

Simulador de Planejamento de Alta Performance – Parte 2 de 3

Max-Prod

Resumo: O software possui três simuladores distintos, sendo que o presente descritivo enfoca o segundo deles; no primeiro foram relatadas as funcionalidades para simulação e otimização da carga de máquinas e sequenciamento das ordens de produção, sendo o presente descritivo reservado ao simulador responsável pela explosão, definição e otimização dos materiais. Para que tal se faça possível, torna-se necessário abordar a conceituação utilizada na estruturação dos materiais, de cada um dos produtos em processo, formadores do produto final.

1. ESTRUTURAÇÃO DE MATERIAIS

A conceituação utilizada na estruturação de materiais é muito ampla e ao mesmo tempo dinâmica, quando comparada àquelas convencionalmente utilizadas por outras aplicações. Esta permite um grande número de combinações entre si, dando condições ao usuário de interagir com o software, na pesquisa de soluções que melhor atendam ao que se busca no momento.

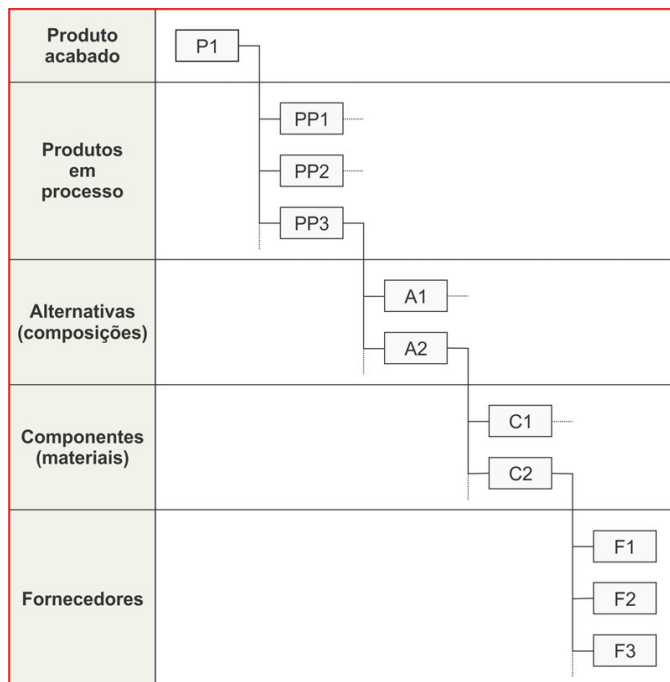


Fig. 1 – Nova concepção de estruturação dos materiais

Um produto, esteja ele em processo ou acabado, pode ter uma única ou várias alternativas (composições) de estruturação de materiais; cada alternativa pode ter tantos componentes quantos se fizerem necessários e por sua vez, um componente pode ter um ou vários fornecedores. Os diferenciais marcantes que caracterizam o material (componente) são os de que podem existir vários fornecedores e cada um deles apresentar custos de aquisição, prazos de entrega e índices de qualidade completamente diferentes entre si.

Um componente dentro de uma alternativa pode ser qualificado como tendo ou não restrições; a um componente sem restrições é permitido utilizar quaisquer de seus fornecedores, ao passo que aquele com restrições só pode contar com os fornecedores autorizados pelo usuário.

A figura 1 exemplifica uma nova concepção de estruturação dos materiais, a qual potencializa o número de opções para cada produto participante do processo fabril.

2. ESTUDO DE CASO

Toma-se como exemplo o conjunto CONJ_INJ_E, cujo processo fabril encontra-se ilustrado na figura 2.

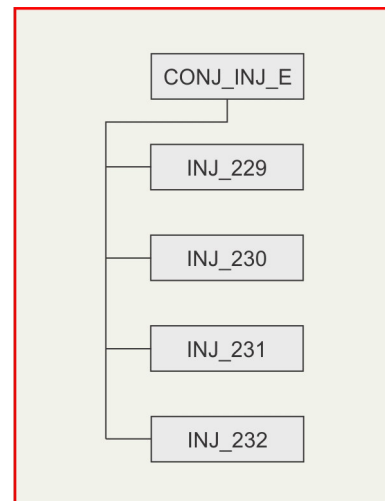


Fig. 2 – Fluxo do processo produtivo de CONJ_INJ_E

São permitidas várias alternativas para a composição dos materiais usados na fabricação de cada um dos produtos, conforme a tabela associada à figura 3.

Prod	Alt	Material	Fornecedor	Unidade	Custo unitário	Prazo de entrega	Índice qualidade	Quantidade
INJ_229	1	ABS_01	F3	kg	25,00	6	9	0,030
			F15		15,00	3	9	
		PP_01	F2	kg	15,00	5	8	0,050
			F9		25,00	3	4	
	PS_03	F5	kg	18,00	8	3	0,060	
		F8		30,00	5	8		
	PIGM_145	F6	kg	145,00	7	8	0,010	
		F8		135,00	9	3		
INJ_230	1	ABS_01	F8	kg	17,00	4	5	0,040
		PP_01	F2	kg	15,00	5	8	0,030
		PS_03	F5	kg	18,00	8	3	0,020
	2	PIGM_15	F14	kg	140,00	9	9	0,010
		PS_03	F3	kg	20,00	3	8	0,080
		PIGM_15	F3	kg	100,00	8	4	0,020
INJ_231	1	ABS_01	F3	kg	25,00	6	9	0,018
			F15		15,00	3	9	
	PIGM_32	F83	kg	125,00	7	8	0,020	
		F85		140,00	3	5		
INJ_232	1	PS_03	F5	kg	18,00	8	3	0,230
		PIGM_72	F17	kg	105,00	7	9	0,020
	2	ABS_01	F8	kg	17,00	4	5	0,230
		PIGM_72	F19	kg	115,00	6	3	0,020
CONJ_INJ_E	1	CX_PAP_145	F129	kg	0,80	7	6	0,033
			F237		0,95	6	5	
		FIT_GOM_145	F72	kg	2,50	8	5	0,020
			F85		2,85	6	8	
		ETIQ_14	F67	kg	0,01	7	8	1,000
			F81		0,015	2	9	

Fig. 3 – Alternativas de estruturação dos materiais

Na tabela desta figura constata-se que, além das várias alternativas de estruturação para cada um dos produtos, existem variações relativas à natureza dos materiais associados a cada composição, custos de aquisição, prazos de entrega por parte dos fornecedores e índices de qualidade dos materiais envolvidos, além da quantidade participativa de cada um deles nas diferentes alternativas apresentadas.

3. OTIMIZAÇÃO NA ESCOLHA DOS MATERIAIS

Embora o número de operações do processo fabril em estudo seja relativamente pequeno, a complexidade do processo de otimização é grande em vista das variáveis e do volume de soluções possíveis.

São estabelecidos critérios para priorizar a escolha dos materiais, conforme ilustrado na figura 4.

Os argumentos para priorização são custos de aquisição, prazos de entrega e índices de qualidade dos materiais, e a cada um deles deve ser associado o maior ou menor valor. A seqüência em que os argumentos para priorização devem ser ordenados é de livre escolha do usuário e tem caráter obrigatório.

A otimização da escolha dos materiais pode ocorrer na situação menos adversa dos argumentos de priorização ou então, no extremo oposto da escala de valores, na qual reside a situação mais adversa de tais parâmetros. Sucintamente, a mecânica envolvendo a otimização da escolha dos materiais está exposta a seguir:

Prioridade (1 a 3)	Situação menos adversa	Situação mais adversa	Argumento
1	<input checked="" type="checkbox"/> Menor <input type="checkbox"/> Maior	<input type="checkbox"/> Menor <input checked="" type="checkbox"/> Maior	Custo
2	<input checked="" type="checkbox"/> Menor <input type="checkbox"/> Maior	<input type="checkbox"/> Menor <input checked="" type="checkbox"/> Maior	Prazo de entrega
3	<input type="checkbox"/> Menor <input checked="" type="checkbox"/> Maior	<input checked="" type="checkbox"/> Menor <input type="checkbox"/> Maior	Índice de qualidade

Fig. 4 – Critérios para priorizar a escolha dos materiais, quer nas situações menos e mais adversas

3.1 Critérios para priorização utilizando-se das situações menos adversas

Neste primeiro estudo optou-se pela seguinte ordenação dos critérios de priorização:

= havendo dois ou mais fornecedores para um mesmo material, escolhe-se aquele que apresenta o menor custo de aquisição,

= caso ocorram dois ou mais fornecedores com o menor custo de aquisição, opta-se por aquele que apresentar o menor prazo de entrega e

= se houver dois ou mais fornecedores com o menor custo de aquisição e menor prazo de entrega, decide-se por aquele que apresentar o melhor índice de qualidade.

3.2 Critérios para priorização utilizando-se das situações mais adversas

Neste segundo estudo optou-se pela seguinte ordenação dos critérios de priorização:

= havendo dois ou mais fornecedores para um mesmo material, escolhe-se aquele que apresenta o maior custo de aquisição,

= caso ocorram dois ou mais fornecedores com o maior custo de aquisição, opta-se por aquele que apresentar o maior prazo de entrega e

= se houver dois ou mais fornecedores com o maior custo de aquisição e maior prazo de entrega, decide-se por aquele que apresentar o pior índice de qualidade.

3.3 Escolha dos materiais

Definidos os critérios de priorização em cada um dos estudos, são pesquisados os materiais das alternativas presentes em cada produto participante do processo fabril e escolhidos somente aqueles que atendem às restrições impostas.

3.4 Custos das alternativas

Em posse dos materiais que atendem às restrições preestabelecidas são calculados os custos envolvidos em cada uma das alternativas, nas situações menos e mais adversas. A figura 5 retrata os custos das alternativas nas situações menos

adversas, ao passo que a figura 6 ilustra o que ocorre com as situações mais adversas.

Produto	Alt	Material	Fornecedor	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo material	Custo alternativa
INJ_229	1	ABS_01	F15	kg	15,00	0,030	0,45	3,63
		PP_01	F2	kg	15,00	0,050	0,75	
		PS_03	F5	kg	18,00	0,060	1,08	
		PIGM_145	F8	kg	135,00	0,010	1,35	
INJ_230	1	ABS_01	F8	kg	17,00	0,040	0,68	2,89
		PP_01	F2	kg	15,00	0,030	0,45	
		PS_03	F5	kg	18,00	0,020	0,36	
		PIGM_15	F14	kg	140,00	0,010	1,40	
INJ_231	1	ABS_01	F15	kg	15,00	0,018	0,27	2,77
		PIGM_32	F83	kg	125,00	0,020	2,50	
INJ_232	2	ABS_01	F8	kg	17,00	0,230	3,91	6,21
		PIGM_72	F19	kg	115,00	0,020	2,30	
CONJ_INJ_E	1	CX_PAP_145	F129	kg	0,80	0,033	0,03	0,09
		FIT_GOM_145	F72	kg	2,50	0,020	0,05	
		ETIQ_14	F67	kg	0,01	1,000	0,01	

Fig. 5 – Custos das alternativas nas situações menos adversas

Produto	Alt	Material	Fornecedor	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo material	Custo alternativa
INJ_229	1	ABS_01	F3	kg	25,00	0,030	0,75	5,25
		PP_01	F9	kg	25,00	0,050	1,25	
		PS_03	F8	kg	30,00	0,060	1,80	
		PIGM_145	F6	kg	145,00	0,010	1,45	
INJ_230	2	PS_03	F3	kg	20,00	0,080	1,60	3,60
		PIGM_15	F3	kg	100,00	0,020	2,00	
INJ_231	1	ABS_01	F3	kg	25,00	0,018	0,45	3,25
		PIGM_32	F85	kg	140,00	0,020	2,80	
INJ_232	1	PS_03	F5	kg	18,00	0,230	4,14	6,24
		PIGM_72	F17	kg	105,00	0,020	2,10	
CONJ_INJ_E	1	CX_PAP_145	F237	kg	0,95	0,033	0,03	0,11
		FIT_GOM_145	F85	kg		0,020	0,06	
		ETIQ_14	F81	kg	0,015	1,000	0,02	

Fig. 6 – Custos das alternativas nas situações mais adversas

4. COMPARAÇÃO ENTRE OS ESTUDOS REALIZADOS

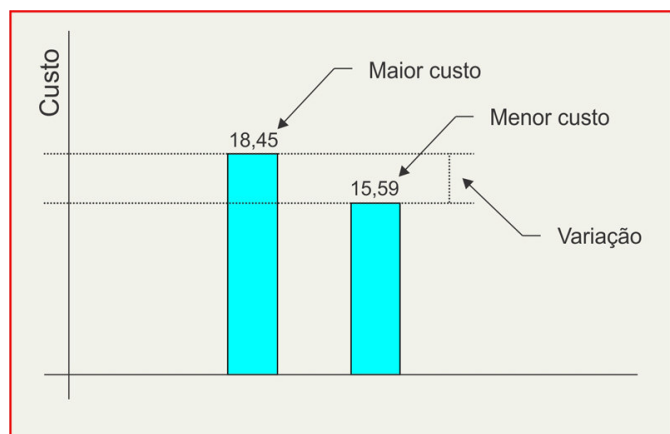


Fig. 7 – Variação entre o maior e o menor custo para o conjunto CONJ_INJ_E

A figura 7 sintetiza os custos apresentados nas situações menos adversa (menor custo) e aquele no outro extremo da escala de valores, ou seja, o representado pelas situações mais adversas (maior custo), bem como a correspondente variação entre eles.

5. FUNCIONALIDADES DO SIMULADOR

Cabe ao simulador formar as composições de materiais de cada uma das operações fabris do produto, seguindo restrições preestabelecidas de custos de aquisição, prazos de entrega e índices de qualidade. Ele também pesquisa o que se tem em estoque, o que está por ser recebido dos pedidos de compra colocados e não entregues e o que vem sendo solicitado pela programação de entrega, definindo assim o que efetivamente necessita ser comprado, em que quantidade e quando deve estar disponível para produção.

O ponto de partida para que o simulador possa vir a ser acionado é a existência de dados que identifiquem o que deve ser entregue e em que quantidade, dia a dia. A figura 8 ilustra a programação de entrega requerida pelos clientes no período.

Produto	Julho		Agosto							
	30	31	1	2	3	6	7	8	9	10
CONJ_INJ_A	0	50	100	150	150	50	150	100	100	100
CONJ_INJ_B	0	150	100	0	200	100	0	100	200	0
CONJ_INJ_C	0	100	150	200	150	100	150	150	100	50
CONJ_INJ_D	0	50	100	0	150	50	100	50	100	100
CONJ_INJ_E	0	50	75	150	75	100	150	150	100	0
CONJ_INJ_F	0	50	50	100	100	150	100	100	50	50

Fig. 8 – Programação de entrega requerida pela central de distribuição, na área de injeção

Outra informação que se faz necessária é a do fluxo do processo produtivo de cada um dos itens solicitados na programação de entrega. A figura 2 apresenta o processo de fabricação do conjunto CONJ_INJ_E, no qual se nota a presença dos quatro injetados que o compõem. A aplicação a partir desses dados procede com a definição de quais injetados devem ser fabricados e em que quantidade, varrendo a disponibilidade dos estoques, quer dos produtos acabados, como também daqueles que se encontram em processo.

Resta agora saber, para cada conjunto, quais são as alternativas de estruturação dos materiais para cada um dos produtos que o formam, quer sejam o produto acabado ou aqueles em processo; a tabela da figura 3 ilustra as alternativas de cada um dos itens do conjunto CONJ_INJ_E.

6. AMPLITUDE DOS CÁLCULOS

São fornecidas várias opções para definição do universo das informações a serem consideradas pelo simulador para definição das necessidades dos materiais, podendo ser calculadas a partir:

- = das ordens de produção geradas,
- = da programação de entrega, considerando somente a estrutura comum do produto,
- = das ordens de produção geradas além da programação de entrega, considerando somente a estrutura comum do produto,
- = da programação de entrega, considerando somente a estrutura diferenciada do produto e

= da programação de entrega, considerando a estrutura comum do produto, além da estrutura diferenciada.

Decidiu-se assim simular a opção em que são levadas em consideração as ordens de produção geradas além da programação de entrega, considerando somente a estrutura comum do produto.

7. SIMULAÇÃO

Optou-se por simular as situações menos adversas para definição das necessidades de materiais e extração dos relatórios. São disponibilizadas duas maneiras pelas quais os materiais da estrutura comum dos produtos podem ser escolhidos: uma manual e outra automática.

Não se recomenda a utilização da escolha manual, visto que normalmente o número de itens é muito grande, sendo o processo em si muito demorado e não havendo muitos critérios para uma seleção realmente compatível com o que é desejado pelo usuário.

Recomenda-se a seleção automática, a qual é realizada em função de restrições preestabelecidas pelo usuário, em um processo muito mais rápido comparativamente ao anterior e mais confiável em seus resultados.

7.1 Definição das restrições

São disponibilizados critérios que permitem selecionar as restrições que melhor se enquadram na otimização da escolha dos materiais, quer para as ordens de produção geradas, como também dos itens da programação de entrega.

Prioridade (1 a 3)	Amplitude	Argumento
1	<input checked="" type="checkbox"/> Menor <input type="checkbox"/> Maior	Custo
2	<input checked="" type="checkbox"/> Menor <input type="checkbox"/> Maior	Prazo de entrega
3	<input type="checkbox"/> Menor <input checked="" type="checkbox"/> Maior	Índice de qualidade

Fig. 9 – Critérios para priorizar a escolha dos materiais

No presente estudo, conforme ilustrado na figura 9, optou-se pela seguinte ordenação dos critérios de priorização para os materiais (utilizando-se tão somente a estrutura comum dos produtos):

= havendo dois ou mais fornecedores para um mesmo material, optar por aquele que apresentar o menor custo de aquisição,

= caso ocorram dois ou mais fornecedores com o menor custo de aquisição, optar por aquele que apresentar o menor prazo de entrega e

= caso ocorram dois ou mais fornecedores com o menor custo de aquisição e menor prazo de entrega, optar por aquele que apresentar o índice de qualidade mais alto.

Uma vez selecionados os materiais que atendam aos critérios estabelecidos, nas alternativas presentes em cada uma das ordens de produção e nos itens da programação de entrega, são então calculados os parâmetros em cada composição e escolhidas as alternativas que melhor atendam às restrições impostas.

7.2 Relatórios

Uma vez concluída a simulação que buscou as soluções menos adversas para cada um dos itens da programação de entrega, além das ordens de produção geradas, são criados vários relatórios, alguns dos quais são destacados a seguir:

7.2.1 Necessidades e disponibilidade dos materiais

Suas funções são a de elaborar e imprimir as disponibilidades, os pedidos de compra pendentes, as necessidades e os saldos para um material, um grupo, vários ou todos os grupos de materiais. Optou-se por selecionar todos os grupos de materiais, com periodicidade diária e evidenciar o saldo do estoque, quando este se apresentar negativo.

FANTASIA		INDÚSTRIAS FANTASIA S/A									
Estoques, PC's pendentes, necessidades e saldos de todos os grupos											
Material	Descrição	Unid	31/07	01/08	02/08	03/08	06/08	07/08	08/08		
# Grupo: (04 / Pigmentos)											
PIGM_04 / F12	Pigmento vermelho DA-1842	kg	-1,15								
			3,04		1,22	7,92	2,04				
			-4,19		-5,41	-13,33	-15,37				
PIGM_04 / F37	Pigmento vermelho DA-1842	kg	0,85								
			8,29	9,73	9,99	3,07	3,23	0,28			
			-7,44	-17,17	-32,58	-35,65	-38,88	-39,16			
PIGM_145 / F6	Pigmento cinza LW-7812	kg	-1,88								
			0,17	1,13	1,00		0,69				
			-2,05	-3,18	-4,18		-5,71				
PIGM_145 / F8	Pigmento cinza LW-7812	kg	12,30								

Fig. 10 – Necessidades e disponibilidades dos materiais

A figura 10 ilustra parte desse relatório, com destaque para alguns itens do grupo 04 – pigmentos, no qual a 1ª. linha define os estoques, a 2ª. os pedidos de compra pendentes, a 3ª. as necessidades e a 4ª. os saldos dos materiais.

7.2.2 Previsões para aquisição de materiais

Suas funções são a de elaborar e imprimir os relatórios relativos à movimentação de reposição dos materiais, os itens críticos que devem ter tratamentos diferenciados, bem como as programações de cada um dos itens, em cada uma de suas fases.

Optou-se por selecionar todos os grupos de materiais, agrupando as suas necessidades a cada três dias para geração dos pedidos de compra, antecipando em um dia o recebimento dos materiais (comparativamente à data em que estes são requeridos no chão de fábrica), além de evidenciar as figuras do saldo de estoque, quando este se apresentar negativo.

7.2.2.1 Movimentação

Sua função é a de posicionar dia a dia, para cada um dos materiais, as figuras dos estoques, os pedidos de compra pendentes, o consumo previsto e a quantidade a ser reposta. A figura 11 ilustra parte desse relatório, com destaque para alguns itens do grupo 01 – ABS e 02 – Polipropileno.

FANTASIA		INDÚSTRIAS FANTASIA S/A				
Previsões para aquisição de materiais – Movimentação de todos os grupos de materiais						
Material/ Fornecedor	Descrição	Produção	Estoque	PC's pendentes	Consumo	Quantidade a repor
ABS_01 / F1	ABS NATURAL 45 GN	31/07/12	39,15		27,69	
		03/08/12			51,48	40,02
		06/08/12			13,26	13,26
ABS_01 / F15	ABS NATURAL 45 GN	31/07/12	55,86		510,18	454,32
		03/08/12			225,26	225,26
		06/08/12			224,35	224,35
ABS_01 / F3	ABS NATURAL 45 GN	31/07/12	217,24		45,96	
		03/08/12			24,30	
		06/08/12			50,07	
ABS_01 / F8	ABS NATURAL 45 GN	31/07/12	83,00		122,58	39,58
		03/08/12				
		06/08/12				
PP_01 / F2	PP NATURAL QK 000					

Fig. 11 – Movimentação de todos os grupos de materiais

7.2.2.2 Reposição

Sua função é a de relacionar todos os materiais passíveis de reposição, bem como programar cada uma das fases envolvidas, além de quantificar o que vem sendo solicitado e editar a folga associada a cada um deles. A figura 12 ilustra parte deste relatório, destacando alguns itens do grupo 01 – ABS e 02 – Polipropileno.

FANTASIA		INDÚSTRIAS FANTASIA S/A				
Previsões para aquisição de materiais – Reposição de todos os grupos de materiais						
Material/ Fornecedor	Descrição	Colocar PC	Entregar	Produzir	Qtde	Folga
ABS_01 / F1	ABS NATURAL 45 GN	23/07/12	02/08/12	03/08/12	40,02	- 8
		26/07/12	05/08/12	06/08/12	13,26	- 5
		25/07/12	30/07/12	31/07/12	454,32	- 6
ABS_01 / F15	ABS NATURAL 45 GN	28/07/12	02/08/12	03/08/12	225,26	- 3
		31/07/12	05/08/12	06/08/12	224,35	0
		03/08/12	08/08/12	09/08/12	8,35	3
ABS_01 / F8	ABS NATURAL 45 GN	24/07/12	30/07/12	31/07/12	39,58	- 7
		27/07/12	02/08/12	03/08/12	13,58	- 4
		30/07/12	05/08/12	06/08/12	85,50	- 1
PP_01 / F2	PP NATURAL QK 000	23/07/12	30/07/12	31/07/12	239,42	- 8
		26/07/12	02/08/12	03/08/12	126,85	- 5
		29/07/12	05/08/12			

Fig. 12 – Reposição de todos os grupos de materiais

7.2.2.3 Lista de críticos

Sua função é a de relacionar em ordem decrescente todos os materiais que estejam comprometendo a programação do chão de fábrica; são editadas as datas necessárias de cada uma de suas fases, o quanto é solicitado e a folga que mede a intensidade de sua criticidade, conforme ilustrado na figura 13.

FANTASIA		INDÚSTRIAS FANTASIA S/A				
Previsões para aquisição de materiais – Lista de críticos de todos os grupos de materiais						
Material/ Fornecedor	Descrição	Colocar PC	Entregar	Produzir	Qtde	Folga
PP_01 / F2	PP NATURAL COPOLIMERO	18/07/12	30/07/12	31/07/12	3,40	- 13
PIGM_04 / F12	PIGMENTO VERMELHO DA-	19/07/12	30/07/12	31/07/12	22,50	- 12
PIGM_145 / F6	PIGMENTO CINZA LW -7812	19/07/12	30/07/12	31/07/12	4,47	- 12
PIGM_15 / F14	PIGMENTO ROSA KL-7823	19/07/12	30/07/12	31/07/12	8,91	- 12
PIGM_15 / F3	PIGMENTO ROSA KL-7823	20/07/12	30/07/12	31/07/12	14,20	- 11
PS_03 / F1	POLISTIRENO NATURAL LH	20/07/12	30/07/12	31/07/12	45,33	- 11
ETIQ2_14 / F67	ETIQUETA 35X50 GOMADA	21/07/12	30/07/12	31/07/12	1.802,00	- 10
PIGM_145 / F8	PIGMENTO CINZA LW -7812	21/07/12	30/07/12	31/07/12	4,18	- 10
PIGM_32 / F83	PIGMENTO MARFIN KW -	21/07/12	30/07/12	31/07/12	22,33	- 10
PIGM_72 / F17	PIGMENTO PRETO AC-32	21/07/12	30/07/12	31/07/12	10,95	- 10
PP_01 / F4	PP NATURAL COPOLIMERO	21/07/12	02/08/12	03/08/12	6,65	- 10
PIGM_04 / F37	PIGMENTO VERMELHO DA-	22/07/12	02/08/12			
PIGM_145 / F6	PIGMENTO CINZA LW -7812	22/07/12				
PIGM_15 / F14	PIGMENTO ROSA KL-7823					

Fig. 13 – Lista de críticos de todos os grupos de materiais

8. VERSATILIDADE

Dada uma carteira de pedidos, onde são definidas as necessidades diárias de cada um dos setores fabris envolvidos, a aplicação permite simular as situações que se apresentam mais e menos adversas, cabendo ao usuário optar por aquela que melhor lhe convier, dadas as condições circunstâncias de momento.

9. CONCLUSÕES

Embora tenham sido utilizadas algumas técnicas de domínio público, quer tanto na área em que é objeto do software, como também na área da tecnologia da informação, ressalta-se que o trabalho desenvolvido é inovador sob os mais diferentes ângulos, quer em termos de metodologias, quer em termos de concepção de desenvolvimento, quer em termos de operacionalidade, etc., não se encontrando sob muitos aspectos, quaisquer referências na literatura competente.

Sucintamente, sabe-se qual é o destino, existem recursos para lá chegar, muitos caminhos se oferecem, porém cabe ao software analisar cada um deles e optar pelo melhor que se apresentar.

Tudo leva a crer que seja o top de uma nova geração de aplicativos, porém na verdade é o começo de algo mais grandioso que ainda está por vir (vide descritivos 1 e 3 submetidos à presente apreciação, que na verdade complementam o que aqui está sendo tratado).

REFERÊNCIAS

Conceitos, metodologias, algoritmos e simuladores são desenvolvimentos próprios da empresa responsável pelo

trabalho, embora tenham sido utilizadas algumas técnicas que se apresentam de domínio público.