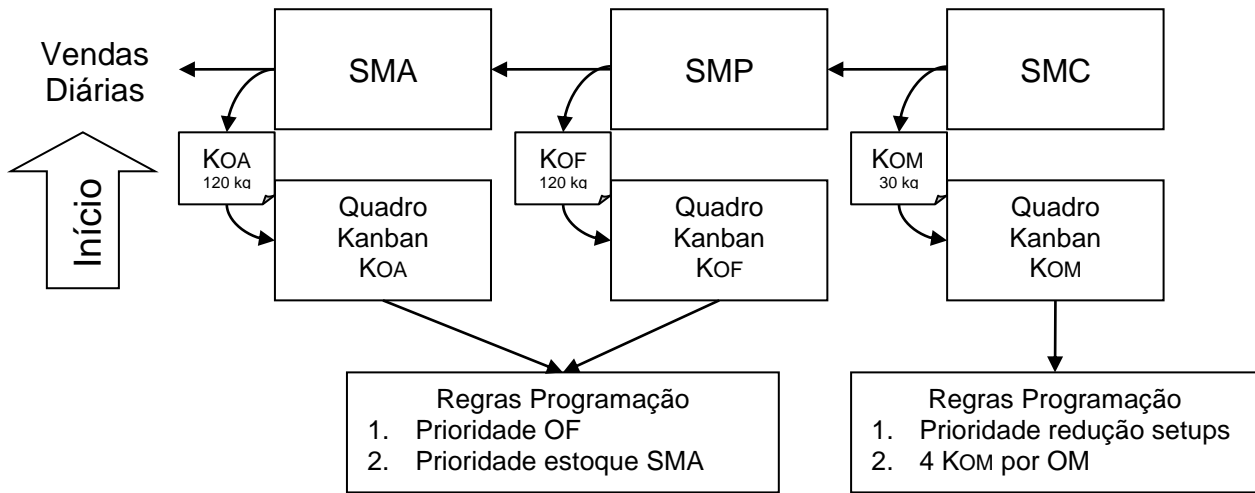


Figura 3 Seqüência da programação puxada.

Com a produção diária de cada OF de malha fixada há o consumo de malhas cruas, que saem do SMC (4 cartões kanbans de OM de 30 quilos). Estes cartões serão colocados no quadro kanban diariamente e emitidos, desde que haja capacidade de produção nos teares, de forma a recompor os níveis do supermercado proposto. Na escolha dos teares, para reduzir setups, se dará prioridade ao tear que já estiver com a mesma malha.

Visto que nos sábados não ocorrem vendas, a produção de malhas acabadas, fixadas e cruas só é autorizada caso haja necessidade de recompor os supermercados ao nível proposto, ou seja, se ainda houver cartões no quadro. Em paralelo ao processamento do sistema kanban, as matérias primas estão sendo reabastecidas uma vez por semana pelas ordens de compra programadas e emitidas, e, caso venham a faltar, compras de emergência serão disparadas.

Após simular 12 períodos, da semana 13 até a 24, o jogo está encerrado e os relatórios físicos e financeiros, que foram gerados período a período, devem ser usados para a montagem da apresentação das decisões tomadas.

ABRINDO O JOGO E CADASTRANDO O GRUPO

Como o jogo foi desenvolvido em *Access 2003*, ele necessita que o mesmo (ou uma versão superior) esteja instalada no computador. Ao se abrir o arquivo do jogo, que deve

ser extraído do ZIP para seu computador, caso apareça uma caixa de mensagem *Aviso de Segurança*, acione o botão *Abrir*. E, ao cadastrar os dados de entrada, caso apareça a caixa de mensagem *Conflito de Gravação*, acione o botão *Descartar Alterações*.

Para se iniciar o jogo há necessidade de se cadastrar o nome da empresa e o nome dos participantes do grupo. Para tanto, acione qualquer botão da tela principal de abertura do jogo. A tela para cadastramento do grupo (figura 4) será apresentada. Nela deve-se cadastrar um nome para a empresa, diferente de “Empresa”, e o nome dos participantes do grupo, limitados a cinco.

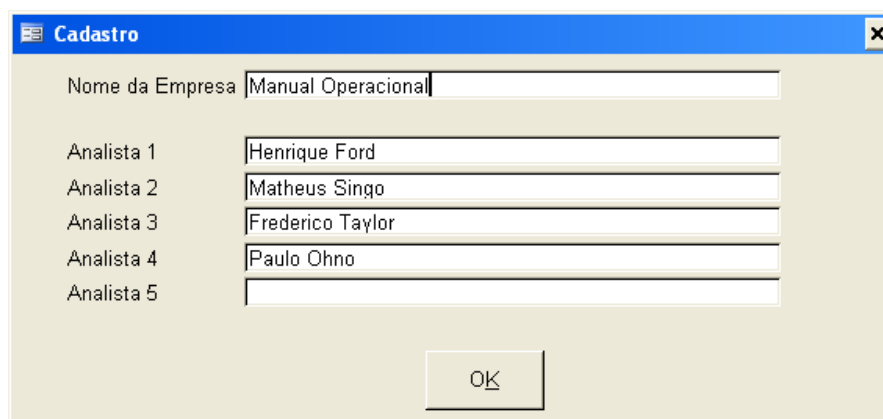
A imagem mostra uma janela de software intitulada "Cadastro". Ela possui um campo de texto para "Nome da Empresa" com o valor "Manual Operacional" inserido. Abaixo, há cinco campos de texto rotulados "Analista 1" a "Analista 5". Os campos "Analista 1" a "Analista 4" contêm os nomes "Henrique Ford", "Matheus Singo", "Frederico Taylor" e "Paulo Ohno", respectivamente. O campo "Analista 5" está vazio. No canto inferior direito da janela, há um botão "OK".

Figura 4 Tela de Cadastramento do Grupo.

Feito o cadastro do grupo, volta-se automaticamente para a tela principal (figura 5), onde através de diferentes botões se tem acesso aos formulários operacionais do jogo. Cada um deles detalhado neste manual. Os botões *Demanda*, *PMP*, *MRP*, *Kanban* e *Compras MP* servem para operacionalizar as funções do PCP, enquanto os botões *Engenharia*, *Relat. Financeiro* e *Relat. Físicos* fornecem apenas acesso as informações a respeito do jogo. Para se retornar de qualquer local do jogo a esta tela principal basta acionar o botão *Início*.

Na tela principal se encontra também o botão *Simular*, que quando acionado dispara a rotina de simulação de um período do jogo. Por ser um banco de dados, uma vez simulado o período, não se tem mais condições de alterar decisões de períodos passados. Em função disto, recomenda-se que antes de simular um período, se saia do jogo acionando o botão *Sair Jogo* e salve-se uma cópia do arquivo, com, por exemplo, o número do período que se está prestes a simular, de forma a manter a possibilidade de alterar as decisões tomadas caso elas não sejam adequadas. Salvada uma cópia, abre-se

novamente o arquivo original e simula-se o período. Ao se chegar no período 24 o jogo está encerrado e um aviso de final de jogo é emitido sempre que se mudar de tela.



Figura 5 Tela Principal.

ACESSANDO A ENGENHARIA

Por conter as informações técnicas do jogo, o primeiro formulário a ser descrito é o *Engenharia*, cuja tela se encontra na figura 6. Além da visão geral, já apresentada na figura 1 deste manual, e da listagem das diferentes fases do sistema produtivo, este formulário dá acesso, via acionamento dos respectivos botões, aos dados técnicos dos itens envolvidos na produção das malhas, dos recursos produtivos, das taxas de produção, da estrutura (ou árvore) das malhas e do sistema de custos para avaliação das decisões.

Na tela do formulário *Itens* se tem acesso as informações cadastrais dos itens envolvidos na produção das malhas. Pode-se ter uma visão geral dos itens ou filtrá-los por família, como, por exemplo, na figura 7 para a família Colméia. Nesta tela se tem o tipo de item (corante, fio, malha_crua, malha_fixada ou malha_acabada), o código, a descrição, a cor, a família e o lead time de programação. O lead time de compra dos corantes é de uma semana, o dos fios (algodão e sintético) é de duas semanas, enquanto que o lead time de

programação das malhas é zero, ou seja, sua programação é imediata a entrada do cartão diariamente no quadro.

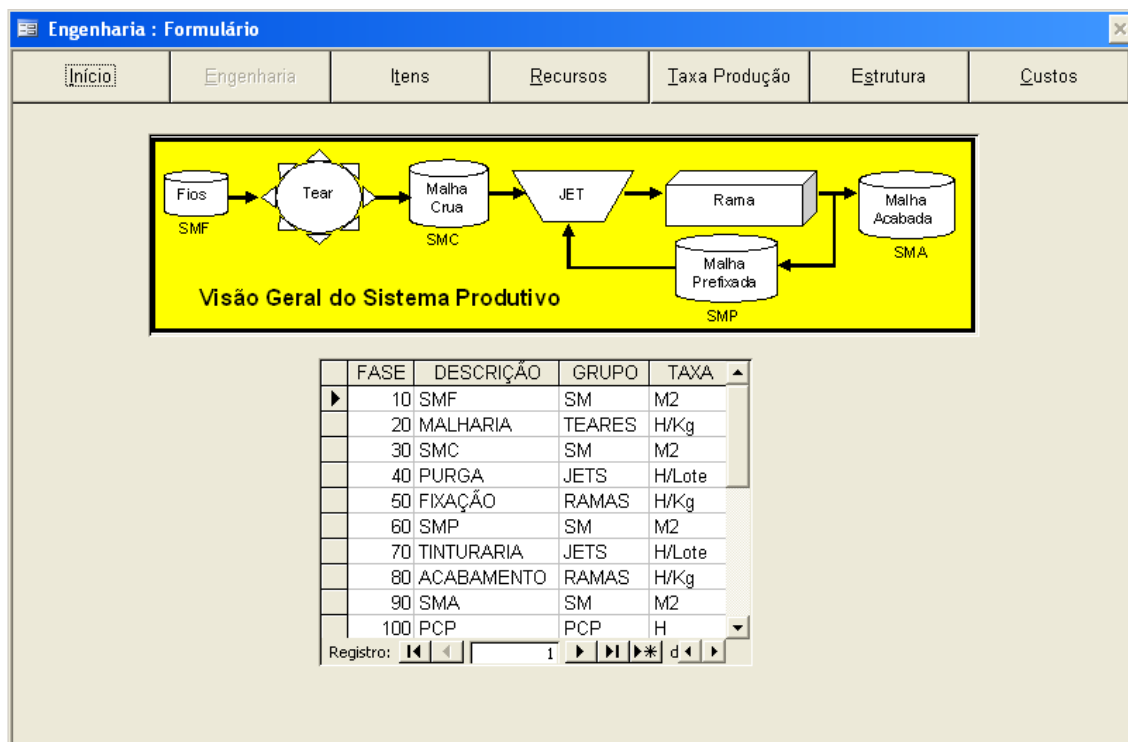


Figura 6 Tela do Formulário *Engenharia*.

The screenshot shows the 'Itens : Formulário' window with a navigation bar at the top containing 'Início', 'Engenharia', 'Itens', 'Recursos', 'Taxa Produção', 'Estrutura', and 'Custos'. The main area displays a table of items and family options.

TIPO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	COR	FAMÍLIA	LEADTIME
MALHA_CRUA	MC_1	MALHA CRUA COLMEIA	CRU	COLMÉIA	0
MALHA_FIXADA	MF_1	MALHA FIXADA COLMEIA	CRU	COLMÉIA	0
MALHA_ACABADA	MA_1	MALHA ACABADA COLMEIA BRANCA	BRANCA	COLMÉIA	0
MALHA_ACABADA	MA_2	MALHA ACABADA COLMEIA AZUL	AZUL	COLMÉIA	0
MALHA_ACABADA	MA_3	MALHA ACABADA COLMEIA VERDE	VERDE	COLMÉIA	0
*					

Registro: 1 de 5 (Filtrado)

Opções Família

Matérias Primas Colméia Piquet Maxim Todas

Figura 7 Tela do Formulário *Itens*.

Na tela do formulário *Recursos* se tem acesso as informações sobre os recursos produtivos disponíveis na fábrica. Pode-se ter no formulário um resumo de todos os recursos (supermercados, teares, jets e ramas) ou filtrados por grupo, como, por exemplo, na figura 8 para o grupo teares. Nesta tela se tem o código dos recursos, a descrição dos mesmos, o número de turnos, e o grupo a que pertencem. Neste formulário tem-se ainda as regras e os tempos em horas para os setups nas máquinas. Por exemplo, como se pode ver na figura 8, sempre que a malha crua Maxim estiver entrando ou saindo no tear no lugar da Colméia ou da Piquet, o setup será de 2,00 horas.

Na tela do formulário *Taxa Produção* se tem acesso as informações sobre quanto cada item produzido consome dos recursos produtivos disponíveis na fábrica. Pode-se ter uma visão geral do itens ou pode-se filtrá-los por família, como, por exemplo, na figura 9 para a família Colméia. Nesta tela se tem o nome da família, o código e descrição do item, a fase em que consome o recurso, o grupo de recursos, a taxa de produção e a unidade da mesma. Por exemplo, a malha crua colméia tem uma taxa de produção de 0,09 horas por quilo nos teares, já a malha crua piquet tem uma taxa de 0,10 horas por quilo, enquanto que a taxa da malha crua maxim é de 0,11 horas por quilo.

RECURSO	DESCRIÇÃO	TURNOS	GRUPO
TC_1	TEAR CIRCULAR 1	2	TEARES
TC_2	TEAR CIRCULAR 2	2	TEARES
TC_3	TEAR CIRCULAR 3	2	TEARES
TC_4	TEAR CIRCULAR 4	2	TEARES
TC_5	TEAR CIRCULAR 5	2	TEARES

Registro: 1 de 5 (Filtrado)

FAMÍLIA QUE ENTRA	FAMÍLIA QUE SAI	SETUP (H)
COLMEIA	MAXIM	2,00
COLMEIA	PIQUET	0,25
MAXIM	COLMEIA	2,00
MAXIM	PIQUET	2,00
PIQUET	COLMEIA	0,25
PIQUET	MAXIM	2,00

Registro: 1 de 6

Figura 8 Tela do Formulário *Recursos*.

FAMILIA	ITEM	DESCRICAO	FASE	GRUPO	TAXA	UNIDADE
COLMÉIA	MC_1	MALHA CRUA COLMEIA	MALHARIA	TEARES	0,090	H/Kg
COLMÉIA	MF_1	MALHA FIXADA COLMEIA	PURGA	JETS	1,000	H/Lote
COLMÉIA	MF_1	MALHA FIXADA COLMEIA	FIXAÇÃO	RAMAS	0,002	H/Kg
COLMÉIA	MA_1	MALHA ACABADA COLMEIA BRANCA	TINTURARIA	JETS	3,000	H/Lote
COLMÉIA	MA_1	MALHA ACABADA COLMEIA BRANCA	ACABAMENTO	RAMAS	0,003	H/Kg
COLMÉIA	MA_2	MALHA ACABADA COLMEIA AZUL	TINTURARIA	JETS	3,000	H/Lote
COLMÉIA	MA_2	MALHA ACABADA COLMEIA AZUL	ACABAMENTO	RAMAS	0,003	H/Kg
COLMÉIA	MA_3	MALHA ACABADA COLMEIA VERDE	TINTURARIA	JETS	3,000	H/Lote
COLMÉIA	MA_3	MALHA ACABADA COLMEIA VERDE	ACABAMENTO	RAMAS	0,003	H/Kg

Registro: 1 de 9 (Filtrado)

Opções Família: Colméia

Piquet Maxim Todas

Figura 9 Tela do Formulário *Taxa Produção*.

Na tela do formulário *Estrutura* se tem acesso as informações sobre a estrutura (ou árvore) dos itens disponíveis na fábrica. Pode-se ter uma visão geral da estrutura de todos o itens ou pode-se filtrá-las por família, como, por exemplo, para a família Colméia na figura 10. Nesta tela se tem o nome da família, o código e descrição do item pai, o código e descrição do item filho, e o percentual de uso do item filho no item pai. Por exemplo, um quilo de malha crua colméia é fabricado com um quilo (100%) de fio de algodão, já um quilo de malha crua piquet é tecida com meio quilo (50%) de fio de algodão e meio quilo (50%) de fio sintético, enquanto que um quilo da malha crua maxim é produzida a partir de um quilo (100%) de fio sintético. Na tecelagem não ocorrem perdas no processo. Por outro lado, a malha acabada colméia branca é produzida com 2% de corante branco e 100% de malha fixada colméia.

The screenshot shows a window titled "Estrutura : Formulário" with a tabbed interface. The "Estrutura" tab is selected. It contains a table with the following data:

FAMÍLIA	ITEM PAI	DESCRIÇÃO PAI	ITEM FILHO	DESCRIÇÃO FILHO	%
COLMÉIA	MC_1	MALHA CRUA COLMEIA	FIO_1	FIO DE ALGODÃO	100
COLMÉIA	MF_1	MALHA FIXADA COLMEIA	MC_1	MALHA CRUA COLMEIA	100
COLMÉIA	MA_1	MALHA ACABADA COLMEIA BRANCA	COR_1	CORANTE BRANCO	2
COLMÉIA	MA_1	MALHA ACABADA COLMEIA BRANCA	MF_1	MALHA FIXADA COLMEIA	100
COLMÉIA	MA_2	MALHA ACABADA COLMEIA AZUL	COR_2	CORANTE AZUL	2
COLMÉIA	MA_2	MALHA ACABADA COLMEIA AZUL	MF_1	MALHA FIXADA COLMEIA	100
COLMÉIA	MA_3	MALHA ACABADA COLMEIA VERDE	COR_3	CORANTE VERDE	2
COLMÉIA	MA_3	MALHA ACABADA COLMEIA VERDE	MF_1	MALHA FIXADA COLMEIA	100

Below the table, there is a "Registro:" section with navigation buttons and a count: "1 de 8 (Filtrado)". At the bottom, there is a section titled "Opções Família" with four buttons: "Colméia", "Piquet", "Maxim", and "Todas". The "Colméia" button is currently selected.

Figura 10 Tela do Formulário *Estrutura*.

Na tela do formulário *Custos*, apresentada na figura 11, se tem acesso as informações sobre os custos e receitas que incidirão sobre as decisões do jogo. A avaliação financeira do jogo é resumida no relatório *Balancete Semanal*. Nos demais relatórios financeiros os custos e receitas deste balancete são apresentados de forma detalhada. A avaliação financeira do jogo é feita em cima do Resultado Operacional e da Margem Operacional. O Resultado Operacional consiste na diferença entre as receitas (Receitas de Vendas + Receitas de Terceirização) e os custos (Custos Produtivos + Custos de Vendas Perdidas), enquanto que a Margem Operacional consiste na divisão das receitas pelos custos. O Resultado Operacional Acumulado dá o valor acumulado até o período simulado, enquanto que a Margem Operacional Média dá o valor médio da Margem Operacional até o período simulado.

As Receitas de Vendas são obtidas pela multiplicação entre a quantidade em quilos de malha vendida e o preço unitário por quilo da malha. Enquanto que as Receitas de Terceirização são avaliadas pela multiplicação entre as horas liberadas para terceirização (não utilizadas na programação da produção) em cada recurso e o preço da terceirização por hora no recurso. O sistema calcula automaticamente as horas liberadas em função da programação emitida.

Item	P. Venda	C. Vendas Perd.	C. Unitário
COR_1	0,00	0,00	50,00
COR_2	0,00	0,00	100,00
COR_3	0,00	0,00	200,00
FIO_1	0,00	0,00	2,00
FIO_2	0,00	0,00	2,50
MC_1	0,00	0,00	9,00
MC_2	0,00	0,00	10,00
MC_3	0,00	0,00	12,00
MF_1	0,00	0,00	18,00
MF_2	0,00	0,00	19,00
MF_3	0,00	0,00	21,00
MA_1	50,00	200,00	30,00
MA_2	55,00	200,00	30,00
MA_3	55,00	200,00	30,00
MA_4	70,00	210,00	40,00
MA_5	75,00	210,00	40,00
MA_6	75,00	210,00	40,00
MA_7	90,00	220,00	50,00
MA_8	95,00	220,00	50,00
MA_9	95,00	220,00	50,00

Figura 11 Tela do Formulário *Custos*.

Já os Custos Produtivos estão divididos em Custos Fixos e Custos Variáveis. Os Custos Fixos são compostos por:

Custos Fixos Gerais: custos fixos da semana de R\$ 120.000, independente do período trabalhado.

Custos Fixos Turno Extra: custos fixos adicionais para cobrir os recursos que entraram na programação do sábado, sendo de R\$ 1.000 por semana por recurso em turno extra.

Por sua vez, os Custos Variáveis estão divididos em Custos de Matérias Primas, Custos de Armazenagem e Custos de Produção. Os Custos de Matérias Primas são compostos por:

Custos de Compras: custos incorridos diretamente com a compra de matérias primas, obtidos pela multiplicação da quantidade comprada de matéria prima pelo custo unitário da matéria prima.

Custos de Compras de Emergência: custos incorridos com a compra de matérias primas em regime de emergência, ou seja, durante a própria semana sem

planejamento, obtidos pela multiplicação da quantidade de emergência comprada de matéria prima pelo custo unitário da matéria prima de emergência (50 vezes o da compra normal).

Custos de Emissão de OCs: são os custos incorridos com a emissão das Ordens de Compra da semana, incluindo as ordens de emergência, obtidos pela multiplicação do número de ordens emitidas pelo custo unitário de uma ordem (R\$ 500 por ordem).

Já os Custos de Armazenagem são aqueles custos decorrentes da necessidade de se armazenar itens em estoque durante a semana, obtidos pela multiplicação do estoque médio do item pelo custo unitário e pela taxa de armazenagem, de 6% por semana. Os estoques médios das matérias primas são obtidos pela média entre o inicial e o final da semana, enquanto que os estoques médios das malhas são obtidos pela média diária dos níveis dos supermercados.

Finalmente, os Custos de Produção estão divididos em Custos de Setup, Custos de Emissão de OPs, Custos de Produção Extra e Custos de Insumos, definidos da seguinte forma:

Custos de Setup: são os custos decorrentes da necessidade de se realizar setups nos equipamentos, obtidos pela multiplicação entre o número de horas consumidas com setups na semana e o custo por hora de setup no recurso.

Custos de Emissão de OPs: são os custos envolvidos no processo de emissão de uma ordem de produção (OM, OF, OA) pelo PCP da empresa, calculados pela multiplicação entre o número de ordens emitidas na semana e o custo unitário de emissão de uma ordem. Como o sistema de programação é via kanban, o custo unitário de emissão foi reduzido pela metade do custo do sistema empurrado (R\$ 25 por ordem).

Custos de Produção Extra: estes custos não ocorrem com a programação puxada, visto que não existem ordens em aberto das quais os itens podem ser retirados durante a semana de programação.

Custos de Insumos: estes custos são relativos aos demais insumos, que não matérias primas, utilizados nos recursos produtivos, como eletricidade, óleo, ar

comprimido, etc. Eles são calculados multiplicando-se as quantidades em quilos produzidas nos recursos pelo custo de insumos por quilo produzido nos recursos.

Além destes Custos Produtivos, existem custos relacionados com as vendas que não forem atendidas durante os dias da semana simulada, chamados de Custos de Vendas Perdidas. A demanda real (que o jogo irá gerar) é dividida por cinco e em cada dia da semana, de segunda até sexta feira, é vendida esta quantidade. Caso não exista a quantidade de malha em estoque no SMA no início deste dia, é registrada a falta como vendas perdidas. Estes custos são obtidos pela soma entre a multa por quebra de contrato (R\$ 5.000) e a multiplicação entre a quantidade em quilos de malha não vendida e o custo unitário de vendas perdidas por quilo por tipo de malha.

ACESSANDO A DEMANDA

A partir da tela principal do jogo se tem acesso às telas dos formulários relacionados com a previsão da demanda acionando-se o botão *Demanda*. Na tela do formulário *Demanda*, conforme ilustrado na figura 12, se tem, filtrado por família, o histórico da demanda do jogo por período, com as demandas reais (geradas pelo jogo), as demandas previstas (fornecidas pelo jogo até o 12 período e pelo grupo a partir do 13 período), e os respectivos erros de previsões.

Além deste histórico, a tela do formulário *Demanda* disponibiliza os botões de acesso para as telas dos formulários *Previsão Colméia*, *Previsão Piquet*, *Previsão Maxim* e *Erros de Previsão*, onde a dinâmica de previsão de demanda e de acompanhamento dos erros de previsão ocorrem. Por exemplo, acionando-se o botão *Previsão Colméia* se tem acesso a tela do formulário *Previsão Colméia*, como ilustrado na figura 13.

Neste formulário se tem uma visão de forma gráfica do histórico da demanda desde o início do jogo e da previsão inserida, um resumo do histórico, das previsões e dos erros dos últimos seis períodos e o espaço para se dar entrada com as previsões para os próximos seis períodos. Um botão *Salvar Previsões Atuais* fica disponível quando se dá entrada com alguma nova previsão e, uma vez acionado, serve para salvar a previsão e atualizar o gráfico com a nova previsão.

FAMILIA	PERÍODO	DEMANDA REAL	DEMANDA PREVISTA	ERRO DE PREVISÃO
COLMÉIA	1	505	531	-26
COLMÉIA	2	656	636	20
COLMÉIA	3	881	848	33
COLMÉIA	4	940	981	-41
COLMÉIA	5	1003	973	30
COLMÉIA	6	851	837	14
COLMÉIA	7	822	787	35
COLMÉIA	8	945	945	0
COLMÉIA	9	1206	1215	-9
COLMÉIA	10	1390	1386	4
COLMÉIA	11	1280	1339	-59
COLMÉIA	12	1177	1141	36
COLMÉIA	13	1024	1064	-40
COLMÉIA	14	1222	1231	-9
COLMÉIA	15	1568	1584	-16
COLMÉIA	16	1861	1785	76
COLMÉIA	17	1681	1693	-12
COLMÉIA	18	1428	1456	-28
COLMÉIA	19	829	1331	-502

Figura 12 Tela do Formulário *Demanda*.

As previsões são fornecidas para os seis períodos futuros e são transportadas automaticamente para as tabelas do PMP e MRP das malhas acabadas. Mesmo sabendo-se que o jogo se encerrará no período 24, é importante preencher todos os períodos futuros dado as dinâmicas de planejamento da produção e compras desencadeadas a partir da previsão da demanda. Ao se montar a apresentação dos resultados é importante comprovar que se está deixando a fábrica em condições de operacionalizar os períodos futuros sem falta de matérias primas ou malhas cruas e fixadas.

Ao se sair destes formulários de previsão caso algum campo da demanda esteja com valores nulos ou modificados e ainda não salvos com o botão *Salvar Previsões Atuais*, uma aviso para a demanda ser salva é disparado. Saindo-se sem salvar os valores modificados são descartados.

Na tela do formulário Erros de Previsão, conforme ilustrado na figura 14 para a família Colméia, são apresentados os gráficos de controle dos erros de previsão e o valor dos erros acumulados. Estes gráficos de controle têm como limites inferiores e superiores 4 MAD (Desvio Médio Absoluto). Para evitar que o valor do MAD cresça muito com erros grosseiros de previsão, este valor é mantido com base no erro aleatório gerado pelo

próprio jogo, de forma a mostrar valores fora da faixa de controle sempre que as previsões forem deficientes ou quando ocorrerem os eventos irregulares gerados pela rotina do jogo.

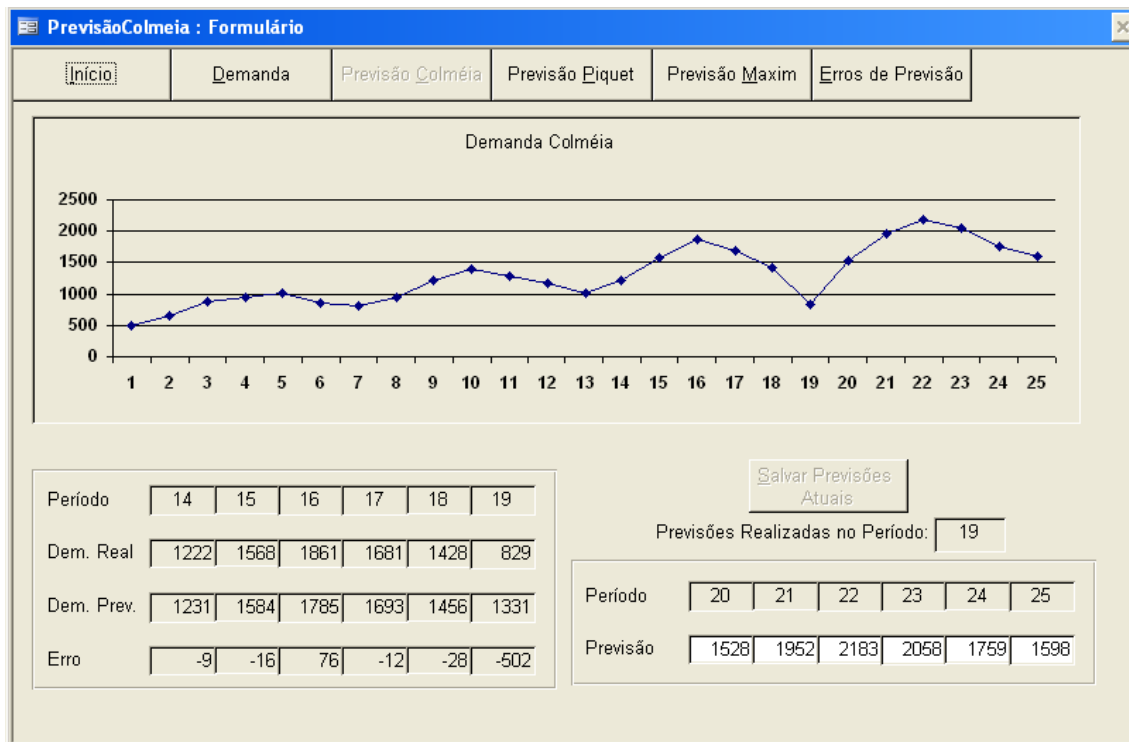


Figura 13 Tela do Formulário *Previsão Colméia*.

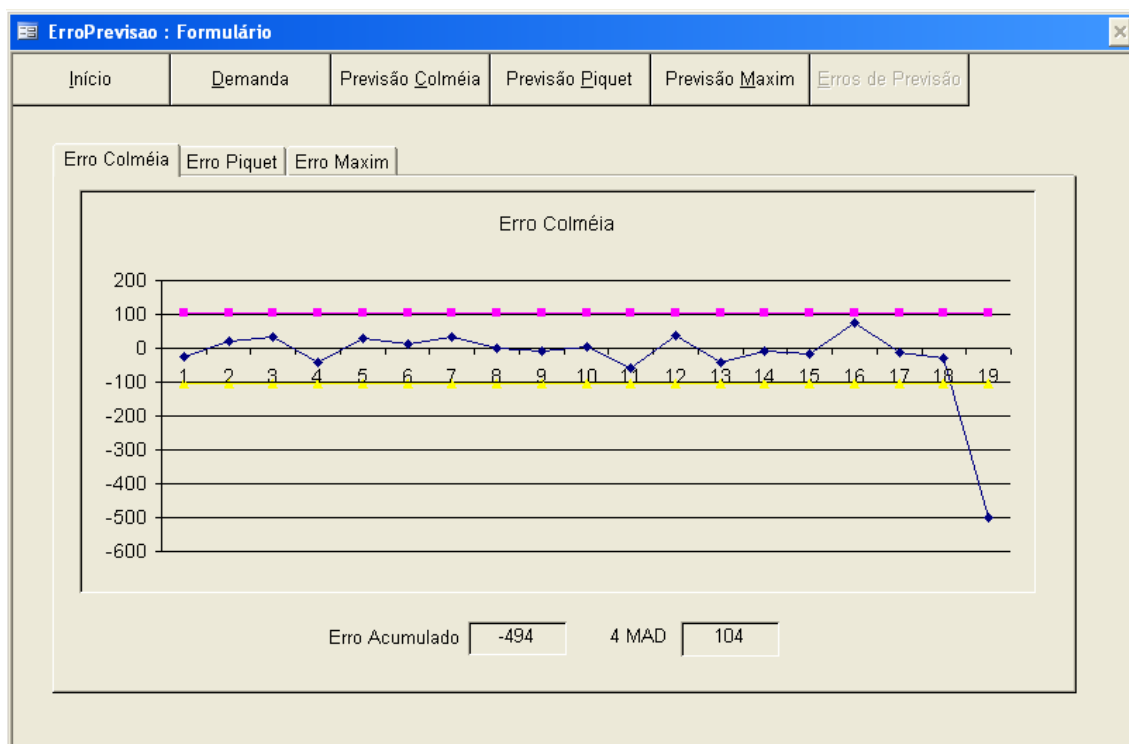


Figura 14 Tela do Formulário *Erros de Previsão*.

Por exemplo, nas figuras 13 e 14 pode-se ver que no período 19 ocorreu um erro de previsão de -502 quilos decorrente da queda irregular da demanda neste período, muito aquém da linha de controle de -104 quilos. Sempre que houver uma variação irregular da demanda (pico, queda ou mix) um aviso de ocorrência será disparado ao se simular o período. Quando a variação irregular for de mix, como as previsões são por famílias, não irá se refletir no gráfico de controle, mas poderá ser acompanhada nos relatórios físicos correspondente as previsões de demanda onde há a separação por cores.

ACESSANDO O PLANEJAMENTO-MESTRE

A partir da tela principal do jogo, acionando-se o botão *PMP*, se tem acesso ao planejamento-mestre da produção e ao cálculo de capacidade futura dos recursos (RCCP). A tela do formulário *PMP Colméia*, conforme ilustrado na figura 15, é a tela de entrada nas funções do PMP. A partir desta tela se tem botões de acesso ao PMP das outras duas famílias (*PMP Piquet*, *PMP Maxim*), ao cálculo de capacidade futura (*RCCP*) dos recursos produtivos, ao acionamento da rotina padrão (*PMP Padrão Geral*) e ao PMP de cada uma das cores da família (*Colméia Branca*; *Colméia Azul*, *Colméia Verde*).

Período		20	21	22	23	24	25
Demanda Prevista	%	1528	1952	2183	2058	1759	1588
Branca	0,5	764	976	1092	1029	880	794
Azul	0,2	306	390	437	412	352	318
Verde	0,3	458	586	654	617	527	476

Período		20	21	22	23	24	25
Total Colméia		1560	1920	2280	2040	1680	1680
Colméia Branca		840	960	1080	1080	840	840
Colméia Azul		360	360	480	360	360	360
Colméia Verde		360	600	720	600	480	480

Figura 15 Tela do Formulário *PMP Colméia*.

Na tela do formulário *PMP Colméia* (idem para as famílias Piquet e Maxim) se tem o Plano de Vendas, total e por cores, e o PMP, total e por cores, para os próximos seis períodos da família Colméia. O Plano de Vendas é obtido a partir das previsões de demanda montadas para as famílias, enquanto que o PMP é proveniente das telas dos formulários do PMP de cada cor. Ao se acionar o botão *PMP Padrão Geral* a rotina padrão de montagem do PMP para cada uma das cores das três famílias é disparada.

Caso se queira ajustar cada um dos planos-mestres de cada cor separadamente pode-se entrar no PMP da cor acionando o botão correspondente. Como exemplo, a figura 16 apresenta a tela do formulário do plano-mestre de produção da malha colméia branca. Nessa tela pode ajustar o PMP de cada período da forma como se queira, desde que múltiplos de 120 quilos, ou pode-se acionar o botão *PMP Padrão* para se rodar a rotina padrão apenas para esta malha. Note que o estoque de segurança, diferentemente do jogo LSSP_PCP2, não pode ser dimensionado aqui, ele é proveniente do formulário de dimensionamento do sistema kanban para esta malha.

Período	20	21	22	23	24	25
Demanda Prevista	764	976	1092	1029	880	794
Recebimento Programado	0	0	0	0	0	0
Estoque Projetado	595	671	655	643	694	700
Necessidade Líquida	0	0	0	0	0	0
Plano-mestre de Produção	840	960	1080	1080	840	840

O estoque de segurança é definido como o Supermercado Proposto (SMprop) do Módulo Kanban

Figura 16 Tela do Formulário *PMP Colméia Branca*.

Uma vez montado o PMP de cada família de malha se pode fazer uma análise da capacidade futura dos recursos (teares, jets e rama) acionando o botão *RCCP*. Este cálculo de capacidade é realizado com base na taxa de produção de cada malha em cada

grupo de recursos. No caso da programação puxada, como os lead times são nulos, o consumo de recursos se dará no próprio período de ocorrência do PMP da malha. Para se chegar a capacidade necessária em horas do grupo de recursos, além dos tempos gastos com a produção, são computados também os tempos médios de setup. Por exemplo, na figura 17, para o cálculo de capacidade necessária dos Jets se está considerando um setup médio de 20% do tempo de carregamento por período. A comparação da capacidade necessária com a instalada (em percentual e de forma gráfica) dá uma visão futura do carregamento da fábrica, sendo que para a capacidade instalada está se considerando apenas as horas disponíveis nos dias de produção normal, ou seja, de segunda a sexta feira. No caso dos Jets se tem 210 horas disponíveis na semana (2 turnos/dia x 5 dias x 7 horas/turno x 3 Jets), mas se tem condições de acrescentar mais 42 horas (2 turnos/dia x 7 horas/turno x 3 Jets) no sábado.

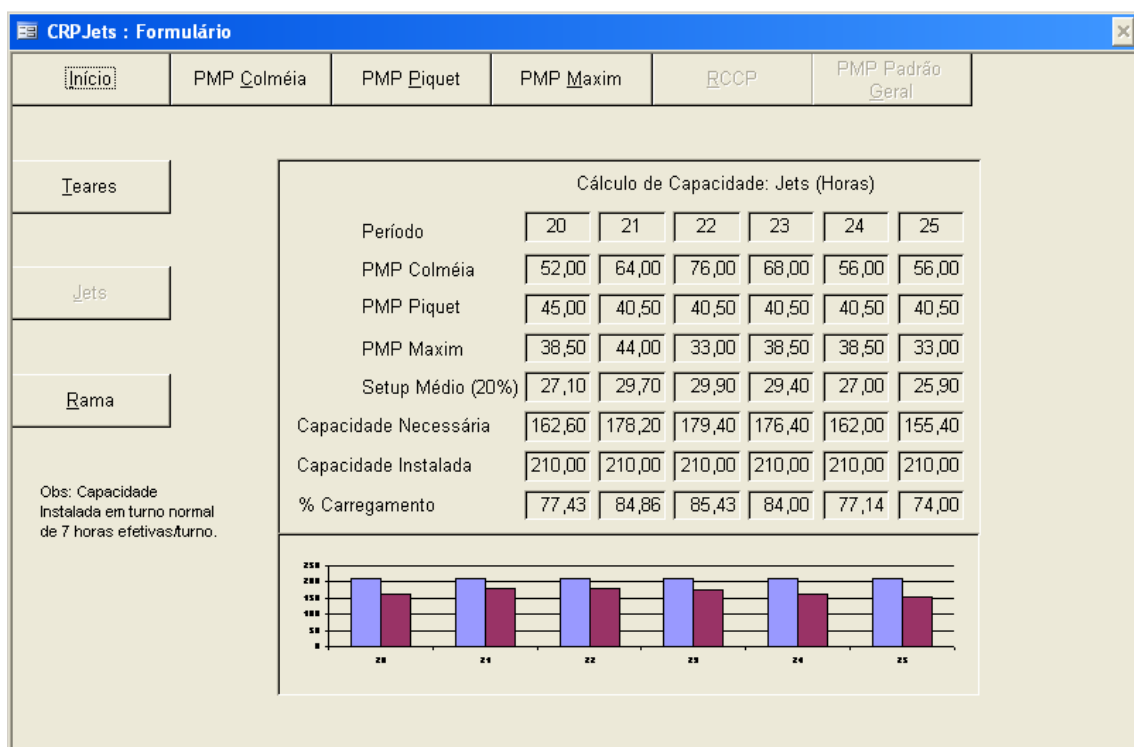


Figura 17 Tela do Formulário *RCCP Jets*.

ACESSANDO O CÁLCULO DAS NECESSIDADES

A partir da tela principal do jogo, acionando-se o botão *MRP*, se tem acesso a rotina de cálculo das necessidades de materiais dos itens. A tela do formulário *MRP Colméia Branca*, conforme ilustrado na figura 18, é a tela de entrada nas funções do MRP. A partir

desta tela de entrada se tem botões de acesso ao MRP dos outros itens (malhas acabadas, fixadas, cruas e dos fios), bem como o botão de acionamento da rotina padrão para o MRP (*MRP Padrão Geral*) simultâneo de todos os itens.

Período	20	21	22	23	24	25
Demanda Prevista	764	976	1092	1029	880	794
Recebimento Programado	0	0	0	0	0	0
Estoque Projetado	595	671	655	643	694	700
Necessidade Líquida	0	0	0	0	0	0
Plano-mestre de Produção	840	960	1080	1080	840	840
Liberação de Ordens	840	960	1080	1080	840	840

Figura 18 Tela do Formulário *MRP Colméia Branca*.

Em função da dinâmica de programação puxada do jogo, que faz com que os dos lead times de programação sejam padronizados como zero, optou-se por fazer com que no MRP das malhas acabadas, como pode ser visto para a colméia branca da figura 18, não se permitisse modificações nas liberações de ordens, que já vêm planejadas em suas quantidades do PMP. Em função disto, também o botão *MRP Padrão* destes formulários de malhas acabadas estão desabilitados.

Já para as malhas fixadas, malhas cruas (figura 19) e fios (figura 20) é possível redimensionar a liberação de ordens no respectivo formulário, o que não é recomendável pois pode desequilibrar o sistema de cálculo, ou ainda rodar a rotina padrão apenas para este item acionando o botão *MRP Padrão* do formulário. Ao se acionar o botão *MRP Padrão Geral*, disponível em todos os formulários do MRP, a rotina padrão de montagem do MRP para todos os itens é disparada. Esta rotina inclui refazer de forma padrão também o PMP das malhas acabadas.

MRPColmeiaCrua : Formulário

Início Malhas Acabadas Malhas Eixadas Malhas Cruas Figs MRP Padrão Geral

Planejamento das Necessidades de Materiais: Crua Colméia

Crua Colméia Lote: Múltiplos de 30 Kg Lead Time: 0 Estoque de Segurança: 720

Crua Piquet

Crua Maxim

Período	20	21	22	23	24	25
Necessidade Bruta	1680	1920	2280	2040	1680	1680
Recebimento Programado	0	0	0	0	0	0
Estoque Projetado	720	720	720	720	720	720
Necessidade Líquida	0	0	0	0	0	0
Liberação de Ordens	1680	1920	2280	2040	1680	1680

MRP Padrão

O estoque de segurança é definido como o Supermercado Proposto (SMprop) do Módulo Kanban

Figura 19 Tela do Formulário *MRP Colméia Crua*.

MRPFioAlgodao : Formulário

Início Malhas Acabadas Malhas Eixadas Malhas Cruas Figs MRP Padrão Geral

Planejamento das Necessidades de Materiais: Fio Algodão

Fio Algodão Lote: Múltiplos de 5 Kg Lead Time: 2 semanas Estoque de Segurança: 400

Fio Sintético

Período	20	21	22	23	24	25
Necessidade Bruta	2280	2460	2820	2580	2220	2220
Recebimento Programado	2400	2400	0	0	0	0
Estoque Projetado	700	820	760	400	400	400
Necessidade Líquida	0	0	0	0	0	0
Liberação de Ordens	2460	2580	2220	2220	2220	2220

MRP Padrão

Obs: A Liberação de Ordens nos dois últimos períodos é opcional. Pelo preenchimento padrão se repete o valor do antepenúltimo período

Figura 20 Tela do Formulário *MRP Fio Algodão*.

Como já foi discutido na dinâmica do jogo, e ilustrado na figura 2, os estoques de segurança para as malhas nos formulários *PMP* e *MRP* correspondem aos

supermercados propostos definidos no formulário *Kanban*, sempre que houver uma alteração significativa no nível do supermercado da malha, é importante refazer a rotina do PMP e do MRP, visto que esta alteração nos estoques de segurança (supermercado) poderá aumentar ou diminuir as necessidades líquidas da malha, que, por sua vez, irão alterar o planejamento da liberação de ordens, interferindo no próprio cálculo dos supermercados, ou seja, é um circuito fechado, que, em geral, com uma nova rodada dos formulários *PMP* e *MRP* e um retorno ao formulário *Kanban* se equilibram as necessidades líquidas com o sistema kanban (estoques de segurança).

Já para os fios, conforme ilustrado na figura 20, além de alterações individuais nas liberações de ordens, é possível redimensionar seus estoques de segurança, dado que os fios serão comprados, de forma empurrada, pelo próprio sistema para entrega em duas semanas (lead time de compra dos fios).

ACESSANDO O SISTEMA KANBAN

A partir da tela principal do jogo, acionando-se o botão *Kanban*, se tem acesso a rotina de cálculo do sistema kanban. A tela do formulário *Kanban OA Colméia*, conforme ilustrado na figura 21, é a tela de entrada nas funções do sistema kanban. A partir desta tela de entrada se tem botões de acesso ao sistema kanban das demais malhas acabadas (*Kanban Piquet* e *Kanban Maxim*), das malhas fixadas (*Kanban OF*) e das malhas cruas (*Kanban OM*), bem como os botões de acesso ao histórico dos supermercados (*SuperMercados*) e ao histórico das ordens de acabamento (*Histórico OA*). Ao histórico das ordens de fixação e de malharia se tem acesso através dos formulários *Kanban OF* e *Kanban OM*, respectivamente.

Nas telas de dimensionamento do sistema kanban, como a da figura 21 para as malhas acabadas da família Colméia, é possível escolher, acionando os botões *1 Semana*, *2 Semanas* ou *4 Semanas*, se a demanda média diária utilizada na fórmula de cálculo dos supermercados será baseada em uma, duas ou quatro semanas à frente. As previsões de demanda das quatro semanas futuras são provenientes das liberações de ordens do MRP da malha. Por exemplo, as quatro primeiras liberações do formulário *MRP Colméia Branca* (figura 18) são passadas para o formulário *Kanban OA Colméia* (figura 21).

MRP: Previsão de Demanda (Kg)

Período	20	21	22	23
MA_1	840	960	1080	1080
MA_2	360	360	480	360
MA_3	360	600	720	600

Demanda Média

Semana	Dia
990	198,00
390	78,00
570	114,00

Demanda Média

1 Semana
2 Semanas
4 Semanas

Formulas: $NKcal = (D/Q) \times Nd \times (1+S)$ $Q = 120 \text{ Kg}$ $Produção = Q$ $NKprop = NKcal$

	S (%)	Nd (dias)	NKcal	SMcal	NKprop	SMprop	SMatual	Var (%)
MA_1	10	3	6	720	6	720	595	-17,36
MA_2	10	3	3	360	3	360	240	-33,33
MA_3	10	3	3	360	3	360	475	31,94

Figura 21 Tela do Formulário *Kanban OA Colméia*.

Para o dimensionamento do sistema kanban o jogo trabalha com algumas definições particulares, quais sejam:

NKcal - número calculado de kanbans pela fórmula de dimensionamento;

SMcal - quantidade em quilos de malha no supermercado calculada pela fórmula de dimensionamento;

NKprop - número proposto de kanbans para operar o sistema na próxima semana;

SMprop - quantidade em quilos de malha no supermercado proposta para operar o sistema na próxima semana;

SMatual - quantidade em quilos de malha no supermercado no período atual. Esta quantidade é a dos estoques em mãos do MRP (veja na figura 21 para a malha colméia branca).

Já o número calculado de kanbans é obtido pela seguinte fórmula de dimensionamento:

$$NKcal = (D/Q) \times Nd \times (1 + S)$$

Onde:

D = demanda média diária em quilos (período escolhido de 1, 2 ou 4 semanas);

Q = lote kanban em quilos de malha;

Nd = Número de dias de cobertura da demanda no supermercado;

S = segurança em percentual a ser acrescentada ao sistema.

Ao serem informados um número de dias de cobertura e uma segurança desejada nas telas de dimensionamento do sistema kanban, o número de kanbans é recalculado com base nesta fórmula. Caso se queira trabalhar com o número proposto de kanbans para operar o sistema na próxima semana igual ao número calculado de kanbans, basta acionar o botão $NK_{prop} = NK_{cal}$, ou pode-se dar entrada manualmente nos campos correspondentes. Pode-se também escolher e inserir um número proposto de kanbans qualquer, independente do resultado da fórmula.

Os valores que serão implementados no sistema puxado na próxima semana serão os valores dos kanbans propostos. Um percentual de variação (*Var %*) do SM_{prop} em relação ao SM_{atual} é informado na tela. Caso se esteja aumentando os supermercados, no início da simulação, segunda feira, os cartões kanbans adicionais irão para o quadro kanban de programação. Caso se esteja reduzindo os supermercados, no início da simulação os estoques excedentes serão consumidos e não repostos.

Para acompanhar o que está acontecendo com os supermercados das malhas basta acionar o botão *SuperMercados*. Neste caso, a tela do formulário *Histórico SMC* é a tela de entrada, e ela permite que se acesse as informações também dos formulários *Histórico SMP* para as malhas fixadas e *Histórico SMA* (figura 22) para as malhas acabadas.

As telas dos históricos dos supermercados, como a da figura 22, apresentam dois tipos de informações. Na parte inferior se tem uma visão dos estoques semanais para os períodos passados, com os estoques iniciais, as vendas e vendas perdidas para as malhas acabadas e o consumo para as malhas fixadas e cruas, a produção (a produção extra neste caso não existe), os estoques finais e o estoque médio.

Já na parte superior da tela as informações permitem que se faça uma leitura do comportamento diário dos supermercados na semana passada, com as seguintes variáveis:

K Proposto - número de kanbans proposto para a semana;

K no SM - número de kanbans no supermercado ao final do dia;

K no Quadro - número de kanbans no quadro no início do dia;

K em Produção - número de kanbans que estavam no quadro no início do dia e que foram programados;

K Concluído - número de kanbans que foram concluídos neste dia e voltaram para o supermercado.

HistoricoSMA : Formulário

Item	Dia	K Proposto	K no SM	K no Quadro	K em Produção	K Concluído
12	Inicial	5	4	0	0	0
12	Seg.	5	3	2	1	0
12	Ter.	5	4	1	0	1
12	Qua.	5	3	2	1	0
12	Qui.	5	3	2	1	1
12	Sex.	5	3	2	1	1
12	Sab.	5	4	1	0	1

Registro: 7 de 7 (Filtrado)

Item	Período	Est. Inicial	Vendas	Vendas Perd.	Produção	Prod. Extra	Est. Final	Est. Médic
12	13	600	510	0	480	0	570	497
12	14	570	610	0	600	0	560	461
12	15	560	785	0	720	0	495	420
12	16	495	930	0	840	0	405	324
12	17	405	840	0	960	0	525	380
12	18	525	715	0	720	0	530	442
12	19	530	415	0	480	0	595	481

Registro: 1 de 7 (Filtrado)

Malhas Acabadas

Colméia Branca	Colméia Azul	Colméia Verde	Piquet Branca	Piquet Azul	Piquet Verde	Maxim Branca	Maxim Azul	Maxim Verde
----------------	--------------	---------------	---------------	-------------	--------------	--------------	------------	-------------

Figura 22 Tela do Formulário *Histórico SMA*.

Utilizando como exemplo a figura 22, tem-se que o número de kanbans proposto para operar na semana 19 da malha colméia branca foi de 5 cartões, enquanto que no supermercado no início da semana (*inicial*) existiam 4 cartões. Na realidade, como pode-se ver na parte inferior da tela, para a malha colméia branca o estoque inicial da semana 19 era de 530 quilos, o que dá 4 kanbans de 120 quilos mais 40 quilos sem cartão em um rolo de malha já aberto. Está se usando a regra de que uma vez consumido parte dos 120 quilos do rolo de malha, o cartão já é encaminhado para o quadro.

Na segunda feira (Seg.) se esperava encerrar o dia com 5 kanbans no supermercado (NK prop), contudo só se chegou a 3 kanbans, resultado da seguinte conta:

1. No início do dia foi colocado um cartão no quadro para aumentar o número total de cartões no sistema de 4 para 5;

2. No início do dia também foi colocado mais um cartão no quadro decorrente das vendas da malha neste dia, perfazendo um total de 2 cartões no quadro. Dos 4 cartões que estavam no SMA no início do dia (ou ao final do dia anterior) ficaram 3 cartões;
3. Dos 2 cartões no quadro, foi possível programar (emitir uma OA) apenas um, provavelmente não havia estoque de malhas fixadas colméia em quantidade suficiente para programar mais um cartão;
4. O cartão programado na segunda, em função do seqüenciamento nos jets e na rama, não ficou pronto neste dia.

Já na terça feira (*Ter.*) o cartão que foi programado na segunda ficou pronto, elevando o número de kanbans no supermercado ao final do dia para 4. As vendas desta malha neste dia foram em cima do rolo já aberto na segunda feira, não liberando cartão novo para o quadro. E o cartão que já estava no quadro desde a segunda feira, continuou no quadro sem programação, provavelmente por falta de matéria prima.

E assim por diante, os estoques no supermercado, os cartões no quadro, as ordens programadas e as concluídas podem ser identificadas. Uma leitura das informações, conciliando as informações diárias com o resumo semanal da tela, é de que na semana 19 foram produzidos 4 kanbans ou 480 quilos, e o estoque final da semana foi de 595 quilos (4 kanbans + 115 quilos sem cartão), sendo que o quinto cartão que foi colocado no quadro não gerou OA no sábado, provavelmente porque a quantidade em estoque desta malha era de “quase” de cinco cartões, e ela foi colocada no final da fila de prioridades, e a rama deve ter ficado sem capacidade de produzi-la no sábado.

Outro ponto a ressaltar nestas informações é de que com a programação puxada para os níveis de supermercados projetados neste exemplo, o lead time de produção desta malha ficou em dois dias, pois sempre que o cartão foi programado em um dia na semana 19, ele só foi concluído no outro dia. Este fato deve ser usado para a definição da tática escolhida para dimensionar o sistema puxado em termos da variável número de dias de cobertura (Nd) que se pretende implantar no sistema. Caso se opte por usar, por exemplo, apenas um dia de cobertura, os estoques não serão suficientes.

Outro ponto importante de ser ressaltado nos sistemas puxados, é de que se deve ter mais agilidade na programação da produção para que os cartões retornem logo do quadro

para o supermercado e que não deve-se ficar reduzindo e aumentando em seguida muito os estoques. Por exemplo, caso se aumente de uma única vez muito os supermercados das malhas fixadas e acabadas, logo na segunda feira a fila de ordens de malhas fixadas, que terão prioridade sobre as acabadas, será grande. Isto irá fazer com que o lead time das malhas acabadas aumente, e provavelmente gere esgotamento dos estoques para atender as vendas.

Um erro é o de aumentar ainda mais os estoques do sistema para tentar evitar a falta, o que só irá potencializar o problema. A solução está em diminuir os estoques, ou equilibrá-los com base em demandas mais médias, para agilizar a resposta do sistema produtivo as demandas imediatas.

Para visualizar esta situação é possível acompanhar como se deu a programação da produção das ordens no detalhe, acessando as telas (e os relatórios físicos) do histórico das ordens de acabamento (*Histórico OA*), ordens de fixação (*Histórico OF*) e de malharia (*Histórico OM*). Este acompanhamento pode ser feito filtrando-se os recursos ou as malhas, como ilustrado na figura 23 para as malhas acabadas, no caso as ordens da colméia branca e as ordens de acabamento que passaram pelo jet_1.

HistoricoOA : Formulário

Início KANBAN OM KANBAN OE KANBAN OA SuperMercados

Histórico OA

Período	Seq.	Num. Ordem	Item	Jet	Total H. Jet	Setup H. Jet	Dia Jet	H. Início Je
13	12	5	12	7	3,00	0,50	Ter.	7,0
13	25	12	12	8	3,00	2,00	Qua.	15,0
13	35	17	12	6	3,00	0,50	Qui.	12,5
13	45	22	12	7	3,00	0,50	Sex.	12,0
14	55	27	12	6	3,00	2,00	Sex.	16,0
14	13	6	12	7	3,00	0,50	Seg.	12,5

Registro: 1 de 40 (Filtrado)

Colméia Branca Colméia Azul Colméia Verde Piquet Branca Piquet Azul Piquet Verde Maxim Branca Maxim Azul Maxim Verde

Período	Recurso	Seq.	OA	Totais H.	Setup H.	Dia	H. Início	H. Fim
13	6	16	20	4,00	0,50	Sex.	9,50	13,50
13	6	3	3	3,00	0,50	Seg.	8,50	11,50
13	6	5	4	3,50	0,50	Ter.	7,00	10,50
13	6	8	7	4,00	0,50	Qua.	8,50	12,50
13	6	9	10	3,50	2,00	Qua.	14,50	18,00
13	6	12	14	3,50	0,50	Qui.	8,50	12,00

Registro: 1 de 68 (Filtrado)

Recursos Jet 1 Jet 2 Jet 3 Rama

Figura 23 Tela do Formulário *Histórico OA*.

ACESSANDO COMPRAS POR PONTO DE PEDIDO

A partir da tela principal do jogo, acionando-se o botão *Compras MP*, se tem acesso a rotina de compras dos corantes pelo sistema de ponto de pedido e a visualização das compras de fios pelo MRP. A tela do formulário *Compras Fios*, conforme ilustrado na figura 24, é a tela de entrada neste caso. A partir desta tela de entrada se tem o botão *Corantes* de acesso ao sistema de compras por ponto de pedido para os corantes. Como as compras dos fios decorrem da liberação de ordens do sistema MRP e são feitas automaticamente pelo sistema, a tela de entrada, como ilustrado na figura 24, fornece apenas informações históricas semanais sobre os estoques de fios (estoque inicial, consumo, compras, compras de emergência, estoque final e estoque médio) e as liberações planejadas no MRP para os próximos quatro períodos.

ComprasFios : Formulário

Início | **Fios** | **Corantes**

MRP: Liberação de Ordens (Kg) Lead Time 2 Sem.

Período	20	21	22	23
Fio Algodão	2460	2580	2220	2220
Fio Sintético	1260	1380	1380	1260

Fios

Algodão

Sintético

Item	Período	Est. Inicial	Consumo	Compras	C. Emerg.	Est. Final	Est. Médio
▶ 4	13	400	480	2.100	0	2.020	1.210,00
4	14	2.020	2.040	2.220	0	2.200	2.110,00
4	15	2.200	2.220	120	0	100	1.150,00
4	16	100	2.400	2.640	0	340	220,00
4	17	340	1.920	2.340	0	760	550,00
4	18	760	2.340	2.040	0	460	610,00
4	19	460	1.500	1.740	0	700	580,00
* 0	0	0	0	0	0	0	0,00

Registro: 1 de 7 (Filtrado)

Figura 24 Tela do Formulário *Compras Fios*.

Por outro lado, a compra dos corantes se dá pelo sistema de ponto de pedido que precisa ser analisado toda semana. Esta análise é feita a partir da tela do formulário *Compras Corantes*, ilustrado na figura 25. Na parte superior esquerda desta tela se tem o cálculo da demanda média semanal dos corantes, calculada como 2% da quantidade média semanal da previsão das liberações de ordens das malhas, por cor, planejada no MRP

para as próximas quatro semanas. Na parte superior esquerda se tem o cálculo do ponto de pedido para os corantes, como sendo a demanda média vezes o lead time de compra (1 semana) mais o estoque de segurança, definido pelo grupo.

Já na parte inferior esquerda desta tela do formulário *Compras Corantes* se tem a análise dos estoques, consumos e compras que determinarão se há necessidade ou não de se repor estes corantes com base no ponto de pedido dos mesmo. Nesta tela é informado o estado do estoque atual (no início da semana a ser simulada), a previsão de consumo de corantes (com base em 2% da liberação planejada para a próxima semana de malhas por cor do MRP) e o estoque esperado para o final da semana (estoque inicial + compras - consumo).

Segundo o sistema por ponto de pedido, caso o estoque final esteja abaixo do nível do ponto de pedido, deve-se propor uma compra do corante, preenchendo o campo *Lote de Compra*, para evitar que ao final da semana a ser simulada, quando esta compra dará entrada, os estoques não sejam suficientes para atender ao próximo período. Ao se preencher o campo *Lote de Compra*, com valores múltiplos de 10 quilos, o campo *Estoque Final* é atualizado.

ComprasCorantes : Formulário

MRP: Liberação de Ordens (Kg)

Período	20	21	22	23
Malha Branca	1440	1560	1680	1680
Malha Azul	1200	1200	1200	1200
Malha Verde	960	1200	1200	1080

Demanda Média Corante

Malha	Corante (2%)
Malha Branca	1590
Malha Azul	1200
Malha Verde	1110

Ponto de Pedido dos Corantes

	Branco	Azul	Verde
Dem. Média (Kg)	31,80	24,00	22,20
Lead Time (Sem)	1	1	1
Segurança (Kg)	0,00	0,00	0,00
PP (Kg)	31,80	24,00	22,20

Ordens de Compra (Kg)

	Branco	Azul	Verde
Estoque Atual	53,00	29,00	74,00
Consumo (MRP)	28,80	24,00	19,20
Estoque Final	24,20	5,00	54,80
Lote de Compra	0	0	0

Registros

Período	Est. Inicial	Consumo	Compras	C. Emerg.	Est. Final	Est.
13	30	19	100	0	111	
14	111	24	0	0	87	
15	87	26	0	0	61	
16	61	26	0	0	35	
17	35	34	100	0	101	

Registros: 1 de 7 (Filtrado)

Corantes

Branco Azul Verde

Figura 25 Tela do Formulário *Compras Corantes*.

Caso a quantidade de corantes do estoque atual não seja suficiente para atender a produção de OA do período, compras de emergência serão disparadas. Um resumo semanal do comportamento dos estoques (estoque inicial, consumo, compras, compras de emergência, estoque final e estoque médio) pode ser visto na parte inferior direita da tela do formulário *Compras Corantes*.

ACESSANDO RELATÓRIOS FÍSICOS E FINANCEIROS

A partir da tela principal do jogo, acionando-se o botão *Relat. Físicos*, se tem acesso ao conjunto de relatórios físicos do jogo através da tela do formulário *Relatórios Físicos*, conforme ilustrado na figura 26. Conforme pode-se ver nesta figura, 12 relatórios físicos estão disponíveis. Eles podem ser visualizados na tela, podem ser impressos ou podem ser exportados, por exemplo para o Excel ou Word, para permitir o tratamento das informações. Na medida em que os períodos são simulados eles são acrescidos com os novos períodos.

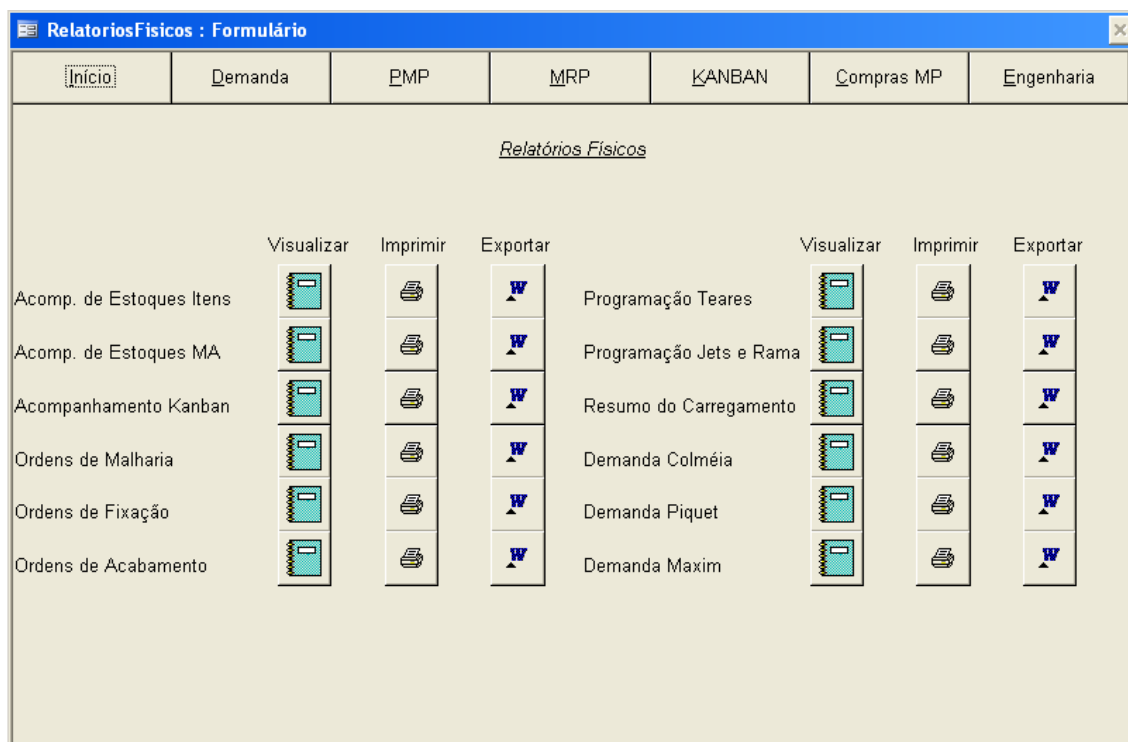


Figura 26 Tela do Formulário *Relatórios Físicos*.

Da mesma forma, a partir da tela principal do jogo, acionando-se o botão *Relat. Financeiros*, se tem acesso ao conjunto de relatórios financeiros do jogo através da tela do formulário *Relatórios Financeiros*, conforme ilustrado na figura 27. Conforme pode-se

ver nesta figura, 12 relatórios financeiros estão disponíveis. Eles podem ser visualizados na tela, podem ser impressos ou podem ser exportados, por exemplo para o Excel ou Word, para permitir o tratamento das informações. Na medida em que os períodos são simulados eles são acrescidos com os novos períodos.

Por limitações do Access, caso o computador onde se esteja realizando as simulações não tenha instalado uma impressora, os relatórios não são disponibilizados, nem para visualização ou exportação.

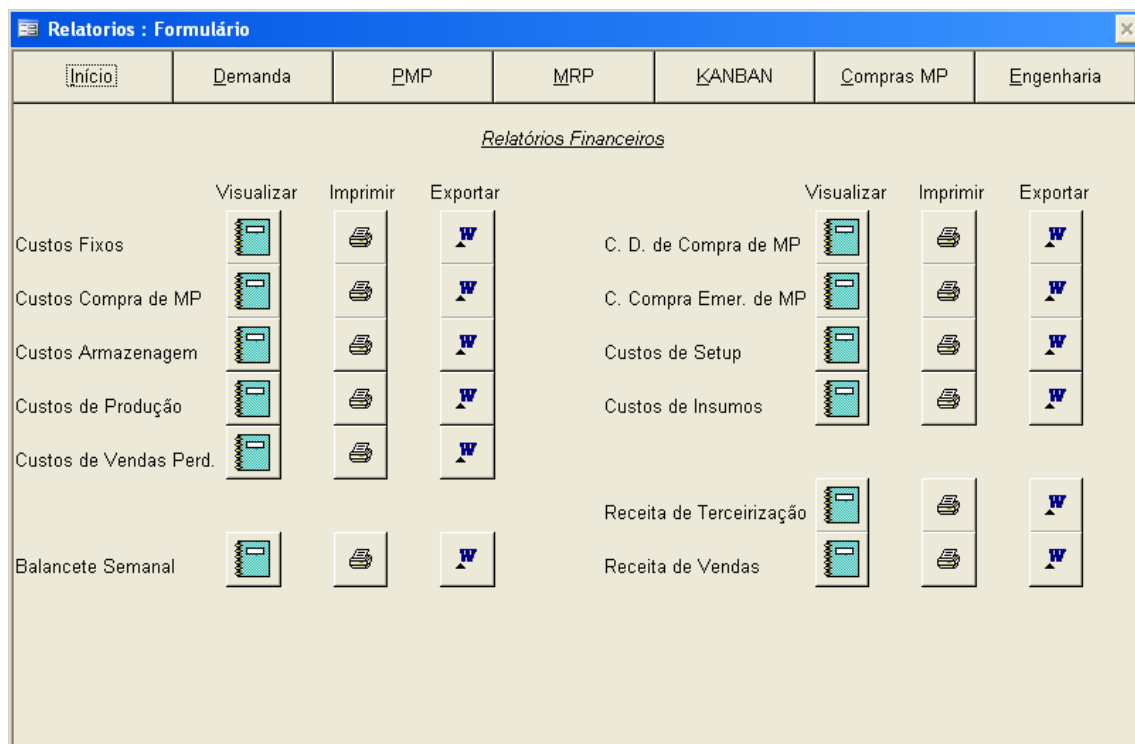


Figura 27 Tela do Formulário *Relatórios Financeiros*.

DISCUTINDO O ESTUDO DE CASO

Como o objetivo do jogo é o de explorar as questões de planejamento de médio prazo e programação da produção puxada via sistema kanban e seus reflexos perante as variações não previsíveis na demanda, bem como comparar com os resultados obtidos no jogo *LSSP_PCP2* de programação empurrada, como sugestão para se discutir a programação puxada se propõe duas rodadas completas de simulação. Na primeira rodada do jogo os grupos apresentam como foram dimensionados os supermercados e se discutem os resultados desses níveis para os eventos não previsíveis da demanda. Deve-se dar foco na discussão de como foram estabelecidos os níveis de cobertura e os

estoques de segurança do sistema kanban e como o sistema puxado foi operado na empresa.

Em seguida, uma segunda rodada de simulação pode ser proposta onde os grupos, entendendo melhor o sistema produtivo puxado, o dimensionamento do sistema kanban, os eventos não previsíveis e seus reflexos sobre os estoques e atendimento da demanda, são desafiados a desenvolver novamente o jogo de forma que toda a demanda seja atendida. A partir dos resultados encontrados nas duas simulações, e dos resultados obtidos no jogo *LSSP_PCP2* quando aplicado também, propõem-se montar uma apresentação (e/ou entregar um relatório) de acordo com os sete pontos do roteiro proposto a seguir.

1. Introdução

- 1.1. Como introdução, apresente a empresa e o grupo de analistas que trabalhou no PCP da mesma, bem como a disciplina e o curso onde o jogo foi aplicado.

2. Quanto à previsão da demanda, PMP e vendas

- 2.1. Quais fatores (tendência, sazonalidade e variações aleatórias) estão agindo sobre a demanda de cada uma das três famílias de malhas? Que tipo de tendência? Que ciclo de sazonalidade? Apresente os gráficos mostrando que as previsões dos períodos 25 a 29 foram feitas corretamente.
- 2.2. Apresente o gráfico de controle da previsão da demanda jogada para cada família e justifique os pontos fora da área de controle de 4 MAD. Em que períodos e em que malhas ocorreram as três variações extraordinárias de demanda? Compare com as ocorridas no jogo *LSSP_PCP2*.
- 2.3. Quando as vendas não foram atendidas e por quê? Estão relacionadas com as variações extraordinárias? Apresente um gráfico com as quantidades de vendas perdidas. Compare com o gráfico apresentado no jogo *LSSP_PCP2* e explique as principais diferenças.

3. Quanto ao cálculo das necessidades dos fios

- 3.1. Qual foi a tática utilizada na montagem e operação do planejamento das necessidades de materiais para os fios? Trabalhou-se com estoques de segurança? Foi empregada a rotina de *MRP Padrão*?
- 3.2. A sua tática foi efetiva? Quando ocorreram situações que exigiram compras de emergência dos fios, explique por quê? Com base nos dados do relatório *Acompanhamento de Estoques* apresente um gráfico com as quantidades de compras de emergência dos fios. Compare com o gráfico apresentado no *LSSP_PCP2* e explique as principais diferenças.
- 3.3. Com base nos dados do relatório *Acompanhamento de Estoques* calcule o índice de giro médio semanal de estoques de cada fio (consumo total / somatório do estoque médio semanal). Compare com os índices de giro médio semanal apresentados no *LSSP_PCP2* e explique as diferenças.

4. Quanto ao sistema de ponto de pedido para os corantes

- 4.1. Qual foi a tática utilizada na montagem e operação do sistema de ponto de pedido para os corantes? Trabalhou-se com estoques de segurança? De quanto?
- 4.2. Qual o tamanho de lote definido para a compra? Empregou-se o conceito de lote econômico? Aplique a fórmula do lote econômico aos dados do jogo e calcule-o para cada um dos corantes.
- 4.3. A sua tática foi efetiva? Quando ocorreram situações que exigiram compras de emergência de corantes e por quê? Com base nos dados do relatório *Acompanhamento de Estoques* apresente um gráfico com as quantidades de compras de emergência. Compare com o gráfico apresentado no *LSSP_PCP2* e explique as principais diferenças.
- 4.4. Com base nos dados do relatório *Acompanhamento de Estoques* calcule o índice de giro médio semanal de estoques de cada corante (consumo total / somatório do estoque médio semanal). Compare com os índices de giro médio semanal apresentados no *LSSP_PCP2* e explique as diferenças.

5. Quanto ao sistema kanban de programação da produção

- 5.1. Qual foi a tática utilizada na montagem e operação do sistema kanban para as ordens de produção? Utilizou-se a quantidade calculada pela fórmula como a quantidade proposta? Quais os percentuais de estoques de segurança e períodos de cobertura médios utilizados para as malhas cruas, fixadas e acabadas.
- 5.2. Projete um quadro porta kanbans para ser utilizado na empresa. Com base no relatório *Acompanhamento kanban*, mostre para uma malha e para um período qualquer de dimensionamento (do 13 ao 24) como este quadro se comportaria, ou seja, com quantos cartões ficariam as faixas verde, amarela e vermelha de segunda a sábado.
- 5.3. Com os dados do relatório *Resumo do Carregamento* calcule e monte um gráfico com o carregamento médio dos teares, dos jets e da rama para os 12 períodos simulados. Quantas horas extras foram empregadas e quanto foi possível terceirizar nos teares, nos jets e na rama? Porque no sistema puxado os valores foram diferentes do sistema empurrado do LSSP_PCP2?
- 5.4. Com base nos dados do relatório *Acompanhamento de Estoques* calcule o índice de giro médio semanal de estoques para as famílias de malhas acabadas, malhas fixadas e malhas cruas (consumo total / somatório do estoque médio semanal). Porque no sistema puxado os valores foram diferentes do sistema empurrado do LSSP_PCP2?

6. Quanto ao resultado financeiro das operações

- 6.1. Qual foi o resultado operacional acumulado e a margem operacional média obtida no jogo. Apresente um gráfico ilustrativo.
- 6.2. Apresente um conjunto de gráficos baseado no relatório *Balancete Semanal* para ilustrar os componentes de custos e receitas do resultado financeiro das operações da empresa (convém agrupar por tipos de custos, bem como apresentar também de forma percentual).
- 6.3. Descreva e justifique os resultados financeiros destes componentes de custos e receitas com base nos eventos físicos que ocorreram durante o jogo.

6.4. Compare os resultados financeiros e gráficos obtidos neste jogo com os obtidos no *LSSP_PCP2* e relacione e explique as principais diferenças com base nas diferenças de programação entre eles.

7. Anexo: relatório *Balancete Semanal*

Na página do LSSP (http://www.deps.ufsc.br/lssp/index_arquivos/ranking.htm) se mantém atualizado um ranking com os dois valores máximos obtidos nos jogos da série *LSSP_PCP*. Caso seu grupo queira fazer parte deste ranking, deve enviar o jogo zipado com o nome do grupo de analistas e a instituição de origem para ser validado e incluído no ranking para tubino@deps.ufsc.br.