



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Andreia Cristina Dias Veloso

Avaliação das vantagens da utilização de estruturas genéricas para a gestão da informação de artigos numa indústria têxtil-lar

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do(s)

Professor Doutor Paulo Jorge Figueiredo Martins

Outubro de 2019

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações
CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Paulo Martins, pela sua disponibilidade, revisão crítica, sugestões e contribuições indispensáveis para a realização deste projeto.

À GenSYS, pela oportunidade de realização deste estágio, bom acolhimento e suporte. A toda a equipa, em especial ao meu supervisor João Gomes, pela formação, partilha de conhecimento e orientação, preciosas para a concretização deste trabalho.

Às minhas colegas: Ana, Carolina e Beatriz, porque qualquer integração é sempre mais fácil em grupo, e não poderia haver melhor grupo que este.

Ao grupo MoreTextile, pela oportunidade de visitar as suas empresas e recolher informação para a realização deste projeto, contribuindo para uma melhor compreensão da atividade industrial têxtil.

À minha família e amigos, pelo carinho e apoio ao longo desta jornada.

A todos, o meu mais sincero agradecimento.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

Num mercado cada vez mais competitivo e em constante mudança, as empresas devem alterar os seus paradigmas de produção, de modo a conseguirem satisfazer as necessidades individuais dos clientes, através da oferta de produtos personalizados. Tal exige uma mudança de paradigma de produção – transformar a produção massificada em customização em massa. Esta requer a implementação de um sistema de produção flexível, capaz de incorporar alterações nos produtos e/ou processos, bem como um sistema de planeamento e controlo da produção apto a gerir o fluxo de informação relacionado com a diversidade de artigos.

Neste contexto, a quarta revolução industrial pretende dotar as empresas da flexibilidade necessária e aumentar a sua eficiência, atribuindo-lhes as competências necessárias para competirem no novo paradigma produtivo. A flexibilidade da produção é facilitada pela utilização de sistemas de planeamento e controlo da produção capazes de lidar com a diversidade. Os sistemas atuais, como se baseiam em modelos de referenciação direta para a representação de artigos, não possuem a capacidade de gerir, de forma flexível, a diversidade. Assim, para ultrapassar este obstáculo, foram desenvolvidos sistemas baseados em famílias de produtos ou referenciação genérica.

Este projeto de dissertação pretende demonstrar a eficiência do sistema de planeamento e controlo da produção GenSYS – Smart Manufacturing System, baseado no modelo de referenciação genérica GenPDM (*Generic Product Data Model*), na representação da informação de artigos. Para alcançar o propósito deste trabalho, desenvolve-se uma solução genérica, aplicada à indústria têxtil-lar, capaz de representar a informação necessária à produção de um jogo de lençóis. Esta solução permite comparar o esforço, em número de registos, para representar o exemplo. A utilização do modelo GenPDM reduz, em 99,5%, o número de registos necessários para modelar a informação, em comparação com a possível solução modelada em referenciação direta. Contudo, algumas limitações ainda podem ser apontadas à solução inicialmente criada, pelo que são introduzidos novos conceitos, mais avançados, que permitem melhorar a eficiência da solução.

PALAVRAS-CHAVE

Customização em massa, Indústria 4.0, Sistemas de planeamento e controlo da produção, Gestão da informação de artigos, GenPDM

ABSTRACT

In an increasingly competitive and ever-changing marketplace, companies must change their production paradigms to meet individual customer needs by offering customized products. This requires production to change its paradigms - turning mass production into mass customization. It requires both the implementation of a flexible production system can incorporate changes to products and/or processes, and of a production planning and control system capable of managing the flow of information related to product diversity.

In this context, the fourth industrial revolution aims to provide companies with the appropriate flexibility to increase their efficiency by giving them the necessary skills to compete in the new productive paradigm. Production flexibility is simplified through the use of production planning and control systems capable to cope with diversity. Current systems, as they are based on direct referencing models for product representation, do not have the ability to flexibly manage diversity. Thus, to overcome this obstacle, systems based on product families or generic referencing have been developed.

This dissertation project aims to demonstrate the efficiency of the production planning and control system GenSYS - Smart Manufacturing System, based on the GenPDM model (Generic Product Data Model), in the representation of product information. To achieve the purpose of this work, a generic solution is developed, applied to the home textile industry, capable of representing the information needed to produce a sheet set. This solution allows you to compare the effort, in number of records, to represent the example. Using the GenPDM model reduces the number of records needed to model information by 99,5% compared to the possible solution modeled in direct referencing. However, some limitations can still be pointed to the initially created solution, so new, more advanced concepts, are introduced to improve the efficiency of the solution.

KEYWORDS

Mass Customization, Industry 4.0, Production Planning and Control Systems, Product Data Management, GenPDM

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xvii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos	3
1.3 Metodologia	3
1.4 Estrutura.....	4
2. Revisão Bibliográfica.....	5
2.1 Customização em Massa	5
2.1.1 Desafios	6
2.1.2 Requisitos de Implementação	8
2.2 Sistemas de Produção e Indústria 4.0	8
2.3 Planeamento e Controlo da Produção	11
2.4 Gestão da Informação de Artigos.....	15
2.4.1 Informação de Artigos.....	16
2.4.2 Modelos de Representação de Artigos	17
3. GenSYS - <i>Smart Manufacturing System</i>	20
3.1 GenPDM – <i>Generic Product Data Model</i>	21
3.1.1 Referências Genéricas	22
3.1.2 Tipos de Parâmetro	23
3.1.3 Listas de Materiais Genéricas.....	26
3.1.4 Tipos de Operação.....	28
3.1.5 Gamas Operatórias Genéricas.....	29
3.1.6 Funções Especiais	30
3.1.7 Visibilidade dos Parâmetros	31
3.2 GenPPC – <i>Production Planning and Control</i>	32

3.3	GenSFC – <i>Shop Floor Control</i>	32
4.	GenPDM – Aplicação à Indústria Têxtil	34
4.1	Apresentação do Exemplo.....	34
4.2	Modelação do Exemplo.....	37
4.2.1	Matérias-Primas	37
4.2.2	Semi-acabados.....	42
4.2.3	Produtos Acabados.....	52
4.3	Avaliação da Solução	59
4.4	Limitações da Solução	64
5.	Estruturas Dinâmicas.....	66
5.1	Estruturas Dinâmicas – Conceitos	66
5.2	Aplicação das Estruturas Dinâmicas nas Referências Genéricas.....	69
5.3	Avaliação da Solução com Estruturas Dinâmicas	76
6.	Conclusão	80
6.1	Principais Conclusões	81
6.2	Trabalho Futuro.....	82
	Referências Bibliográficas	84
	Apêndice I – Modelação da Solução Genérica	87
	Tipos de Parâmetro	87
	Tipos de Operação.....	93
	Referências Genéricas	96
	Apêndice II – Modelação da Solução Genérica com Estruturas Dinâmicas	106
	Tipos de Parâmetro	106
	Referências Genéricas	109
	Apêndice III – Avaliação da Solução Genérica com Estruturas Dinâmicas.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Realização da customização em massa numa <i>smart factory</i> – Adaptado de Zawadzki & Żywicki (2016)	11
Figura 2 - Sistema de planeamento e controlo da produção – Adaptado de Lima (2013)	13
Figura 3 - Constituição funcional do sistema GenSYS	21
Figura 4 - Representação gráfica de uma referência genérica no modelo GenPDM e domínio de valores dos seus parâmetros	23
Figura 5 - Representação gráfica de um tipo de parâmetro no modelo GenPDM: a) Parâmetro em compreensão; b) Parâmetro em extensão	23
Figura 6 - Representação de um tipo de parâmetro em compreensão no módulo GenPDM	24
Figura 7 - Representação de um tipo de parâmetro em extensão no módulo GenPDM: a) Definição do tipo de parâmetro; b) Preenchimento dos valores do tipo de parâmetro	24
Figura 8 - Definição do domínio de valores de uma referência genérica através dos tipos de parâmetro no modelo GenPDM	24
Figura 9 - Representação de uma referência genérica no módulo GenPDM: a) Definição da referência genérica; b) Parâmetros da referência genérica	25
Figura 10 - Representação gráfica das características dos tipos de parâmetro no modelo GenPDM	25
Figura 11 - Representação gráfica das características dos tipos de parâmetro no módulo GenPDM: a) Características do tipo de parâmetro; b) Preenchimento das características	26
Figura 12 - Representação gráfica de uma lista de materiais genérica no modelo GenPDM	27
Figura 13 - Representação gráfica de uma lista de materiais genérica no módulo GenPDM	28
Figura 14 - Representação gráfica de um tipo de operação no modelo GenPDM	28
Figura 15 - Representação gráfica de um tipo de operação no módulo GenPDM: a) Definição do tipo de operação; b) Parâmetros do tipo de operação	29
Figura 16 - Representação gráfica de uma gama operatória genérica: a) No modelo GenPDM; b) No módulo GenPDM	30
Figura 17 - Operações para produção de tecido	34
Figura 18 - Lista de materiais e de operações do jogo de lençóis	37
Figura 19 - Exemplo de um tipo de tela	39
Figura 20 - Parâmetros da referência genérica ELÁSTICO	42
Figura 21 - Parâmetros da referência genérica TECIDO	42
Figura 22 - Lista de materiais genérica da referência genérica TECIDO	44
Figura 23 - TP01 – Tipos-Telas/Tecido: a) TP01 e suas características; b) Valores do TP01 e preenchimento das características	45

Figura 24 - TP17 – Desenhos/Cores: a) TP17 e suas características; b) Valores do TP17 e preenchimento das características	46
Figura 25 - Gama operatória genérica da referência genérica TECIDO	48
Figura 26 - Referência genérica TECIDO: a) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; b) Precedências das operações	50
Figura 27 - Lista de materiais e gama operatória de uma variante de tecido: a) Tecido tingido; b) Tecido estampado	51
Figura 28 - Lista de materiais genérica da referência genérica MISTURA.....	51
Figura 29 - Parâmetros da referência genérica CAPA	52
Figura 30 - Definição da condição de visibilidade para o parâmetro P6 – “desenho/cor 2”	54
Figura 31 - Funções especiais na referência genérica CAPA: a) Função V ₂ para o consumo de tecido; b) Função V ₁ para o consumo de linha.....	55
Figura 32 - Referência genérica CAPA: a) Lista de materiais genérica; b) Gama operatória genérica	56
Figura 33 - Lista de materiais genérica da referência genérica JOGO.....	58
Figura 34 - Característica Lista: a) Representação da lista; b) Preenchimento da lista.....	67
Figura 35 - Listas de materiais genérica e específica com componentes dinâmicos: a) Lista de materiais genérica com um componente genérico dinâmico; b) Lista de materiais da variante 1; c) Lista de materiais da variante 2	68
Figura 36 - TP7 – Desenhos/Cores-Lista: a) Listas e características do TP7; b) Preenchimento das listas e das características	69
Figura 37 - Parâmetros da referência genérica TECIDO-ALT.....	70
Figura 38 - Componentes dinâmicos PASTA e ROLO na referência genérica TECIDO-ALT.....	71
Figura 39 - Identificação do parâmetro regulador, lista reguladora e expressão de consumo do componente genérico dinâmico PASTA	71
Figura 40 - Operações genéricas dinâmicas PREPARAR e ACABAR na referência genérica TECIDO-ALT.....	72
Figura 41 - Listas e características do TP8 – Acabamentos-Lista	73
Figura 42 - Referência genérica MISTURA-ALT: a) Parâmetros; b) Lista de materiais	73
Figura 43 - Parâmetros da referência genérica CAPA-ALT	74
Figura 44 - Lista e índice no TP20 – Modelos: a) Representação da lista e do índice; b) Preenchimento da lista e do índice.....	74
Figura 45 - Componente genérico e operação genérica dinâmicos na referência genérica CAPA-ALT: a) Componente genérico dinâmico; b) Operação genérica dinâmica	75
Figura 46 - Parâmetros dinâmicos na referência genérica JOGO-ALT	76
Figura 47 - TP02 – Desenhos: a) TP02; b) Valores do TP02	87
Figura 48 - Criação do TP03 – Dimensões (mm)	87
Figura 49 - TP04 – Cores: a) TP04 e suas características; b) Valores do TP04 e preenchimento das características	87

Figura 50 - TP05 – Estampados: a) TP05; b) Valores do TP05	88
Figura 51 - TP06 – Posições: a) TP06; b) Valores do TP06.....	88
Figura 52 - TP07 – Químicos: a) TP07; b) Valores do TP07	88
Figura 53 - TP08 – Modelos-Saco: a) TP08; b) Valores do TP08.....	88
Figura 54 - TP09 – Tamanhos: a) TP09; b) Valores do TP09.....	89
Figura 55 - TP10 – Tipos-Placa: a) TP10; b) Valores do TP10	89
Figura 56 - TP11 – Composições: a) TP11; b) Valores do TP11	89
Figura 57 - TP12 – Números-Linha: a) TP12; b) Valores do TP12.....	89
Figura 58 - TP13 – Medidas: a) TP13 e suas características; b) Valores do TP13 e preenchimento das características	90
Figura 59 - TP14 – Marcas: a) TP14; b) Valores do TP14.....	90
Figura 60 - TP15 – Larguras: a) TP15; b) Valores do TP15.....	90
Figura 61 - Criação do TP16 – Decimais	90
Figura 62 - TP18 – Acabamentos: a) TP18 e suas características; b) Valores do TP18 e preenchimento das características	91
Figura 63 - TP19 – Operações: a) TP19; b) Valores do TP19	91
Figura 64 - TP20 – Modelos: a) TP20 e suas características; b) Valores do TP20 e preenchimento das características	92
Figura 65 - TP21 – Finalidades: a) TP21 e suas características; b) Valores do TP21 e preenchimento das características	92
Figura 66 - TP22 – Tipos-Artigos: a) TP22; b) Valores do TP22	92
Figura 67 - TP23 – Composições-Jogo: a) TP23 e suas características; b) Valores do TP23 e preenchimento das características	93
Figura 68 - Tipos de operação.....	93
Figura 69 - Parâmetros do tipo de operação preparação	93
Figura 70 - Parâmetros do tipo de operação tingimento.....	94
Figura 71 - Parâmetros do tipo de operação estampar	94
Figura 72 - Parâmetros do tipo de operação acabamento	94
Figura 73 - Parâmetros do tipo de operação estender-cortar	94
Figura 74 - Parâmetros do tipo de operação confecção	95
Figura 75 - Parâmetros do tipo de operação embalagem.....	95
Figura 76 - Parâmetros da referência genérica TELA	96
Figura 77 - Parâmetros da referência genérica SACO	96
Figura 78 - Parâmetros da referência genérica QUÍMICOS.....	96
Figura 79 - Parâmetros da referência genérica ETIQUETA-COMPOSIÇÃO.....	97
Figura 80 - Parâmetros da referência genérica CARTOLINA	97
Figura 81 - Parâmetros da referência genérica PLACA	98

Figura 82 - Parâmetros da referência genérica PASTA.....	98
Figura 83 - Parâmetros da referência genérica LINHA	99
Figura 84 - Parâmetros da referência genérica ETIQUETA-PEÇA	99
Figura 85 - Parâmetros da referência genérica ETIQUETA-MARCA	100
Figura 86 - Parâmetros da referência genérica ETIQUETA-JOGO	100
Figura 87 - Referência genérica CAVALETE	100
Figura 88 - Parâmetros da referência genérica ROLO	100
Figura 89 - Referência genérica MISTURA: a) Parâmetros; b) Lista de materiais genérica; c) Gama operatória genérica; d) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas.....	101
Figura 90 - Referência genérica CAPA: a) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; b) Precedências das operações	102
Figura 91 - Referência genérica FRONHA: a) Parâmetros; b) Lista de materiais genérica; c) Gama operatória genérica; d) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; e) Precedências das operações	103
Figura 92 - Referência genérica LENÇOL: a) Parâmetros; b) Lista de materiais genérica; c) Gama operatória genérica; d) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; e) Precedências das operações	104
Figura 93 - Referência genérica JOGO: a) Parâmetros; b) Gama operatória genérica; c) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas.....	105
Figura 94 - TP4 – Cores-Lista: a) Listas e características do TP4; b) Valores do TP4 e preenchimento das listas e características	106
Figura 95 - Preenchimento das listas e características do TP8 – Acabamentos-Lista	107
Figura 96 - Alteração ao TP20 – Modelos	108
Figura 97 - Referência genérica MISTURA-ALT: a) Gama operatória genérica; b) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas.....	109
Figura 98 - Referência genérica TECIDO-ALT: a) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; b) Precedências das operações	109
Figura 99 - Referência genérica CAPA-ALT: a) Lista de materiais genérica; b) Gama operatória genérica; c) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; d) Precedências das operações	110
Figura 100 - Referência genérica FRONHA-ALT: a) Parâmetros; b) Lista de materiais genérica; c) Gama operatória genérica; d) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; e) Precedências das operações	111
Figura 101 - Referência genérica LENÇOL-ALT: a) Parâmetros; b) Lista de materiais genérica; c) Gama operatória genérica; d) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; e) Precedências das operações	112
Figura 102 - Referência genérica JOGO-ALT: a) Lista de materiais genérica; b) Gama operatória genérica; c) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas	113

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação dos modelos de representação – Adaptado de Gomes et al. (2009)	19
Tabela 2 - Referências genéricas das matérias-primas e ferramentas	38
Tabela 3 - Tipos de parâmetro para caracterização das matérias-primas e ferramentas	41
Tabela 4 - Operações realizadas nos roteiros de acabamento	43
Tabela 5 - Estampados e número de cores do desenho	47
Tabela 6 - Parâmetros da referência genérica JOGO	57
Tabela 7 - Comparação do número de registos nos tipos de parâmetro na referência direta e genérica.....	60
Tabela 8 - Comparação do número de registos nas operações na referência direta e genérica	61
Tabela 9 - Comparação do número de registos nos artigos na referência direta e genérica.....	63
Tabela 10 - Comparação do número de registos em referência direta e genérica	63
Tabela 11 - Comparação do número de registos nos tipos de parâmetro TP01, TP17, TP18 e TP20 nas soluções genéricas	77
Tabela 12 - Comparação do número de registos nas soluções genéricas.....	79
Tabela 13 - Comparação do número de registos nos tipos de parâmetro nas soluções genéricas	114
Tabela 14 - Comparação do número de registos nos artigos nas soluções genéricas	115

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BOM – *Bill-of-Materials* (Lista de materiais)

BOO – *Bill-of-Operations* (Lista de operações ou Gama operatória)

CM – Customização em Massa

CRP – *Capacity Requirement Planning* (Planeamento das necessidades de capacidade)

ERP – *Enterprise Resource Planning* (Sistemas integrados de gestão)

GBOMO – *Generic Bill-of-Materials-And-Operations*

GenPDM – *Generic Product Data Model*

GenPPC – *Production Planning and Control*

GenSFC – *Shop Floor Control*

IoT – *Internet of Things* (Internet das coisas)

MRP – *Material Requirement Planning* (Planeamento das necessidades de materiais)

PDM – *Product Data Management* (Gestão da informação de artigos)

PM – Produção em Massa

RG – Referência Genérica

SPCP – Sistemas de Planeamento e Controlo da Produção

TP – Tipo de Parâmetro

1. INTRODUÇÃO

O presente projeto de dissertação, para conclusão do mestrado em Engenharia Industrial – ramo de gestão industrial – da Universidade do Minho, foi realizado em contexto empresarial, na empresa GenSYS – *Smart Production Systems*.

A GenSYS desenvolve e comercializa um sistema informático de planeamento e controlo da produção – o GenSYS – orientado para empresas em ambientes de grande diversidade de artigos e que pretendem competir no âmbito da Indústria 4.0. O objetivo central desta dissertação prende-se com a exploração da área funcional do sistema GenSYS responsável pela gestão da informação de artigos. Nesse sentido, apresenta-se, neste trabalho, uma solução aplicada à indústria têxtil – ramo têxtil-lar – que demonstre as funcionalidades principais do sistema nesta área.

O presente capítulo apresenta um breve enquadramento ao tema da dissertação, os objetivos, a metodologia e a estrutura da dissertação, como linha orientadora do trabalho.

1.1 Enquadramento

Num mercado global, complexo e competitivo, as empresas têm que se adaptar para fazer face à competitividade e satisfazer as necessidades dos clientes (Frutos & Borenstein, 2004).

A abordagem tradicional, centrada na produção em massa, caracterizada pela produção de um grande número de uma pequena variedade de produtos (Hu, 2013), não permite a flexibilidade suficiente para acompanhar estas mudanças. Novos paradigmas de produção, como a customização em massa, surgem para satisfazer as necessidades individuais dos clientes, mantendo os benefícios da produção em larga escala: elevada qualidade dos produtos, tempo de ciclo e custo de produção reduzidos (Da Silveira, Borenstein, & Fogliatto, 2001; Du, Jiao, & Tseng, 2006; Gomes, Lima, & Martins, 2009).

Neste sentido, para conseguirem satisfazer as necessidades individuais dos clientes, as organizações devem ser capazes de implementar sistemas de produção flexíveis e reconfiguráveis, que estejam preparados para incorporar rapidamente as alterações dos produtos e dos processos produtivos (Zawadzki & Żywicki, 2016; Zhong, Xu, Klotz, & Newman, 2017). Além disso, devem utilizar sistemas de planeamento e controlo da produção flexíveis,

que sejam capazes de gerir a diversidade (de produtos finais ou acabados, semiacabados e matérias-primas) e o volume de informação gerado pela possibilidade de customização (Gomes, Martins, & Lima, 2011a, 2011b; Olsen, Sætre, & Thorstenson, 1997).

Para dotar as empresas das competências necessárias para competirem no novo paradigma de mercado, emerge uma nova revolução industrial – ou Indústria 4.0 – que pretende aumentar a flexibilidade, eficiência e autonomia das fábricas e tornar os seus sistemas de produção flexíveis e inteligentes (Zawadzki & Żywicki, 2016; Zhong et al., 2017). A utilização de sistemas de planeamento e controlo da produção integrados e flexíveis, capazes de gerir a variedade e a complexidade de artigos, possibilita a concretização de um sistema de produção flexível e capaz de gerir a diversidade (Gomes et al., 2009; Volling, Matzke, Grunewald, & Spengler, 2013).

Os sistemas tradicionais demonstram pouca flexibilidade em lidar com a diversidade existente, pois baseiam-se nos modelos convencionais de representação da informação de artigos, listas de materiais e gamas operatórias (Olsen et al., 1997). Estes modelos convencionais, ou de referência direta, identificam cada artigo individual com um código único, tendo este associado uma lista de materiais e uma gama operatória específica. Desta forma, a agilidade e a eficiência destes sistemas é reduzida, uma vez que o esforço de criar e gerir códigos, listas de materiais e gamas operatórias de todos os artigos é elevado (Gomes et al., 2009). Para ultrapassar este problema, foram criados modelos de referência genérica, onde são identificadas famílias de produtos com características similares e às quais são atribuídas listas de materiais e gamas operatórias genéricas, o que os torna mais eficientes e flexíveis, uma vez que é a referência genérica que se encontra codificada, e não cada um dos artigos pertencentes à família (Gomes et al., 2009; Martins & Sousa, 2013). Um exemplo destes modelos de referência genérica é o GenPDM – *Generic Product Data Model*.

Este modelo genérico de representação de artigos foi implementado no sistema informático de planeamento e controlo da produção GenSYS, o que lhe confere a capacidade de ser flexível e de se adaptar a contextos de grande diversidade. Além de gerir a informação dos artigos, o GenSYS realiza o planeamento de médio prazo e permite, no curto prazo, a programação e monitorização do *shop floor* (espaço fabril).

As funcionalidades deste sistema encontram-se divididas em três áreas funcionais interligadas: 1) gestão da informação de artigos, onde se encontra representada toda a

informação para a produção do produto; 2) planeamento e controlo da produção, responsável pelo planeamento de médio prazo; inclui funções como o planeamento diretor de produção, planeamento de necessidades de materiais e de capacidade e o lançamento de ordens de produção e compra; 3) programação e controlo da produção, onde é possível alocar e sequenciar trabalhos aos postos de trabalho e monitorizar o seu estado de execução.

1.2 Objetivos

A necessidade de satisfazer as necessidades individuais dos clientes, produzindo uma grande diversidade de produtos customizados coloca novos desafios às organizações industriais. Estas necessitam de, entre outros requisitos, sistemas de planeamento e controlo da produção flexíveis, baseados em modelos de referenciação genérica para representação e gestão da informação de artigos. A perceção da importância deste tipo de modelos de representação de artigos motiva o desenvolvimento deste projeto.

Assim sendo, pretende-se avaliar o contributo de um sistema informático de planeamento e controlo da produção baseado em referenciação genérica – o GenSYS – na gestão da informação de artigos. Neste sentido, é desenvolvida e apresentada, nesse mesmo sistema, uma solução aplicada à indústria têxtil, mais concretamente ao ramo têxtil-lar, que demonstre as suas principais funcionalidades nesta área. Especificamente, neste trabalho pretende-se:

- Analisar a eficiência do sistema GenSYS em contextos de customização em massa e Indústria 4.0;
- Avaliar a eficiência da referenciação genérica em comparação com a referenciação direta, tendo como base o número de registos necessários para representar a solução criada para a indústria têxtil-lar.
- Explorar conceitos avançados implementados no sistema e utilização dos mesmos na solução inicialmente criada. Avaliar a solução com a utilização destas funcionalidades.

1.3 Metodologia

A realização deste projeto baseia-se numa metodologia de Investigação-Ação, composta por três fases.

Numa primeira fase, identificou-se o âmbito do projeto, realizou-se uma revisão da literatura acerca das temáticas relevantes para o desenvolvimento do mesmo, e efetuou-se o planeamento inicial do trabalho a realizar.

Posteriormente, numa segunda fase, recolheu-se toda a informação necessária para iniciar o desenvolvimento da solução para o exemplo em estudo. Após esta etapa, modelou-se a solução no sistema GenSYS e avaliou-se a sua eficiência, comparando esta solução com a que seria apresentada caso a modelação fosse realizada em referência direta.

Numa terceira fase, identificaram-se as oportunidades de melhoria e realizaram-se as respetivas alterações, de modo a tornar a solução o mais eficiente possível, com os recursos disponíveis no sistema. Nesta mesma fase, avaliou-se e quantificou-se a eficiência da nova solução.

1.4 Estrutura

No segundo capítulo desta dissertação é apresentada uma revisão bibliográfica sobre as principais temáticas e conceitos subjacentes ao sistema e que serão abordados ao longo deste projeto, como customização em massa, indústria 4.0, sistemas de planeamento e controlo da produção, gestão da informação de artigos e modelos de referência genérica.

O capítulo seguinte expõe uma visão global do sistema GenSYS, apresentando as suas principais áreas funcionais e os módulos que as concretizam. Neste capítulo, os conceitos inerentes à gestão da informação de artigos são aprofundados, uma vez que esta é a área mais desenvolvida ao longo deste trabalho.

O capítulo 4 descreve uma solução desenvolvida no sistema GenSYS para caracterizar um exemplo aplicado à indústria têxtil. Avalia ainda a eficiência da solução genérica apresentada, em comparação com a que seria modelada em referência direta para representar a mesma informação. Por fim, descreve algumas das limitações relacionadas com a solução modelada.

O quinto capítulo apresenta as melhorias na modelação do exemplo, através da aplicação de conceitos avançados do sistema, e avalia a sua eficiência em relação à solução genérica anterior.

O último capítulo identifica as principais conclusões do trabalho e as propostas de trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo pretende rever o conhecimento científico sobre os principais conceitos abordados neste projeto, como customização em massa (na secção 2.1), Indústria 4.0 (na secção 2.2), sistemas de planeamento e controlo da produção (na secção 2.3), gestão da informação de artigos e modelos de representação de artigos (na secção 2.4). A explicação de cada tema não constitui uma revisão exaustiva da literatura existente, pois seria impossível compilar, no âmbito deste projeto, todas as referências existentes. Assim, é apresentada a informação relevante para o objetivo deste projeto.

2.1 Customização em Massa

Com um mercado em constante mudança e cada vez mais competitivo, onde urge satisfazer as necessidades individuais dos clientes, as empresas devem repensar as suas estratégias produtivas, de modo a que possam obter vantagem competitiva (Frutos & Borenstein, 2004). Mercados caracterizados como altamente homogéneos, convertem-se, atualmente, em segmentados e heterogéneos, onde os clientes expressam individualmente os seus desejos, e a qualidade surge como um fator importante de diferenciação. Esta mudança criou a necessidade das indústrias evoluírem de um paradigma de produção em massa (PM), que consistia em produzir grandes volumes de um número limitado de artigos, o que permitia a obtenção de economias de escala e, assim, a redução dos custos produtivos (Hu, 2013; Walczak, 2014), para um novo paradigma produtivo – a customização em massa (CM). A CM pretende satisfazer as necessidades individuais dos clientes, e, ao mesmo tempo, manter os benefícios da PM: alta qualidade, tempo de ciclo e custos produtivos reduzidos (Du et al., 2006; Gomes et al., 2009; Heiskala, Paloheimo, & Tiihonen, 2005; Pine, 1993).

A CM é definida na literatura como a capacidade de uma empresa satisfazer as necessidades dos clientes, tal como num contexto de economia de massa, mas considerá-los individualmente, ou seja, fornecer-lhes “o que querem, quando e onde querem”, sem que o cliente tenha que pagar muito mais por isso (Da Silveira, Borenstein, & Fogliatto, 2001; MacCarthy, Brabazon, & Bramham, 2003).

Da Silveira et al. (2001) consideram que a CM se reflete na capacidade de fornecer um grande volume de produtos ou serviços personalizados a custos baixos, através da utilização de processos produtivos flexíveis. Para os autores, a CM constitui o acompanhar da evolução natural dos processos, cada vez mais otimizados e flexíveis, em relação aos custos e à qualidade, pelo que a sua implementação permite diferenciar as empresas no mercado, e fornecer-lhes uma fonte de vantagem competitiva. Com recurso a novas tecnologias de informação e de produção flexíveis, é possível produzir um grande número de produtos personalizados a um custo mais baixo e comparável ao fabricado em massa (Da Silveira et al., 2001; Frutos & Borenstein, 2004; Walczak, 2014).

Assim sendo, as definições de CM encontradas na literatura focam dois aspetos basilares: a centralização no cliente e a flexibilidade de processos para uma produção personalizada de produtos (Da Silveira et al., 2001).

Este novo paradigma, para Du et al. (2006), proporciona maiores margens de lucro e novas oportunidades de negócios de elevado valor acrescentado para as empresas. De acordo com Heiskala et al. (2005), numa filosofia de CM, a padronização das operações permite o aumento da eficiência, a uniformização da qualidade e a redução dos custos e dos prazos de entrega, bem como uma redução significativa de inventários, uma vez que produtos finais personalizados não são armazenados. Contudo, a possibilidade de personalização introduz complexidade nos sistemas de produção que, consequentemente, afeta o desempenho do sistema organizacional (Hu, 2013).

2.1.1 Desafios

Apesar de todos os benefícios proporcionados, a implementação de uma filosofia de CM acarreta alguns desafios.

Gomes, Martins, & Lima (2011) dividem os desafios impostos às organizações em três categorias, de acordo com as áreas de atuação onde ocorrem: gestão de negócios, engenharia e informática. Segundo os autores, a primeira engloba a estratégia da organização, o marketing e a abordagem do mercado. A engenharia relaciona-se com o desenvolvimento do produto e com as melhorias do processo e da produção. Por último, a informática corresponde à utilização da tecnologia de informação e de apoio à decisão.

Ao nível da gestão de negócios, a organização deve adotar uma postura orientada para o cliente, de modo a conseguir identificar e satisfazer as suas necessidades. Contudo, fazer um levantamento completo das necessidades dos clientes, pode ser um desafio (Heiskala et al., 2005). Para obter eficiência produtiva, ao mesmo tempo que satisfaz os pedidos específicos dos clientes, a organização deve adotar novos processos, procedimentos e modelos de gestão (Gomes, 2014). Deve ainda ser capaz de encontrar um equilíbrio entre o valor acrescentado ao cliente e a complexidade do processo associado à customização. A personalização excessiva pode acarretar um esforço de gestão operacional muito elevado, contudo, a falta de personalização compromete o acréscimo de valor para os clientes (Heiskala et al., 2005).

Na área de engenharia, a organização deve procurar a eficiência e flexibilidade da produção, de modo a satisfazer as necessidades individuais dos clientes, mantendo a eficiência da PM. Neste sentido, a modularização apresenta-se como a solução para uma organização conseguir produzir em massa produtos personalizados (Frutos & Borenstein, 2004). A flexibilidade da produção inclui a capacidade de adaptação a mudanças nos processos produtivos e instalações flexíveis, que possibilitam a eficiência da PM, e pode ser obtida através da reengenharia de máquinas capazes de produzirem vários tipos de produtos. Para alcançar uma maior flexibilidade produtiva é importante que a organização tenha mão de obra qualificada, isto é, formada e com competência para compreender e alcançar os objetivos da CM (Gomes, 2014).

Na informática, a aplicação da CM aumenta o fluxo e a quantidade de informação, sobre as preferências dos clientes e o fluxo operacional, a ser transmitida, quer entre diferentes áreas funcionais da organização, bem como entre esta e as restantes entidades da cadeia de abastecimento (Heiskala et al., 2005).

A tecnologia de informação e comunicação pode ser vista como um meio facilitador da troca de informações entre estas entidades. Além disso, pode ser usada para conhecer o mercado e responder adequadamente às suas alterações. Nesta área, surge ainda a necessidade de evolução dos sistemas de planeamento e controlo da produção, para que possam adaptar-se à gestão da informação de múltiplos produtos diferentes, com códigos de identificação e características únicos, ao aumento do fluxo de informação entre as funções organizacionais e ao registo das encomendas de produtos personalizados e, conseqüente, envio dessa

informação para a produção. Assim sendo, a gestão da informação de artigos num contexto de grande diversidade pode ser considerada um desafio para as organizações (Gomes, 2014).

2.1.2 Requisitos de Implementação

Vários autores apresentam, nos seus trabalhos, requisitos para uma implementação eficaz de um paradigma de CM. Sistemas de informação e comunicação eficazes, sistemas de produção e logística flexíveis e a integração dos processos das várias áreas funcionais da empresa, são fatores reconhecidos como fundamentais para a disseminação da CM (Walczak, 2014).

Frutos & Borenstein (2004) consideram que para implementar uma filosofia de CM, a organização deve utilizar um sistema de informação bem projetado, que use a internet como interface para estabelecer a comunicação entre as entidades envolvidas no processo produtivo. Os sistemas de informação devem agilizar a interação entre empresas e clientes, de modo a que a empresa possa recolher informação sobre o cliente, a sua perceção de preços, qualidade e desempenho ideal do produto (Frutos & Borenstein, 2004; Walczak, 2014).

Hu (2013) reconhece a importância de um sistema de produção reconfigurável, que responda às mudanças do mercado e dos produtos. Este sistema deve ser projetado para se adaptar a mudanças estruturais rápidas, de modo a que a sua capacidade produtiva possa ser ajustada para responder a alterações do mercado. Sistemas flexíveis de produção possibilitam a alteração do processo produtivo para que seja possível fabricar uma unidade sem um aumento substancial nos custos (Walczak, 2014).

Para facilitar a CM e alcançar uma maior eficiência da produção, a empresa deve aplicar uma estratégia de família de produtos, onde o cliente pode escolher entre diferentes combinações de um produto (Du et al., 2006; Hu, 2013).

2.2 Sistemas de Produção e Indústria 4.0

As mudanças dos mercados, o aumento da competitividade e os avanços tecnológicos, impulsionam as organizações, forçando-as a evoluir para acompanhar as novas tendências (Mueller, Chen, & Riedel, 2017). Ao longo dos anos, diversas alterações da tecnologia têm originado revoluções na indústria: a primeira pelo desenvolvimento da mecanização, a

segunda pelo uso intensivo da energia elétrica e a terceira pelo início da automação (Lasi, Fettke, Kemper, Feld, & Hoffmann, 2014; Oesterreich & Teuteberg, 2016).

Nos dias de hoje, a alteração dos paradigmas produtivos requer a adaptação dos sistemas de produção a essa mudança – sistemas de produção reconfiguráveis e flexíveis, passíveis de serem alterados e reorganizados e que permitam modificações dos processos e dos volumes de produção (ElMaraghy et al., 2013). Para dotar as empresas das competências necessárias para competir num mercado em alteração e cada vez mais diversificado, surge uma nova revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0 (Zawadzki & Żywicki, 2016).

A Indústria 4.0 pode ser caracterizada pela tendência de utilização crescente de tecnologias de informação e comunicação, da digitalização e automação, com o objetivo de aumentar a autonomia das unidades produtivas e criar *smart factories* (fábricas inteligentes), capazes de interligar objetos físicos e softwares, de modo a recolher, analisar e partilhar dados (Mueller et al., 2017; Oesterreich & Teuteberg, 2016; Zhong et al., 2017).

Zawadzki & Żywicki (2016) defendem que a Indústria 4.0 consiste na preparação de um ambiente de produção computadorizado, inteligente e onde a produção se define por ser eficiente e flexível. Para os autores, o conceito de Indústria 4.0 reúne os avanços tecnológicos existentes para a criação de sistemas de produção inteligentes e autónomos, nos quais o mundo real se conecta com o virtual, de modo a que os dados recolhidos sejam utilizados de forma eficiente.

A Indústria 4.0 promete revolucionar a cadeia de valor, a forma de produção e os modelos de negócio, através da utilização de processos de produção flexíveis e sistemas de produção inteligentes (Zhong et al., 2017), o que permite a produção de produtos individuais e customizados com a mesma eficiência da produção massificada (Lasi et al., 2014). Além disso, capacita as empresas para uma rápida adaptação a mudanças inesperadas no mercado, como a sazonalidade ou alterações das características dos produtos (Santos, Alberto, Lima, & Santos, 2018).

A implementação de dispositivos tecnológicos nos postos de trabalho, linhas de montagem ou armazéns, possibilita a monitorização e a geração de informação em tempo real do *shop floor*, o que permite recolher dados sobre o desempenho e prevenir proativamente possíveis anomalias na produção. Caso a prevenção seja impossível, facilita a tomada de decisões

eficazes e eficientes, em tempo real, para adaptar o plano de produção (Oesterreich & Teuteberg, 2016; Zhong et al., 2017).

Para obter as vantagens que a Indústria 4.0 oferece, é indispensável que as empresas se dotem de mecanismos integrados que lhe permitam (Hermann, Pentek, & Otto, 2015; Santos et al., 2018; Xu, Xu, & Li, 2018; Zhong et al., 2017):

- Ajuste rápido a mudanças no mercado e flexibilidade na alteração dos produtos;
- Produzir produtos personalizados com a flexibilidade e eficiência da PM;
- Conectar objetos físicos com dispositivos digitais, com a finalidade de recolher e trocar dados;
- Integração de hardware, software, dados e informação em tempo real;
- Acesso a informação em tempo real, através da monitorização do *shop floor*;
- Tomar decisões em tempo real;
- Adaptação, em tempo real, às mudanças do cronograma, na eventualidade de avarias ou atrasos.

Smart Factory

No futuro, pressupõe-se que as fábricas serão inteligentes, capazes de planear, organizar e controlar, de forma autónoma, a produção, onde os recursos humanos têm um papel limitado na recolha e tratamento de dados (Zawadzki & Żywicki, 2016).

Assim, o uso de tecnologias modernas, como sistemas ciber-físicos, internet das coisas (IoT) e o processamento de grandes quantidades de dados (*Big Data*), encontra-se diretamente relacionado com as *smart factories*, na medida em que favorecem a sua concretização (Zawadzki & Żywicki, 2016).

A IoT reconhece os dados de todos os objetos da fábrica, e introduz essas informações no mundo virtual, fundindo assim o mundo físico e o virtual, de modo a criar um sistema ciber-físico. O sistema ciber-físico consegue trazer resultados do mundo virtual para melhorar a operação e controlo dos processos físicos (Mueller et al., 2017), permitindo uma rápida adaptação às variações da procura e aos níveis de stock. Alterações de pedidos, paragem de máquinas, desgaste de ferramentas, recursos e produtos, podem ser geridos de forma ágil (Freitas, Farias Fraga, & Souza, 2016). É da integração do mundo físico e virtual que surgem as *smart factories* (Mueller et al., 2017).

Segundo Zawadzki & Żywicki (2016), as *smart factories* e as tecnologias da Indústria 4.0, podem ser fundamentais para a concretização de uma estratégia de CM nas organizações. Para os autores, as *smart factories* devem estar baseadas em conhecimento transversal a toda a empresa, em sistemas ciber-físicos, na internet das coisas, em sistemas de gestão da produção flexíveis, em simulação e ferramentas de *design* adequadas, de modo a obterem sucesso nos processos de *design* do produto e na execução e controlo da sua fabricação. Sem um sistema de produção flexível com rapidez de *design* e a implementação de novos produtos e processos, não será possível alcançar eficientemente os pressupostos da CM. Num ambiente de CM, uma *smart factory* deve ainda ser capaz de recolher e processar informação sobre as escolhas dos clientes (Figura 1).

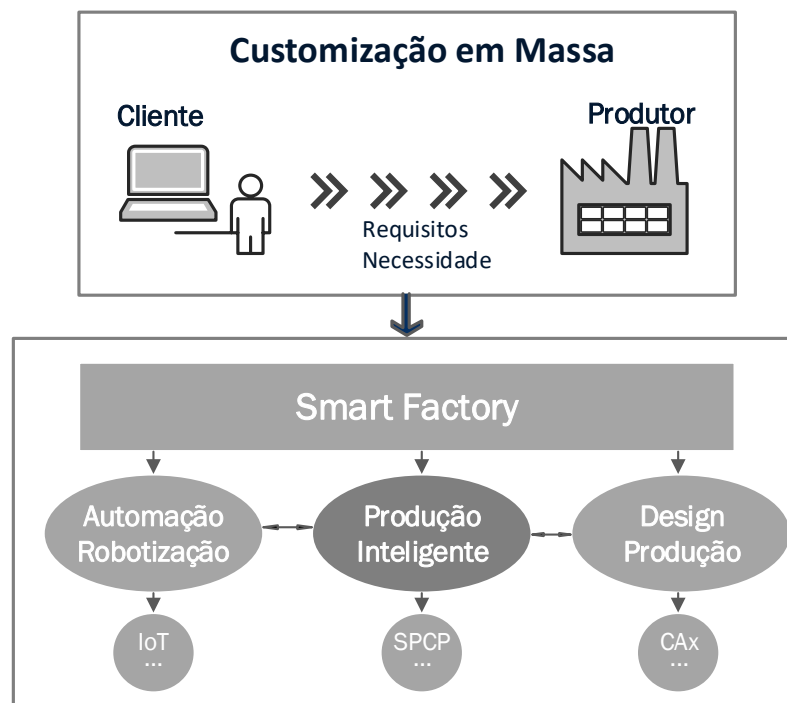


Figura 1 - Realização da customização em massa numa *smart factory* – Adaptado de Zawadzki & Żywicki (2016)

2.3 Planeamento e Controlo da Produção

A necessidade de satisfazer os requisitos individuais dos clientes implica um maior esforço na gestão da produção, pelo que as organizações enfrentam o desafio de implementar sistemas de planeamento e controlo da produção (SPCP) flexíveis para se adaptarem, de forma rápida, à procura (Volling et al., 2013) e serem capazes de produzir, a baixos custos e com elevada qualidade, pequenas quantidades de uma grande diversidade de produtos (Sousa, Martins, & Lima, 2009).

Um SPCP tem como principal objetivo o planeamento e controlo de todos os aspetos produtivos (Cichos & Aurich, 2016), isto é, procura uma gestão eficiente de artigos (produtos acabados, componentes ou matérias-primas), equipamentos, instalações e recursos humanos (Wiendahl, Von Cieminski, & Wiendahl, 2005). Monitoriza ainda o estado da produção, reajustando os planos produtivos ou estado das ordens de produção, de modo a incorporar, por exemplo, alterações de pedidos ou outros imprevistos (Wiendahl et al., 2005). Além disso, interage com clientes e fornecedores, providenciando informação aos clientes acerca dos prazos de entrega, estado das ordens de produção e envio de ordens de compra aos fornecedores (Scheer, 1994; Vollmann, Berry, Whybark, & Jacobs, 2005).

Vollmann et al. (2005) consideram que um SPCP se encontra dividido em três horizontes temporais, entendidos como: longo, médio e curto prazos. No longo prazo, definem-se orientações gerais de produção, como instalações e equipamentos necessários, para satisfazer as necessidades futuras do mercado. No médio prazo, realiza-se um planeamento da capacidade e materiais necessários para satisfazer a procura dos clientes. No curto prazo, orienta-se o funcionamento da atividade produtiva no *shop floor*. Pretende-se que cada posto esteja a trabalhar no produto certo e com os materiais corretos.

A Figura 2 representa um SPCP e as áreas funcionais que o constituem, divididas pelos três horizontes temporais. Em seguida, pode ser encontrada uma descrição sucinta de cada uma das áreas funcionais, sendo que a gestão da informação de artigos se encontra aprofundada na secção seguinte.

Planeamento Agregado da Produção

O planeamento agregado da produção consiste na determinação das quantidades a produzir, em termos agregados, durante um determinado período de tempo. Em simultâneo, é responsável por definir a capacidade a instalar para produzir as quantidades planeadas (Carvalho, 2000).

Esta atividade é, normalmente, suportada por outros departamentos organizacionais, como a gestão comercial, financeira e de recursos humanos, que auxiliam na definição das previsões de vendas e da capacidade necessária (Vollmann et al., 2005).

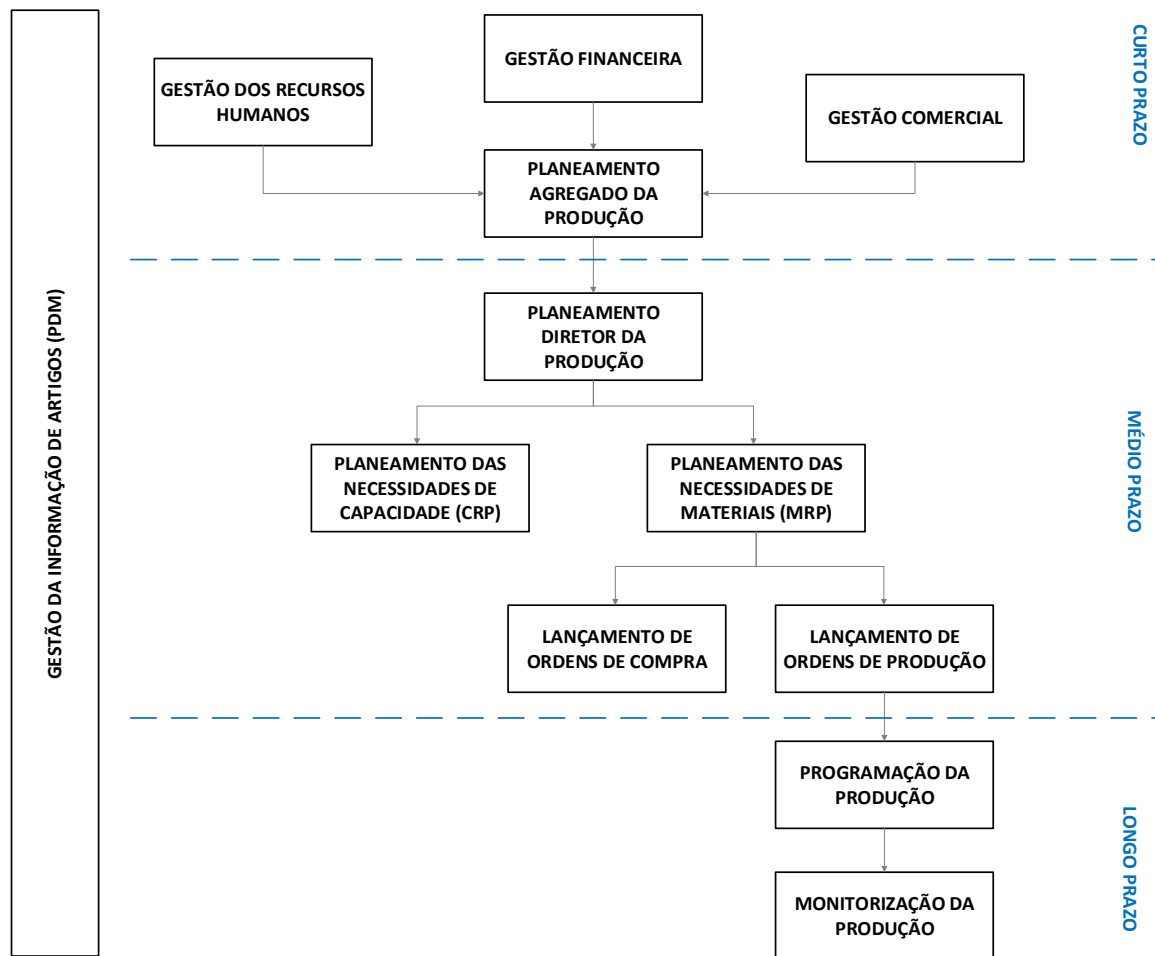


Figura 2 - Sistema de planeamento e controlo da produção – Adaptado de Lima (2013)

Planeamento Diretor da Produção

No planeamento diretor de produção realiza-se um plano diretor de produção para cada produto, de modo a satisfazer as encomendas e/ou procura dos clientes. As encomendas ou previsões de procura são traduzidas em ordens de produção de produtos finais, tendo em consideração os stocks existentes (Carvalho, 2000; Cichos & Aurich, 2016; Lima, 2013; Vollmann et al., 2005).

Planeamento de Necessidades de Materiais

O planeamento de necessidades de materiais (MRP – *Material Requirement Planning*) calcula as quantidades necessárias de componentes (matérias-primas, semiacabados ou produtos acabados) para cumprir um plano diretor de produção. Assim, apresenta as necessidades líquidas (considerando o stock existente) a comprar ou produzir para fabricar um determinado número de produtos acabados (Lima, 2013; Scheer, 1994; Vollmann et al., 2005).

Planeamento de Necessidades de Capacidade

O planeamento de necessidades de capacidade, baseado na técnica CRP (acrónimo do inglês *Capacity Requirement Planning*), determina as capacidades necessárias de cada centro de trabalho, tendo em conta o conjunto de operações realizadas pelos artigos, os lançamentos previstos e as receções programadas resultantes do MRP. Em situações em que a capacidade instalada é insuficiente para realizar o plano produtivo, deve-se recorrer a outras estratégias, como a subcontratação ou realização de horas extra para o conseguir satisfazer (Lima, 2013; Scheer, 1994; Volling et al., 2013; Vollmann et al., 2005).

Lançamento de Ordens de Compra e de Produção

Após verificação dos recursos necessários, o lançamento de ordens de compra emite uma compra de matérias-primas a fornecedores. O lançamento de ordens de produção autoriza o início das operações de produção (Arnold, 2004).

Programação da Produção

A programação da produção consiste na forma de executar um plano de produção. Sequencia os trabalhos e operações a serem efetuados, atribuindo-os a um equipamento específico, de acordo com critérios para otimização do mesmo, de modo a maximizar a utilização dos recursos produtivos (Lima, 2013; Scheer, 1994).

Monitorização da Produção

A monitorização da produção pretende garantir uma execução eficaz do plano de produção, de modo a que os prazos propostos ao cliente sejam cumpridos. Assim, é fundamental que haja um acompanhamento constante do estado das ordens de produção, bem como um controlo contínuo da disponibilidade dos recursos produtivos (equipamentos e materiais). Permite atuar sobre gargalos de capacidade e desvios do planeado (Cichos & Aurich, 2016; Vollmann et al., 2005).

Gestão da Informação de Artigos

A gestão da informação de artigos (PDM – *Product Data Management*) é responsável pela caracterização dos produtos. Define atributos, listas de materiais e gamas operatórias para cada artigo (Liu & Xu, 2001).

2.4 Gestão da Informação de Artigos

A gestão da informação de artigos é a área do SPCP que integra, representa e gere a informação que caracteriza os artigos, desde a sua conceção até à fase de produção. Inclui informação sobre desenhos de engenharia, projetos, especificações técnicas dos produtos, listas de materiais, gamas operatórias, programas de máquinas, entre outras (Liu & Xu, 2001; Sousa et al., 2009).

As principais funções de um sistema PDM, atribuídas por Kljajin & Galeta (2004), Liu & Xu (2001) e Peltonen (2000), são:

- Gestão da estrutura do produto: fornece informação sobre listas de materiais, configurações, atributos e variantes alternativas do produto;
- Gestão do processo produtivo: controla a informação sobre o processo de produção e o fluxo de trabalho;
- Armazenamento e gestão de documentos: permite a disponibilidade dos documentos e uma localização fixa dos mesmos;
- Gestão da mudança: suporta as mudanças de engenharia dos produtos;
- Integração de várias ferramentas: interação com outras ferramentas de planeamento;
- Integração de várias formas de representação de documentos: deve incorporar outras ferramentas de representação de artigos, como os desenhos CAD e os modelos geométricos;
- Coordenação de processos e acompanhamento de projetos.

Para Sousa et al. (2009) e Liu & Xu (2001), o PDM representa uma das áreas funcionais mais importantes de um SPCP, pois funciona como ferramenta integradora das diferentes áreas que o constituem, garantindo que a informação esteja disponível e seja de fácil acesso. Além disso, para Liu & Xu (2001), os sistemas PDM contribuem para o aumento da produtividade e da competitividade de uma organização, visto que, ao deterem todas as informações sobre os artigos, fornecem apoio no planeamento, construção e distribuição de novos produtos. Assim sendo, para o sucesso organizacional é imprescindível que as empresas implementem eficazmente um sistema PDM.

2.4.1 Informação de Artigos

A identificação de todas as propriedades que caracterizam um artigo revela-se importante, não só para a sua distinção entre os restantes, como para utilização nas diferentes áreas de planeamento e controlo da produção (Gomes, 2014). Artigo é o conceito utilizado para classificar todos os produtos acabados, semiacabados, componentes ou matérias-primas que uma empresa produz ou compra e que pretende gerir ao longo do tempo (Courtois, Martin, & Pillet, 2007).

Cada artigo, à exceção das matérias-primas, é caracterizado pela sua lista de materiais, gama operatória e outros atributos.

Listas de Materiais

A lista de materiais, do inglês *Bill-Of-Materials* (BOM), é um documento utilizado para descrever a estrutura de um produto. Representa os artigos (peças, matérias-primas, componentes ou semiacabados) consumidos para a produção de um produto final (artigo “pai”), bem como as quantidades necessárias de cada um (Guoli, Daxin, & Tsui, 2003; Kashkoush & ElMaraghy, 2016; Lima, 2013).

A informação contida na BOM deve ser capaz de satisfazer as necessidades de diferentes utilizadores e áreas funcionais, quer interna, quer externamente, como a engenharia do produto, o planeamento e controlo da produção e a gestão comercial ou financeira (Lima, 2013).

Num SPCP, a BOM é fundamental para a realização do planeamento diretor de produção, planeamento de necessidades de materiais, programação da produção, controlo de stocks e custeio dos produtos. A BOM identifica os componentes que devem ser comprados ou produzidos para cumprir o definido no plano diretor de produção. No planeamento de necessidade de materiais, esta informação determina quais os artigos a lançar ordens de produção e/ou compra e respetivas quantidades, para que seja produzido um produto final. À produção, fornece uma lista das peças necessárias para montagem de um produto, bem como informação sobre as operações a executar. Na BOM, segundo Lima (2013), encontram-se registados os artigos que uma organização tem necessidade de controlar. Assim, a BOM permite identificar os custos das matérias-primas ou componentes que integram um produto final (Arnold, 2004; Lima, 2013).

Gamas Operatórias

A gama operatória, do inglês *Bill-of-Operations* (BOO), representa a melhor sequência das operações para produção de um artigo (Courtois et al., 2007). Adicionalmente, identifica o consumo das operações, isto é, o tempo de execução de cada operação (Lima, 2013).

A BOO utiliza-se no planeamento de necessidades de capacidade, de modo a estimar a capacidade necessária para um período de tempo, e na programação da produção, para escalonamento das operações das ordens de produção (Lima, 2013).

Atributos

Para a caracterização de cada artigo, deve ser definido o código, a descrição, a unidade de medida e outras informações como: tamanho de lote, quantidade de lote, stock de segurança, prazos de entrega, *lead time* e custos padrão (Lima, 2013).

2.4.2 Modelos de Representação de Artigos

Os SPCP tradicionais foram idealizados para ambientes de PM, onde se produz um número limitado de variantes de produtos. Contudo, a tendência atual de CM, exige a produção de produtos personalizados para satisfazer as necessidades individuais dos clientes, o que aumenta o número de produtos e variantes diferentes existentes numa organização industrial (Jiao, Du, & Jiao, 2005). Os sistemas tradicionais, não se encontram dotados da flexibilidade necessária para gerir a informação de todas as variantes de todos os produtos existentes, pois os modelos de representação utilizados para tal apresentam muita complexidade e exigem muito esforço na gestão da informação. Assim, vários autores sugerem novos modelos de representação de artigos, mais genéricos, para otimizar a complexidade e gerir a variedade (Gomes et al., 2009; Jiao, Tseng, Duffy, & Lin, 1998).

Em seguida, apresentam-se as abordagens expostas por Wöß (1997) para gestão da informação de artigos: modelos que identificam cada variante de forma independente (designados de referência direta) e modelos que identificam famílias de produtos (designados de referência genérica).

Modelos de Referência Direta

Nos modelos de referência convencionais, ou de referência direta, cada variante é tratada como uma entidade única, à qual é associada um código de identificação, uma lista de

materiais e uma gama operatória (Gomes et al., 2011b; Wöß, 1997). Assim, sempre que um novo artigo é adicionado à população de artigos da organização, deve-lhe ser atribuído um novo código de identificação (Gomes et al., 2009).

Estes tipos de modelos são os mais utilizados nos SPCP, pela simplicidade e facilidade de uso que proporcionam. Num contexto de produção em massa, onde a variedade de produtos é limitada, os modelos convencionais funcionam eficazmente. Contudo, numa filosofia orientada para o cliente, a utilização dos modelos tradicionais resultará numa explosão de novos artigos e estruturas BOM e BOO, o que dificulta a gestão de dados para planeamento e controlo da produção (Aydin & Güngör, 2005; Hanchuan, Xiaofei, & Dechen, 2008).

Modelos de Referenciação Genérica

Em alternativa, os modelos de referenciação genérica, dividem a população de produtos em famílias ou produtos genéricos, de modo a melhorar a produtividade do sistema produtivo, diminuir a complexidade e melhorar a gestão da variedade (Kashkoush & ElMaraghy, 2016; Olsen & Sætre, 1998). Um produto genérico é caracterizado por atributos ou parâmetros, que podem assumir um conjunto de valores possíveis. Uma variante define-se pela seleção de um valor específico para cada atributo.

A BOM e a BOO são definidas apenas para a família de produtos e não para cada variante. A BOM deve ser genérica e capaz de representar a família de produtos. Posteriormente, para cada variante, há a possibilidade de gerar uma lista de materiais específica de acordo com os valores definidos nos atributos (Aydin & Güngör, 2005; Jiao et al., 1998; Olsen & Sætre, 1998; Wöß, 1997).

A Tabela 1 compara, nos aspetos fundamentais, os modelos de representação – diretos e genéricos.

A constituição de famílias de produtos pode ser realizada seguindo três critérios: vendas, planeamento e montagem. A seleção das vendas, agrega os produtos em função das escolhas do cliente. No planeamento, critério mais utilizado, os produtos são agrupados pela semelhança de componentes, para facilitar a geração da BOM que melhor descreve as suas características, de modo a facilitar o planeamento da produção. No critério de montagem, identifica-se os grupos de produtos de acordo com as relações entre componentes e a sequência de montagem (ElMaraghy et al., 2013; Kashkoush & ElMaraghy, 2016).

Tabela 1 - Comparação dos modelos de representação – Adaptado de Gomes et al. (2009)

	IDENTIFICAÇÃO	LISTA DE MATERIAIS
REFERENCIAÇÃO DIRETA	Código único por artigo.	Uma BOM e BOO por cada artigo. Definição de uma relação para cada componente e operação.
REFERENCIAÇÃO GENÉRICA	Código único por família de produtos, caracterizada por um conjunto de parâmetros.	Uma BOM e BOO por cada família de produtos. Definição da relação estrutural entre os artigos “pai” e os seus componentes e operações. Definição da relação entre os parâmetros dos artigos “pai” e os dos seus componentes e operações.

A referenciação genérica, oferece maior flexibilidade na gestão de um grande número de variantes e respetivas listas de materiais (Wöß, 1997). Contudo apresenta alguns desafios de modelação (Jiao et al., 1998), entre eles:

- Definir claramente a estrutura comum de uma família de produtos, explicando a relação entre as variantes;
- Definir parâmetros que caracterizam a família de produtos através dos quais serão geradas as variantes;
- Modelação de uma família de produtos do ponto de vista funcional e técnico, para representação dos requisitos dos clientes e das especificações de engenharia.

Na literatura podem ser encontrados vários modelos que sugerem a utilização de referenciação genérica com listas de materiais genéricas, capazes de representar todas as variantes. Contudo, neste trabalho destaca-se o Modelo GenPDM, desenvolvido no Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho, que se encontra implementado no sistema informático de planeamento e controlo da produção GenSYS. No capítulo seguinte apresenta-se o modelo GenPDM, bem como a sua integração no sistema GenSYS.

3. GENSYS - SMART MANUFACTURING SYSTEM

As empresas de produção em ambientes de CM, devem ser capazes de implementar sistemas integrados de gestão (ERP - *Enterprise Resource Planning*), para melhorar o fluxo de informação entre entidades internas e externas. Contudo, as empresas devem integrar o ERP com um sistema de gestão do espaço produtivo, capaz de agendar e controlar a execução das operações, o estado dos equipamentos, a entrega dos componentes no início da realização de cada operação, bem como o progresso da produção.

Com a recolha de dados, em tempo real, é possível tomar decisões mais conscientes e acertadas (Zhong, Dai, Qu, Hu, & Huang, 2013). Assim, a recolha de dados do *shop floor* em tempo real pode ser considerada um desafio colocado atualmente às empresas. Além deste, é necessário considerar os desafios da CM, como a necessidade de aplicar um software flexível que se baseie em famílias de produtos (ElMaraghy et al., 2013; Hu, 2013).

Neste contexto, surgem vários sistemas informáticos para apoiar as empresas a fazerem face aos desafios da CM. Um exemplo é o GenSYS – um sistema informático para planeamento e controlo da produção – que se caracteriza por ser genérico, flexível, capaz de gerir a diversidade de produtos e que pode ser adaptado a qualquer tipo de indústria ou processo produtivo. O sistema GenSYS tem implementadas funcionalidades para abranger três grandes áreas funcionais – representadas no sistema por GenPDM, GenPPC e GenSFC.

A primeira área funcional está relacionada com a gestão da informação de artigos, baseada em referência genérica, e pode ser realizada, no sistema, através do módulo GenPDM. O planeamento e controlo da produção de médio prazo pode ser efetuado com o auxílio do módulo GenPPC. Por fim, para a programação e monitorização da produção, no curto prazo, encontram-se disponíveis quatro módulos diferentes: o GenPROG, o GenFLOOR, o Terminal e o Terminal Milk. Na Figura 3 encontram-se representados os módulos do sistema para realizar os processos de cada área funcional.

Neste capítulo são apresentadas estas áreas funcionais do sistema informático GenSYS, com especial enfoque para a gestão da informação de artigos, visto ser a área mais explorada ao longo deste projeto. Na secção 3.1 apresentam-se as funcionalidades do GenPDM, juntamente com a explicação do modelo de representação de artigos utilizado neste módulo: o modelo GenPDM. Nas subsecções desta secção (3.1.1 a 3.1.7) são apresentados os principais

conceitos relacionados com o modelo de referenciação genérica GenPDM: referência genérica (RG), tipo de parâmetro (TP), lista de materiais genérica (GBOM), tipo de operação, gama operatória genérica (GBOO) e ainda funções especiais e visibilidade dos parâmetros, de acordo com Martins (2008), Martins & Sousa (2013) e Gomes (2014). Nestas mesmas subsecções, descreve-se o modo como a informação é modelada no módulo GenPDM, uma vez que essa é a representação utilizada para demonstrar a solução aplicada à indústria têxtil, no capítulo seguinte. Na secção 3.2 identificam-se as principais funcionalidades do GenPPC e, por fim, na secção 3.3 apresenta-se a área funcional de GenSFC e a função dos módulos utilizados para a realização da gestão de curto prazo.

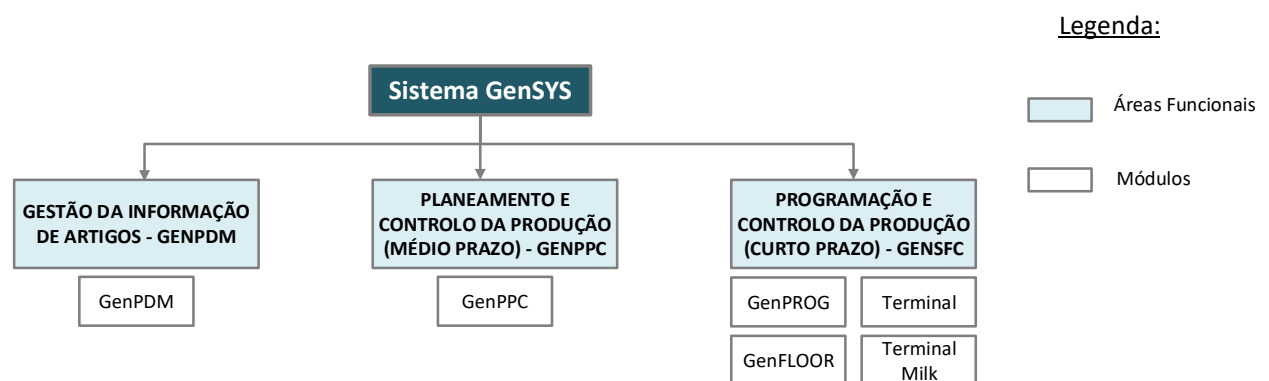


Figura 3 - Constituição funcional do sistema GenSYS

3.1 GenPDM – *Generic Product Data Model*

O GenPDM é o módulo responsável pela gestão da informação de artigos, que utiliza a referenciação genérica, mais concretamente o modelo GenPDM, para definir referências genéricas, listas de materiais e de operações, bem como os atributos de cada uma. Caracteriza todos os produtos finais, as matérias-primas, os semiacabados ou as ferramentas existentes na organização e as suas propriedades, de forma dinâmica e genérica. Gere listas de materiais e gamas operatórias genéricas, bem como os relacionamentos para a geração de listas específicas para cada variante do produto.

Este módulo, por ser baseado em estruturas genéricas, consegue lidar eficazmente com a diversidade e personalização de produtos, evitando a explosão e redundância de informação associada aos ambientes de grande diversidade e aos modelos de referenciação direta. Concentra e disponibiliza ao *shop floor* a informação necessária para a execução das operações, como parâmetros de configuração ou regulação de máquinas, instruções de

trabalho, componentes necessários, inspeções de qualidade, sequência das operações, entre outras. Deste modo, o módulo GenPDM do sistema GenSYS, é considerado uma ferramenta útil para favorecer as organizações da flexibilidade necessária para responder aos desafios da CM e da Indústria 4.0.

Em seguida, encontram-se explicitados os principais conceitos do modelo de referência genérica GenPDM aplicados neste módulo.

3.1.1 Referências Genéricas

O modelo de referência genérica GenPDM divide a população de artigos em famílias, que representam um grupo de artigos de uma população com semelhanças entre si – designadas de referências genéricas. Com o uso da referência genérica é possível reduzir o número de códigos necessários para definir a população de artigos, em comparação com os modelos de referência direta. A definição das referências genéricas depende da interpretação da realidade por parte do utilizador, das características dos artigos e dos objetivos organizacionais. No entanto, deve ser considerada a necessidade de cada família ser constituída por artigos que possam ser caracterizados pelo mesmo conjunto de parâmetros e que partilhem os mesmos componentes e operações, de modo a facilitar a construção da GBOM e GBOO.

Contudo, apesar de apenas serem atribuídos códigos às referências genéricas, continua a ser necessário reconhecer as variantes dessa família e as suas propriedades. Assim, a cada referência, é associado um conjunto de parâmetros, capazes de representar as propriedades daquela família. A associação de valores aos parâmetros, representa as variantes possíveis da RG.

A Figura 4 retrata a representação gráfica de uma RG no modelo GenPDM, definida através de um retângulo com o seu código identificador e unidade quantidade (unidades, metros ou outra), bem como a associação dos parâmetros necessários para a caracterizar, representados por um losango. No interior do losango pode ser encontrado o identificador do parâmetro da RG. Além disso, tem associado uma descrição que identifica a função do parâmetro na caracterização da RG, bem como o conjunto de valores possível de cada parâmetro. $V_{i,1,1}$ representa o valor 1 que o parâmetro 1 da referência genérica “i” pode assumir.

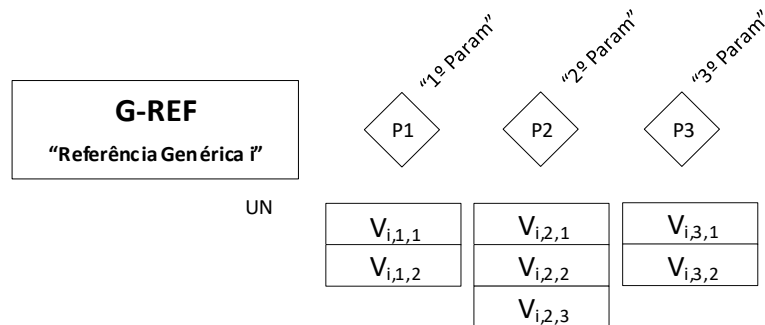


Figura 4 - Representação gráfica de uma referência genérica no modelo GenPDM e domínio de valores dos seus parâmetros

3.1.2 Tipos de Parâmetro

Considerando a possibilidade de uma propriedade ser partilhada por diferentes referências ou vários parâmetros poderem compartilhar os mesmos valores, foi criado, no modelo GenPDM, o conceito de tipo de parâmetro. Um TP agrega um conjunto de propriedades necessárias para caracterizar os artigos de uma população. A cada TP deve ser associado um conjunto de valores que defina o seu domínio, denominado de valores do tipo de parâmetro. A representação gráfica de um TP, apresenta-se como sendo um duplo losango (Figura 5 a) e b)).

Os tipos de parâmetro podem ser definidos em compreensão (apresentados com um “V” no interior do duplo losango – Figura 5 a)), se os valores do TP forem identificados por um valor numérico ou por um intervalo de valores, ou em extensão (representados por um “L” no interior do duplo losango – Figura 5 b)), quando os valores são definidos explicitamente pelo utilizador numa lista.

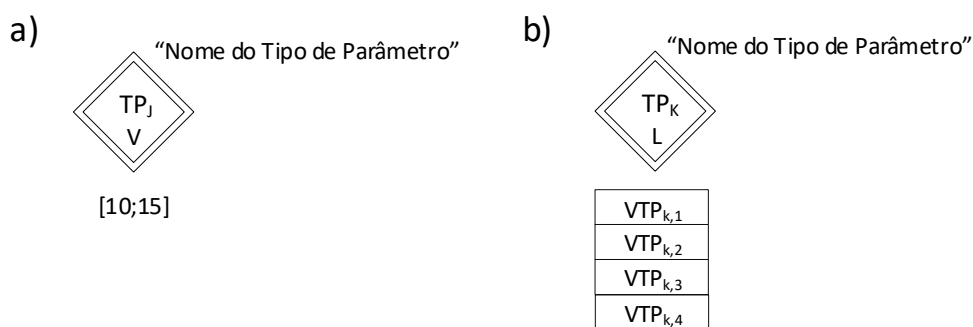


Figura 5 - Representação gráfica de um tipo de parâmetro no modelo GenPDM: a) Parâmetro em compreensão; b) Parâmetro em extensão

No módulo GenPDM, a criação de um TP pressupõe o preenchimento do seu código e descrição. No caso do TP ser definido em compreensão (Figura 6) é necessário preencher o

tipo de dimensão (inteira ou decimal) do TP, bem como o seu domínio: valor do limite inferior e superior.

Código TPJ Descrição Nome do tipo de parâmetro

Título da Linha Nome: Título da Coluna Nome:

Tipo Dimensão Inteiro Limite Inferior 10 Limite Superior 15

Figura 6 - Representação de um tipo de parâmetro em compreensão no módulo GenPDM

Para definição de um TP em extensão, após a definição do seu código e descrição (Figura 7 a)), deve-lhe ser associado cada um dos valores que constituem o seu domínio (Figura 7 b)).

a) Código TPK Descrição Nome do tipo de parâmetro

Título da Linha Nome: Título da Coluna Nome:

Tipo Dimensão

Código	Características	Origem
TPK	TPK : Nome do tipo de parâmetro	

b) Descrição

- VTP1
- VTP2
- VTP3
- VTP4

Figura 7 - Representação de um tipo de parâmetro em extensão no módulo GenPDM: a) Definição do tipo de parâmetro; b) Preenchimento dos valores do tipo de parâmetro

A definição de tipos de parâmetro, facilita o processo de criação dos parâmetros de uma RG: para cada parâmetro da RG apenas é necessário identificar o TP associado a esse parâmetro e seleccionar, dentro do conjunto de valores do domínio do TP, os valores que podem ser utilizados para definir o domínio do parâmetro da RG (Figura 8).

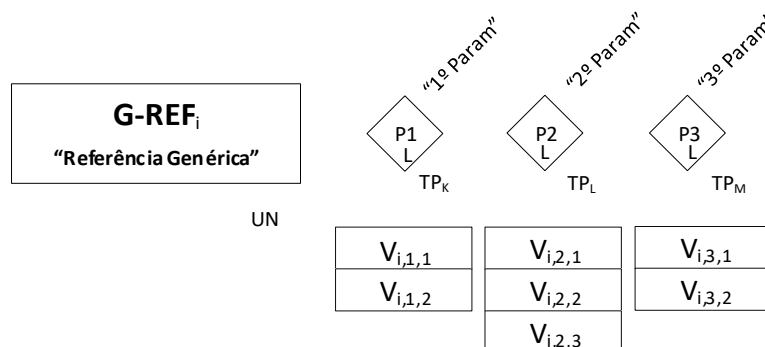


Figura 8 - Definição do domínio de valores de uma referência genérica através dos tipos de parâmetro no modelo GenPDM

No módulo GenPDM, a informação anterior encontra-se modelada de acordo com o representado na Figura 9 a) e b). A informação sobre o código, descrição, unidade quantidade, bem como outras informações necessárias às restantes áreas funcionais de um SPCP, como o armazém de destino da referência ou a classe do artigo (matéria-prima, ferramenta,

semiacabado ou produto acabado) é definida na interface apresentada na Figura 9 a). A associação dos parâmetros à RG encontra-se representada na Figura 9 b).

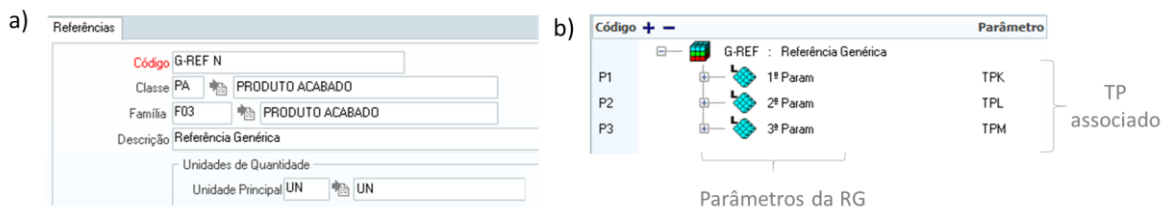


Figura 9 - Representação de uma referência genérica no módulo GenPDM: a) Definição da referência genérica; b) Parâmetros da referência genérica

Características dos Tipos de Parâmetro

Um TP pode ter associado um conjunto de propriedades que caracterizam os seus valores. Essas propriedades são representadas, no modelo GenPDM, através de características dos tipos de parâmetro.

As características só podem ser associadas aos tipos de parâmetro definidos em extensão e indicam uma propriedade desse tipo de parâmetro. Podem ter origem em tipos de parâmetro diferentes do TP onde estão a ser associadas. A definição completa de cada valor do tipo de parâmetro só fica concluída quando as características forem preenchidas.

Na Figura 10 encontra-se representada a associação de três características a um TP. As características C1 e C2 são originadas pelo mesmo TP, enquanto a C3 tem origem num TP diferente. Através da Figura 10 verifica-se que a representação gráfica das características é dada por um quadrado, conectado com o TP onde se encontra associado.

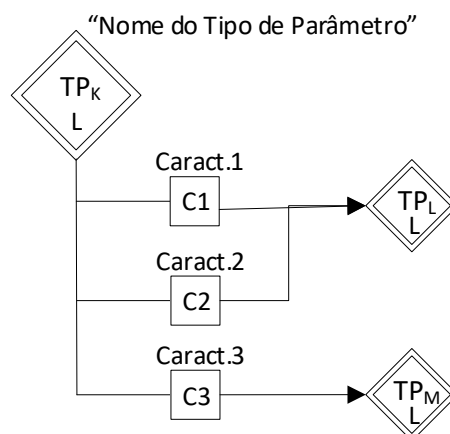


Figura 10 - Representação gráfica das características dos tipos de parâmetro no modelo GenPDM

No módulo GenPDM, para associar uma característica a um TP, depois da sua criação, é necessário identificar o TP de origem da característica e “arrastá-lo” para o TP onde a característica deve ficar disponível. Posteriormente, o valor das características deve ser preenchido para cada um dos valores desse TP. A Figura 11 a) e b) demonstra a representação das características de um TP (Figura 11 a)), bem como o seu preenchimento (Figura 11 b)).



Figura 11 - Representação gráfica das características dos tipos de parâmetro no módulo GenPDM: a) Características do tipo de parâmetro; b) Preenchimento das características

As características podem ser utilizadas no processo de definição da GBOM. Neste caso, não é o valor do parâmetro que estabelece diretamente o relacionamento entre os parâmetros da RG e os parâmetros do seu componente genérico, mas sim o valor da sua característica. A expressão para representação de uma característica é dada por: “Identificador da característica@Identificador do parâmetro”. As características também podem ser definidas para disponibilizar informação relevante às restantes funções do SPCP e *shop floor*, como instruções de trabalho ou desenhos técnicos.

3.1.3 Listas de Materiais Genéricas

O modelo GenPDM sugere a criação de uma GBOM, capaz de representar corretamente a BOM individual de cada artigo da família. Assim sendo, é necessário que represente eficazmente as relações entre as referências genéricas e os seus componentes, de modo a que a BOM específica corresponda à modelada em referência direta.

A construção da GBOM de uma RG, inicia-se com a identificação dos componentes por ela consumidos, ou seja, as outras referências genéricas, classificadas como matérias-primas ou semiacabados, que entram na estrutura do artigo.

Na definição da GBOM é necessário estabelecer uma relação entre os parâmetros da RG com os parâmetros dos componentes genéricos. A relação é estabelecida através de uma expressão associada aos parâmetros dos componentes genéricos. As expressões podem

representar: 1) um relacionamento direto, quando o valor selecionado num parâmetro da RG é atribuído ao parâmetro do componente ou 2) um valor constante, através da atribuição de um valor constante ao parâmetro do componente. Além destas, pode ser definida uma expressão matemática que represente o relacionamento entre um ou mais parâmetros do componente genérico com os parâmetros da RG.

Após isto, devem ser identificadas as expressões de consumo dos componentes genéricos. Esta expressão permite identificar a quantidade consumida do componente específico numa determinada variante da RG. Este processo assemelha-se ao de estabelecer a relação entre os parâmetros dos componentes genéricos com os parâmetros das referências.

A Figura 12 representa a GBOM de uma determinada RG, constituída por três componentes genéricos (CG₁, CG₂ e CG₃), com origem em três referências genéricas distintas. Ao serem associados à GBOM os componentes genéricos mantêm os parâmetros da sua RG de origem – CG₁ apresenta dois parâmetros (P1 e P2) e CG₂ e CG₃ três (P1, P2 e P3). A expressão dos parâmetros P1 e P2 de CG₁ estabelece um relacionamento direto entre os parâmetros P1 e P3 da referência G-REF_N. O P2 do CG₂ é preenchido por um valor constante e o P3 do CG₃ através de uma característica colocada no TP associado ao P1 da referência G-REF_N. O consumo do CG₁ e do CG₂ é determinado por uma expressão que relaciona dois parâmetros de G-REF_N: a soma de P2 com P3 e a subtração de P2 e P3. No caso do CG₃, a sua expressão de consumo indica que este é constante e, conseqüentemente, o mesmo para todas as variantes de G-REF_N.

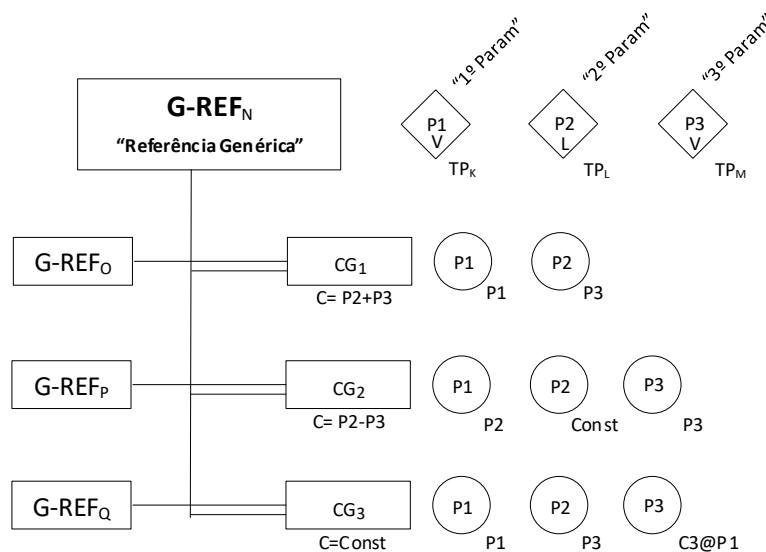


Figura 12 - Representação gráfica de uma lista de materiais genérica no modelo GenPDM

Na Figura 13 é possível visualizar a modelação da mesma informação no módulo GenPDM, de acordo com as interfaces que este disponibiliza ao utilizador.

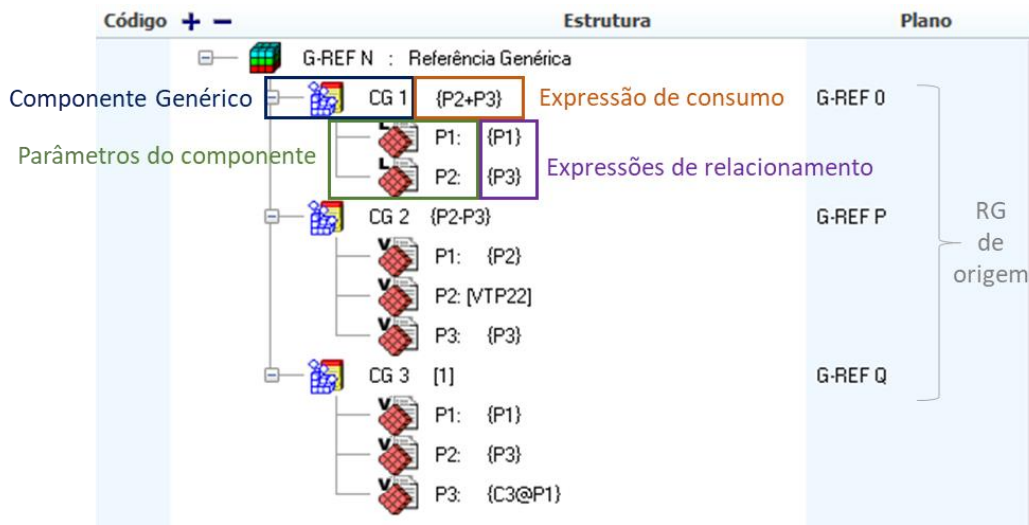


Figura 13 - Representação gráfica de uma lista de materiais genérica no módulo GenPDM

3.1.4 Tipos de Operação

O modelo GenPDM sugere a criação de tipos de operação genéricos, capazes de refletir o conjunto de operações realizadas numa organização. A cada tipo de operação pode ser associado um conjunto de parâmetros para especificar as suas propriedades, com origem num dos tipos de parâmetro previamente definidos. Além disso, deve ser definida a unidade consumo de cada tipo de operação (minutos, horas ou outra).

De forma gráfica, o tipo de operação é representado por um retângulo com os cantos cortados e os seus parâmetros por losangos (Figura 14). A determinação do relacionamento entre os tipos de parâmetro e os parâmetros das operações é idêntica ao efetuado nas referências genéricas.

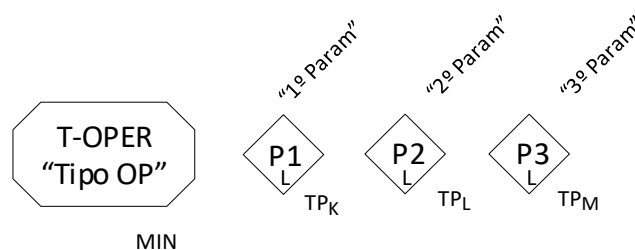


Figura 14 - Representação gráfica de um tipo de operação no modelo GenPDM

No módulo, esta informação é definida em duas interfaces distintas: na primeira define-se o código e a unidade quantidade do tipo de operação (Figura 15 a)) e na segunda os seus parâmetros (Figura 15 b)).

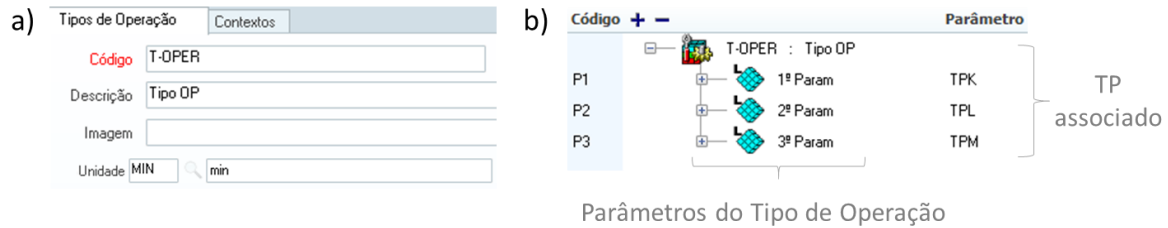


Figura 15 - Representação gráfica de um tipo de operação no módulo GenPDM: a) Definição do tipo de operação; b) Parâmetros do tipo de operação

3.1.5 Gamas Operatórias Genéricas

A identificação da GBOM não é suficiente para a produção de um artigo, pelo que é necessário completar essa informação com a sequência de operações a que este tem que ser sujeito, isto é, a sua GBOO. Apesar de o modelo sugerir a definição de uma BOO genérica, esta deve ter a capacidade de representar uma BOO específica para cada variante da RG.

A construção da GBOO, após a definição dos tipos de operação necessários, inicia-se com a identificação das operações genéricas que devem ser realizadas para a produção de cada RG e o tempo de execução de cada uma, ou seja, o seu consumo.

Para definir as expressões de relacionamento entre o parâmetro da operação e os parâmetros da RG, segue-se o mesmo raciocínio da construção da GBOM.

A Figura 16 a) representa a GBOO de uma determinada RG, constituída por três operações genéricas (O_1 , O_2 e O_3), com origem em três tipos de operação distintos. Cada uma das operações genéricas herda os parâmetros do tipo de operação em que tem origem – a O_1 e O_3 é associado um parâmetro (P1) e a O_2 três parâmetros (P1, P2 e P3). A relação entre os parâmetros das operações genéricas e da RG é preenchida por relacionamento direto no caso do P1 da O_1 , através de características no caso do P2 da O_2 , e com um valor constante para o P1 da O_3 . A expressão de consumo de todas as operações é sempre constante e não depende dos valores dos parâmetros da RG. Na Figura 16 b) encontra-se representada a modelação da informação no módulo GenPDM.

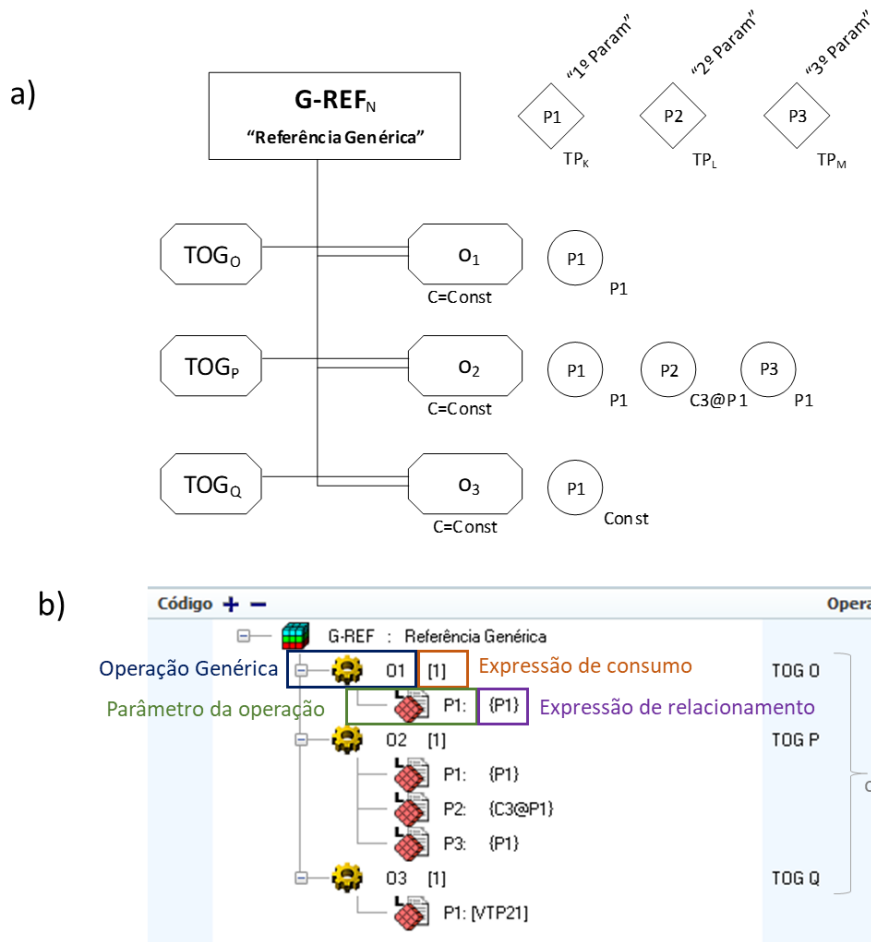


Figura 16 - Representação gráfica de uma gama operatória genérica: a) No modelo GenPDM; b) No módulo GenPDM

Para uma melhor integração da GBOM com a GBOO, o modelo sugere a associação dos componentes genéricos às operações genéricas, onde são identificados os componentes necessários à realização de cada operação. Além disso, para criação de um fluxo de produção eficaz na programação da produção, devem ser definidas as precedências entre as operações, isto é, definir que uma determinada operação só pode ser executada depois da realização de outra(s).

3.1.6 Funções Especiais

As funções especiais são definidas quando existe dificuldade em determinar uma expressão matemática capaz de traduzir fielmente o valor a atribuir ao consumo de um componente genérico ou de uma operação genérica na GBOM ou GBOO de uma RG. Podem ainda definir a expressão de relacionamento entre os parâmetros de um componente genérico ou operação genérica e a RG onde se encontram associados.

As funções especiais representam-se por F_i ou V_i , onde o “i” representa o número de parâmetros da RG que definem o domínio da função. Uma função iniciada por “V” é usada para parâmetros definidos em compreensão e uma função definida por “F” usa-se para parâmetros em extensão. Nas expressões de consumo utilizam-se funções do tipo V_i .

A título de exemplo, uma expressão de consumo definida como $V_2(P1,P2)$ indica que o consumo do componente genérico é obtido em função dos valores selecionados nos parâmetros P1 e P2.

3.1.7 Visibilidade dos Parâmetros

O modelo GenPDM propõe mecanismos para condicionar as combinações de valores de uma RG, evitando a necessidade do utilizador seleccionar valores para alguns dos parâmetros da referência, pois estes nem se encontram “visíveis”. A sua definição pressupõe a utilização de dois novos atributos, associados ao parâmetro da RG que deve ser omitido: condição de visibilidade e valor do parâmetro.

Uma condição de visibilidade é uma expressão lógica que define se o utilizador vai ou não “ver” este parâmetro durante o processo de criação de variantes da RG. O resultado desta expressão pode ser verdadeiro ou falso. Se for verdadeiro, o utilizador deve definir o valor para esse parâmetro, contudo, se for falso o valor do parâmetro não necessita de ser preenchido, uma vez que o parâmetro nem aparece ao utilizador, no momento de gerar a variante.

O atributo valor do parâmetro define o valor que deve ser atribuído automaticamente ao parâmetro se o resultado da condição de visibilidade for falso e, conseqüentemente, o parâmetro for omitido ao utilizador.

A informação sobre os artigos representada no módulo GenPDM é, posteriormente, utilizada para realização do planeamento e controlo da produção (GenPPC) e na programação e monitorização da produção (GenSFC). Os módulos do sistema responsáveis pela realização destas áreas funcionais são apresentados nas secções seguintes.

3.2 GenPPC – *Production Planning and Control*

No módulo GenPPC estão implementadas as funcionalidades para a realização do planeamento de médio prazo. Também é o módulo que comunica com o cliente, uma vez que caracteriza as suas necessidades, mediante o registo de encomendas ou previsões de procura. Através da análise da disponibilidade de recursos, sugere datas de entrega, quantidades possíveis a entregar numa determinada data e avalia a viabilidade dos planos de entrega do produto final.

Realiza o planeamento diretor de produção e efetua o planeamento de necessidades de capacidades e de materiais. Analisa a capacidade necessária para satisfazer os planos de produção e compara-a com a capacidade instalada para um período de tempo, permitindo que o utilizador tome decisões relativas à capacidade, de modo a que os planos não fiquem por satisfazer ou a capacidade seja desperdiçada. Com a aplicação do MRP, reconhece todos os artigos a serem produzidos e comprados, as quantidades e as datas em que serão necessários, baseado nas necessidades dos clientes e nos planos de produção. Após esta identificação, procede ao lançamento de ordens de compra e de produção. Além disso, facilita a logística interna e externa, controlando stocks, movimentações entre armazéns, remessas e documentos de expedição – guias de remessa e faturas.

Permite ainda a definição de alertas para avisar o utilizador de eventuais desvios dos comportamentos esperados.

3.3 GenSFC – *Shop Floor Control*

No curto prazo, o sistema GenSYS, gere toda a informação sobre postos de trabalho, armazéns, sistemas de transporte, fornecedores e clientes, em tempo real, através de vários módulos interligados. Utiliza o conceito de *kanbans* eletrónicos e gera *kanbans* de trabalho (autorizações de produção), que são sequenciados e alocados, manual ou automaticamente, aos postos de trabalho. De acordo com essa sequenciação, aloca *kanbans* de movimentação (autorizações de transporte) aos sistemas de transporte, para garantir que os componentes se encontram no posto no início da execução do *kanban* de trabalho. Permite a monitorização, em tempo real, do *shop floor* e a rastreabilidade das operações. Além disso, possui ferramentas de simulação que permitem prever o comportamento do sistema produtivo durante um determinado horizonte temporal.

Para a sequenciação dos trabalhos (com base em *kanbans* eletrónicos) e realização de projeções futuras, é disponibilizado o módulo GenPROG. Junto dos postos de trabalho devem ser colocados dispositivos com o Terminal, onde o colaborador pode registar o início e o término da execução dos trabalhos (ou, se possível, as tarefas serem realizadas automaticamente através da integração do sistema ao software dos postos de trabalho). Para os sistemas de transporte, o início e fim da movimentação deve ser registada no Terminal Milk. O GenFLOOR permite que o planeador consiga, de forma visual, acompanhar, em tempo real, o estado de execução/movimentação de cada *kanban*.

Assim, a este nível, o GenSYS permite que as empresas respondam aos desafios da Indústria 4.0, permitindo-lhes sincronizar, monitorizar e controlar o fluxo de informação entre as entidades do *shop floor*, em tempo real, para tomar decisões mais conscientes e, em caso de desvios, adaptar o plano de produção. Além disso, possibilita que sejam alcançados níveis de desempenho similares aos da produção em massa, pois controla todas as atividades e recursos da fábrica, utilizando uma estratégia de produção puxada com sequenciação e alocação de *kanbans*. Através de projeções, fornece a capacidade de prever desvios e reagir antes dos problemas acontecerem.

4. GENPDM – APLICAÇÃO À INDÚSTRIA TÊXTIL

O presente capítulo apresenta a modelação de uma solução para representação da informação de artigos no módulo GenPDM, aplicada à indústria têxtil – ramo têxtil-lar – e elaborada no âmbito da demonstração desenvolvida para apresentação das funcionalidades do sistema GenSYS ao grupo MoreTextile. Contudo, as características específicas da empresa foram alteradas para manter a confidencialidade dos dados recolhidos.

A secção 4.1 apresenta o processo de produção do exemplo em estudo: um jogo de lençóis. A secção 4.2 descreve a modelação de uma solução para representar o exemplo no sistema GenSYS, de acordo com o modelo de referência genérica GenPDM. Na secção seguinte (4.3) é avaliada a eficiência da solução para representação do exemplo, em comparação com a possível modelação em referência direta. Por fim, na secção 4.4 identificam-se as principais limitações dessa solução.

4.1 Apresentação do Exemplo

A solução a ser modelada no sistema, consiste na representação da informação necessária para produção de um jogo de lençóis, desde o processo de preparação, estampagem, tingimento e acabamento de tecido, até às operações de corte e confeção de lençóis, fronhas e capas, que, uma vez embalados, originam o referido jogo.

Assim sendo, pode-se dividir o modelo em duas fases: a produção do tecido e a constituição do jogo de lençóis, que, fisicamente, são processos realizados em duas unidades fabris distintas.

Na primeira fase pretende-se transformar a matéria-prima tela em tecido, através de várias operações de preparação, tingimento, estampagem e acabamento (Figura 17).

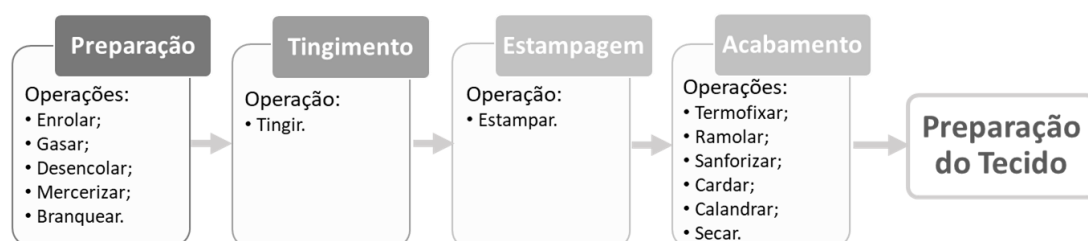


Figura 17 - Operações para produção de tecido

As operações de preparação visam preparar a tela para tingir, estampar ou sofrer um determinado acabamento. Dentro deste grupo de operações encontram-se operações de enrolar, gasar, desencolar, mercerizar ou branquear. A primeira operação consiste em enrolar a tela em ferramentas de auxílio à entrada nas máquinas – os cavaletes. Em seguida, dependendo da composição da tela e do tipo de tecido pretendido, podem ser realizadas todas ou algumas das restantes operações de preparação. Na operação de gasar as fibras soltas são queimadas, a descolagem elimina a goma ou cola existentes nos fios, a mercerização melhora as propriedades físico-químicas das fibras e a branqueação permite eliminar o corante natural do material têxtil.

Na etapa de tingimento, pretende-se atribuir ao material têxtil uma coloração uniforme, através da aplicação de uma mistura de tingimento, composta por diversos químicos e corantes.

A estampagem fixa um desenho colorido ao material têxtil. Este processo consome pastas de estampagem que, à semelhança da mistura de tingimento, combinam distintos químicos e corantes. Além disso, esta operação recorre ao uso de rolos de estampagem, que imprimem o desenho no material têxtil.

As operações de acabamento, pretendem adequar o tecido à sua finalidade, ou seja, realizam-se para melhorar algumas das propriedades do tecido de acordo com os requisitos do consumidor final, como brilho, toque, resistência ou dimensões pretendidas. Termofixar, ramolar, sanforizar, cardar, calandrar e secar são exemplos de operações de acabamento.

A termofixação facilita a fixação da cor nas fibras, a cardação é responsável pela formação de uma camada de pelo à superfície do tecido e a laminagem uniformiza a espessura do tecido, cortando os pelos existentes na superfície. A calandragem beneficia o tecido em brilho e suavidade ao toque. A sanforização evita que o tecido encolha numa fase posterior de confeção. A râmola confere estabilidade dimensional ao tecido e outras propriedades, como tratamentos anti manchas, antibacteriano, anti odores ou *easy care*. Por fim, são realizadas as operações de secagem e de revista, para retirar a água do tecido e deteção de eventuais defeitos, respetivamente. Dependendo da composição e do tipo de tecido pretendido, podem ser realizadas apenas determinadas operações de acabamento.

Após o acabamento, o tecido entra na segunda fase do processo, onde será estendido e cortado de acordo com as medidas determinadas para cada tipo de peça a que vai dar origem. Em seguida, as peças cortadas são encaminhadas para células especializadas em confeccionar fronhas, lençóis e capas, onde serão transformadas em artigos finais. As operações de confecção e os componentes utilizados são distintos, dependendo do tipo de artigo a confeccionar.

Por norma, para produzir uma capa, começa-se por carregar um carro giratório com as peças cortadas. Segue-se a operação de realizar os cantos e colocação de um elástico à volta do corte, fazem-se as bainhas, procede-se à dobragem do artigo e, por fim, este é brunido. Um lençol apresenta uma lista de operações semelhante. Contudo, realizar os cantos e colocar o elástico não é necessário neste tipo de artigo. No caso das fronhas, realiza-se a junção dos tampos, fecham-se as cabeças, fazem-se as bainhas, viram-se as fronhas e termina-se com as operações de dobrar e brunir. A confecção necessita de determinados acessórios como linha de costura e etiquetas, identificadoras da composição do artigo e da marca. Por sua vez, a operação de dobragem necessita de placas de cartão, que são colocadas no interior das capas e dos lençóis durante esta operação.

Para constituição de um jogo de lençóis, é necessário juntar e embalar as fronhas, capas e lençóis, nas quantidades necessárias. Esta última operação consome um saco, uma etiqueta identificadora das medidas das peças (colada no exterior do saco) e uma cartolina que identifique a marca do jogo.

A Figura 18 sintetiza o processo de fabrico de um jogo de lençóis, desde a preparação do tecido até à embalagem das peças que constituem o jogo, apresentando os componentes (matérias-primas, semiacabados e ferramentas) necessários à realização de cada operação.

Além do descrito anteriormente, na modelação da solução deve ser considerada outra particularidade: as fronhas, capas e lençóis, além de serem constituintes do jogo, podem ser vendidos individualmente. Neste caso, cada artigo individual irá consumir os componentes de embalagem (saco, etiqueta e cartolina).

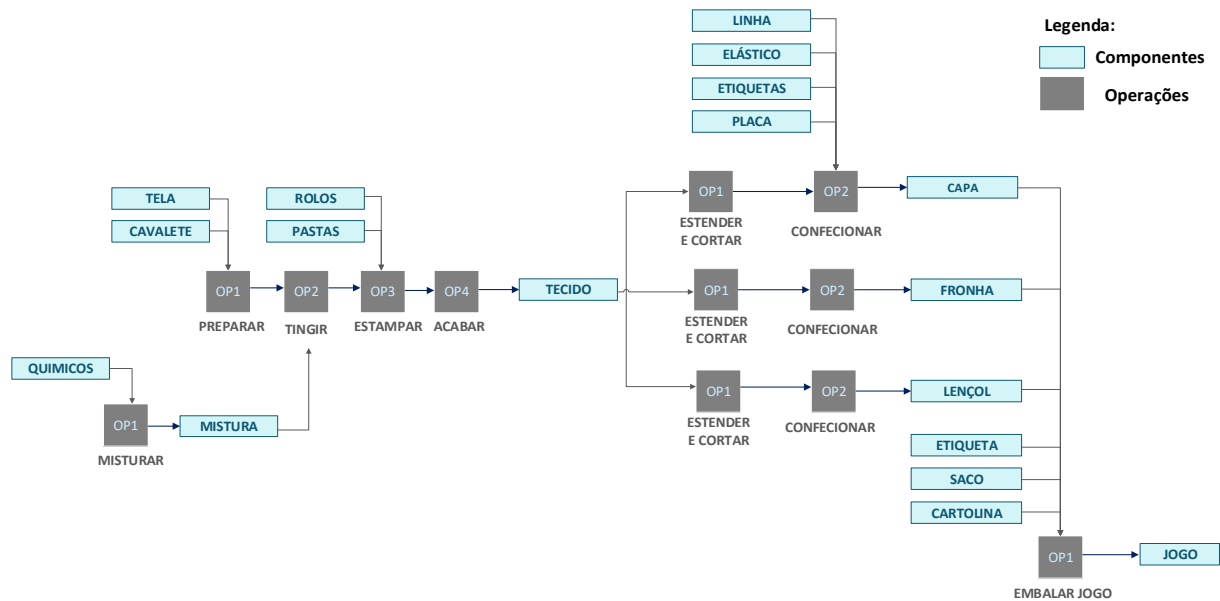


Figura 18 - Lista de materiais e de operações do jogo de lençóis

4.2 Modelação do Exemplo

Nas subsecções seguintes, encontra-se descrita uma solução genérica para o exemplo apresentado, no sistema GenSYS, mais concretamente no módulo GenPDM. A primeira secção (4.2.1), explicita as matérias-primas modeladas no sistema, bem como os tipos de parâmetro necessários para a sua caracterização. A subsecção seguinte (4.2.2), explica o processo de modelação das referências genéricas que representam os semiacabados do processo produtivo, a sua GBOM, GBOO, bem como a identificação dos componentes genéricos consumidos em cada operação genérica e a sequência de realização das operações. Por fim, na última subsecção (4.2.3), encontra-se detalhada, de forma idêntica, a modelação dos produtos acabados.

4.2.1 Matérias-Primas

Para representar as matérias-primas necessárias à modelação do exemplo foram criadas doze referências genéricas: LINHA, ELÁSTICO, ETIQUETA-MARCA, ETIQUETA-COMPOSIÇÃO, ETIQUETA-PEÇA, ETIQUETA-JOGO, CARTOLINA, SACO, PLACA, TELA, QUÍMICOS e PASTA. Além disso, foram modeladas duas ferramentas: CAVALETE e ROLO.

A Tabela 2 resume as referências genéricas criadas para representar as matérias-primas e ferramentas, bem como os parâmetros associados a cada uma.

Tabela 2 - Referências genéricas das matérias-primas e ferramentas

REFERÊNCIAS	PARÂMETROS			UN. QTD	CLASSIFICAÇÃO
LINHA	Cor	Composição	Número	M	Matéria-prima
ELÁSTICO	Largura	Cor	-	M	Matéria-prima
ETIQUETA-MARCA	Marca	-	-	UN	Matéria-prima
ETIQUETA-COMPOSIÇÃO	Medida	Composição	-	UN	Matéria-prima
ETIQUETA-PEÇA	Medida	-	-	UN	Matéria-prima
ETIQUETA-JOGO	Medida Fronha	Medida Capa	Medida Lençol	UN	Matéria-prima
CARTOLINA	Marca	Tamanho	-	UN	Matéria-prima
SACO	Modelo	Tamanho	-	UN	Matéria-prima
PLACA	Tipo	Tamanho	-	UN	Matéria-prima
TELA	Tipo	Desenho	Largura	M	Matéria-prima
QUÍMICOS	Tipo	-	-	KG	Matéria-prima
PASTA	Estampado	Cor	-	KG	Matéria-prima
CAVALETE	-	-	-	UN	Ferramenta
ROLO	Estampado	Posição	-	UN	Ferramenta

A RG LINHA tem como objetivo representar a família de todas as linhas utilizadas neste exemplo. Cada variante desta referência pode ser caracterizada pela cor, composição e número, sendo que a cada um destes parâmetros se encontra associado um domínio de valores possíveis. A título de exemplo, as linhas podem apresentar 4 diferentes números: 40, 70, 80 e 120. O número de variantes representadas com esta RG é dado pelo produto cartesiano do número de valores do domínio de cada parâmetro. Neste caso, a RG LINHA tem a capacidade de representar 288 variantes (12 cores* 6 composições* 4 números).

A RG ELÁSTICO representa o conjunto de todos os elásticos utilizados neste exemplo e caracteriza-se pelos parâmetros “largura” e “cor”. A largura apresenta cinco valores de parâmetro, enquanto o último parâmetro apenas pode assumir dois valores: branco ou preto.

As etiquetas encontram-se divididas em quatro referências genéricas diferentes – duas relacionadas com os acessórios de confecção e duas utilizadas na embalagem – de acordo com os parâmetros necessários para caracterizar cada uma (Tabela 2).

A ETIQUETA-MARCA pretende identificar a marca dos artigos, pelo que apenas apresenta um parâmetro (“marca”). A ETIQUETA-COMPOSIÇÃO apresenta os parâmetros “medida” e “composição”, que pretendem caracterizar o tecido do artigo em tamanho e tipo. Estas duas características são totalmente diferentes das características da etiqueta anterior, motivo pelo qual foram criadas duas referências genéricas distintas.

A ETIQUETA-PEÇA e a ETIQUETA-JOGO representam dois tipos de etiquetas com a mesma função: ambas são colocadas no saco do artigo para identificação da sua medida. Porém, a primeira é usada apenas no caso de o artigo ser vendido individualmente, o que significa que associar apenas um parâmetro para identificar a medida da peça é suficiente. A segunda é colocada no jogo de lençóis, pelo que deve identificar a medida de todos os artigos que o constituem, sendo necessário definir três parâmetros para caracterizar esta RG: “medida capa”, “medida fronha” e “medida lençol”. Poderia ter sido criada apenas uma RG mais abrangente, mas, no caso da venda individual, levaria ao preenchimento de mais parâmetros que os necessários, na definição da GBOM dos artigos, e com valores sem significado. Com estas quatro referências genéricas consegue-se representar a população de etiquetas usadas na modelação deste exemplo.

A RG CARTOLINA representa todas as cartolinas utilizadas na organização e retratadas neste exemplo e é caracterizada por diferentes tamanhos e marcas. O saco também pode variar entre cinco tamanhos e apresentar três diferentes modelos: com fecho, com gancho ou sem nenhum dos dois, isto é, normal. Para representar todas as quinze combinações de sacos, criou-se uma RG SACO, com dois parâmetros: “tamanho” e “modelo”. As placas distinguem-se pelo tipo de canelado e pelo tamanho, pelo que a RG que as representam apresenta estes dois parâmetros.

A TELA apresenta um parâmetro que identifica o seu tipo, que combina o material têxtil com a sua contextura. A contextura representa o número total de fios e a densidade da tela (fios/cm). Além disso, o modo como os fios são cruzados pode formar um desenho de tecelagem, pelo que também é necessário identificar o valor desse parâmetro, bem como o valor da largura. A Figura 19 apresenta a forma de representação de um tipo de tela.



Figura 19 - Exemplo de um tipo de tela

A tela deve ser enrolada em cavaletes, de modo a ser mais facilmente introduzida no processo produtivo. A RG CAVALETE não apresenta parâmetros, uma vez que os cavaletes são todos semelhantes entre si.

Os químicos, consumidos no processo de produção das misturas de tingimento, apresentam diferentes tipos, como álcool ou diversos corantes. A RG QUÍMICOS representa os nove químicos modelados neste exemplo.

A PASTA, RG que representa todas as pastas utilizadas para estampar, apresenta dois parâmetros: o primeiro identifica o estampado a que se destina e o segundo a sua cor. Na operação de estampagem, as pastas são aplicadas com o auxílio de rolos. Estes distinguem-se pelo estampado e pela posição que ocuparão na máquina, tendo em conta o desenho pretendido. Assim, à RG ROLO estão associados dois parâmetros – “estampado” e “cor” – que caracterizam esta referência.

A definição de uma RG deve também contemplar a definição da unidade de quantidade: metros (M), quilogramas (KG), unidades (UN), ou outra. Neste caso, os químicos e a pasta serão consumidos ao quilograma, a tela ao metro e as restantes matérias-primas e ferramentas à unidade (Tabela 2).

Tipos de Parâmetro

Para representar os parâmetros das referências genéricas anteriores, foram definidos quinze tipos de parâmetro. A Tabela 3 apresenta os tipos de parâmetro criados para representar os parâmetros das matérias-primas, bem como o domínio de valores de cada um. A representação gráfica de cada um dos tipos de parâmetro nela apresentados, pode ser encontrada no início do Apêndice I.

Como representa a tabela, a maioria dos tipos de parâmetro foram definidos em extensão e o seu domínio de valores contempla todos os valores usados para caracterizar os artigos existentes na organização e modelados neste exemplo, independentemente de serem matérias-primas, semiacabados ou produtos finais.

No caso dos parâmetros “número” da linha e “largura” do elástico, uma alternativa válida é serem apresentados em compreensão, aos quais seria atribuído um intervalo admissível de valores. Porém, facilita a utilização e diminui a possibilidade de erro se for apresentada ao utilizador uma lista com todas as larguras de elástico ou números de linha usados na organização. Contudo, em diferentes contextos pode ser mais vantajoso utilizar tipos de parâmetro definidos em compreensão. No caso da largura da tela, por exemplo, seria mais trabalhoso identificar todas as larguras de telas possíveis numa lista, considerando o extenso

intervalo de valores que essa largura pode assumir. Além disso, não é possível definir expressões matemáticas através de parâmetros definidos em extensão, o que é necessário, posteriormente, na associação da RG TELA à GBOM do tecido.

Tabela 3 - Tipos de parâmetro para caracterização das matérias-primas e ferramentas

TIPOS DE PARÂMETRO	VALORES DO TIPO DE PARÂMETRO
TP01 – TIPOS-TELA/TECIDO	CETIM - 100% POLIÉSTER - 110x90=40/1x40/1; CETIM - 100% SEDA - 110x90=40/1x40/1; FLANELA - 100% ALGODÃO - 110x90=40/1x40/1; FLANELA - 100% LÃ - 110x90=40/1x40/1; PERCALE - 100% ALGODÃO - 110x90=40/1x40/1; PERCALE - 80% ALGODÃO + 20% LINHO - 110x90=40/1x40/1; PERCALE - 90% ALGODÃO + 10% LINHO - 110x90=40/1x40/1
TP02 – DESENHOS	DESENHO 1; DESENHO 2; DESENHO 3; LISO
TP03 – DIMENSÕES (MM)	[0; 99999]
TP04 – CORES	AMARELO; AZUL; BRANCO; CASTANHO; CINZA; CRU; LARANJA; PRETO; ROSA; TURQUESA; VERDE; VERMELHO
TP05 – ESTAMPADOS	E01-6; E02-6; E03-4; E04-3
TP06 – POSIÇÕES	POSIÇÃO 1; POSIÇÃO 2; POSIÇÃO 3; POSIÇÃO 4; POSIÇÃO 5; POSIÇÃO 6
TP07 – QUÍMICOS	ALCOOL; CORANTE AMARELO; CORANTE AZUL; CORANTE BRANCO; CORANTE PRETO; CORANTE ROSA; DIOXIDO DE TITANIO; OXIDO DE FERRO; ÁGUA OXIGENADA
TP08 – MODELOS-SACO	LISO C/ FECHO; LISO C/ GANCHO; LISO NORMAL
TP09 - TAMANHOS	T1; T2; T3; T4; T5
TP10 – TIPOS-PLACA	CANELADO SIMPLES; SIMPLES C/ 1 FACE BRANCA
TP11 – COMPOSIÇÕES	100% ALGODÃO; 100% LÃ; 100% POLIÉSTER; 100% SEDA; 80% ALGODÃO + 20% LINHO; 90% ALGODÃO + 10% LINHO
TP12 – NÚMEROS-LINHA	40; 70; 80; 120
TP13 – MEDIDAS	152x203; 198x203; 210x280; 229x267; 180x200; 200x200; 267x267; 270x280; 45x155; 50x075; 50x100; 55x110
TP14 – MARCAS	ALCAMPO; EL CORTE INGLÉS; IKEA; LA REDOUTE; ZARA HOME
TP15 – LARGURAS	5mm; 6mm; 7mm; 9mm; 9,5mm

Ao criar os parâmetros da RG, com base nos tipos de parâmetro já existentes, o utilizador pode, dentro do domínio de valores do TP, selecionar apenas aqueles que podem fazer parte do domínio do parâmetro da RG, não sendo necessário que o domínio do parâmetro da RG corresponda, na sua totalidade, ao domínio do TP.

A Figura 20 representa os parâmetros da RG ELÁSTICO: “largura” (P1) e “cor” (P2). O primeiro encontra-se associado ao TP15 – Larguras e apresenta o mesmo domínio desse TP. Por sua vez, no domínio do parâmetro “cor”, associado ao TP04 – Cores (Tabela 3), apenas deve constar as duas únicas cores possíveis para o elástico (branco e preto), das doze existentes.

Código + -	Estrutura	Parâmetro
	ELASTICO : ELASTICO	
P1	LARGURA	TP15
	5 mm	
	6 mm	
	7 mm	
	9 mm	
	9,5 mm	
P2	COR:	TP04
	BRANCO	
	PRETO	

Figura 20 - Parâmetros da referência genérica ELÁSTICO

4.2.2 Semiacabados

Para representar os semiacabados, foram criadas duas referências genéricas: TECIDO e MISTURA. As respectivas unidades de quantidade foram definidas ao metro e ao quilograma. Cada uma destas referências representa a família de todos os tecidos e misturas de tingimento utilizados na organização e apresentados neste exemplo.

A RG MISTURA, representa um dos componentes utilizados no processo de tingir um tecido com cor, pelo que apresenta o parâmetro “cor”, associado ao TP04 – Cores (Tabela 3). A RG TECIDO é identificada por quatro parâmetros: “tipo”, “desenho/cor”, “acabamento” e “largura” (Figura 21). O “tipo”, à semelhança do que acontece na matéria-prima tela, agrupa o material têxtil e a sua contextura, e o “desenho/cor” permite distinguir um tecido com desenho de tecelagem de um estampado ou tingido. Por sua vez, o parâmetro “acabamento” identifica o roteiro de fabrico para as operações de acabamento do tecido, necessárias para se obter um tecido com as características pretendidas. O último parâmetro representa a dimensão final pretendida para a largura do tecido.

Código + -	Estrutura	Parâmetro
	TECIDO : TECIDO	
P1	TIPO:	TP01
P2	DESENHO/COR:	TP17
P3	ACABAMENTO:	TP18
P4	LARGURA:	TP03

Figura 21 - Parâmetros da referência genérica TECIDO

Para representar o “desenho/cor” e o “acabamento” do tecido foram criados dois tipos de parâmetro: TP17 – Desenhos/Cores e TP18 – Acabamentos. O TP17 – Desenhos/Cores pode

assumir o valor de DESENHO 1; DESENHO 2; E01-6; E02-6; E03-4; E04-3; AMARELO e AZUL, que representam todos os desenhos de tecelagem, estampados e cores de tingimento utilizados na solução modelada neste trabalho.

O conjunto de roteiros de acabamento R01; R02; R21; R22; R23; R24; R31 e R32 representam o domínio de valores do TP18 – Acabamentos. A título de exemplo, o R01 é constituído pelas operações de gasar (operação de preparação) e de termofixar (operação de acabamento) e o R02 realiza a operação de preparação de desencolagem e as operações de termofixar e sanforizar para acabamento do tecido (Tabela 4). A especificação das operações pertencentes a cada roteiro efetua-se através da colocação de características no TP18 – Acabamentos (Figura 62 b) do Apêndice I), que identifiquem quantas e quais operações de preparação e acabamento são realizadas em cada roteiro. O preenchimento dessas características é realizado através do TP19 – Operações (Figura 63 a) e b) do Apêndice I), onde se encontram representadas todas as operações de preparação/acabamento de tecido e de confeção (por exemplo, gasar, desencolar, termofixar, sanforizar, fazer bainhas e juntar tampos) necessárias neste trabalho.

Tabela 4 - Operações realizadas nos roteiros de acabamento

ROTEIROS	OPERAÇÕES DE PREPARAÇÃO				OPERAÇÕES DE ACABAMENTO		
R01	Gasar				Termofixar		
R02	Desencolar				Termofixar	Sanforizar	
R21	Gasar	Desencolar			Termofixar	Ramolar	Sanforizar
R22	Gasar	Gasar	Desencolar	Branquear	Cardar	Laminar	Secar
R23	Desencolar	Mercerizar	Branquear		Termofixar	Ramolar	Calandrar
R24	Gasar	Desencolar	Mercerizar	Branquear	Sanforizar	Ramolar	Calandrar
R31	Gasar	Mercerizar	Branquear		Termofixar	Ramolar	Laminar
R32	Mercerizar	Branquear			Ramolar	Sanforizar	Secar

Lista de Materiais Genérica da Referência Genérica TECIDO

A Figura 22 representa a GBOM da RG TECIDO, bem como as relações necessárias para a sua definição.

A RG TECIDO consome a matéria-prima tela, a ferramenta cavalete e, adicionalmente, pode consumir mistura de tingimento, pastas e rolos para estampar.

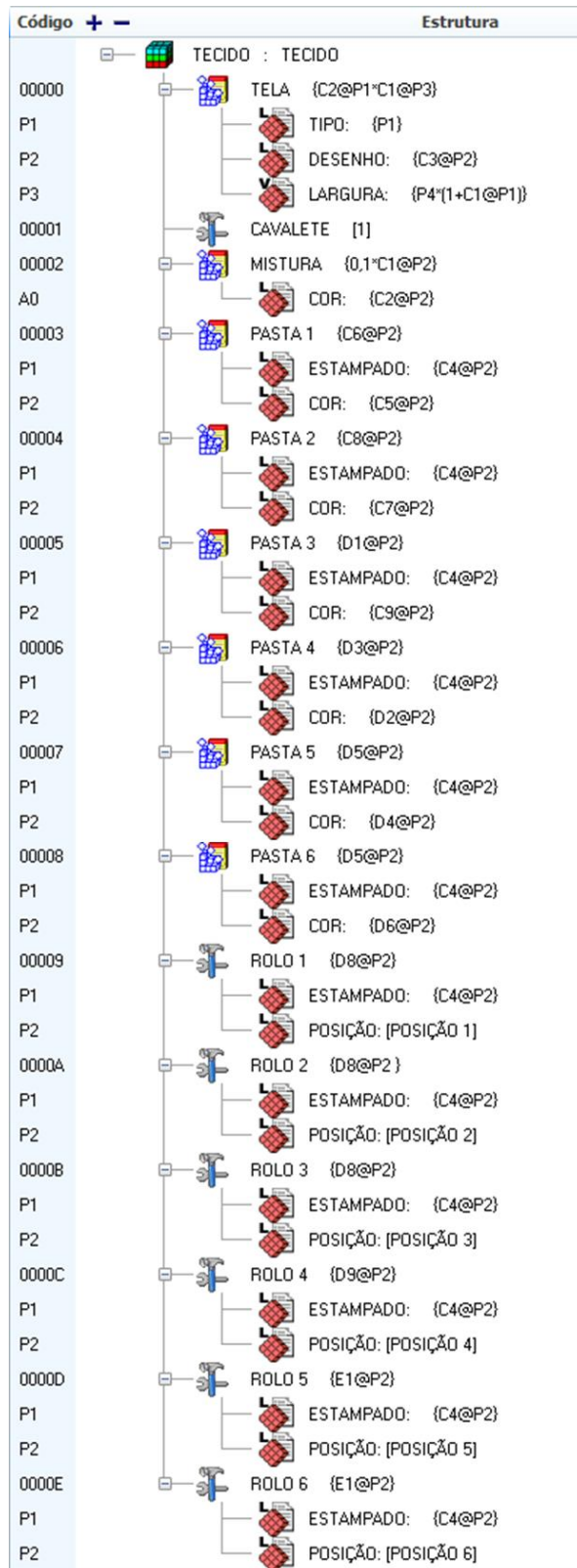


Figura 22 - Lista de materiais genérica da referência genérica TECIDO

A modelação da GBOM da RG TECIDO apresenta muitas dependências, sendo necessário definir regras que permitam estabelecer o relacionamento entre os parâmetros dos componentes genéricos e os parâmetros da RG.

O consumo de tela depende do tipo de material têxtil escolhido, bem como do acabamento a que este será submetido. Aos diferentes tipos de tecido e roteiros de fabrico encontram-se associados fatores de perda distintos. Por exemplo, a um tecido “Cetim – 100% Poliéster” encontra-se associada uma perda de 10%, enquanto que para um tecido “Cetim – 100% Seda” a perda associada é de 15%. As percentagens de perda que se encontram associadas a cada tipo de tecido estão definidas na característica C2 do TP01 – Tipo-Tela /Tecido (Figura 23 a) e b)). A característica C3 do TP18 – Acabamentos (Figura 62 b) do Apêndice I) pretende quantificar as perdas em função do roteiro realizado. Esta característica define, por exemplo, que o roteiro R01 tem uma perda de 1% e a perda do roteiro R02 é de 3%. A expressão de consumo de tela é, então, determinada pela multiplicação das perdas de comprimento associadas ao tipo de tela a ser usada (C2@P1) com as perdas do roteiro de acabamento a ser realizado (C1@P3). A largura do tecido encolhe após as operações de preparação e acabamento, dependendo do tipo de material, pelo que a largura da tela terá que ser superior à largura final do tecido. As perdas de largura para cada tipo de tecido encontram-se definidas na característica C1 do TP01 – Tipo-Tela /Tecido (Figura 23 a) e b)). Deste modo, a largura da tela depende da largura pretendida para o tecido (P4) conjugada com a perda (C1@P1) definida para cada tipo de tela/tecido ($P4 \cdot (1 + C1@P1)$). O tipo e o desenho de tela devem ser os pretendidos para o tecido: o tipo de tela é preenchido diretamente através do tipo de tecido (P1) e o desenho encontra-se definido na característica C3 associada ao parâmetro desenho/cor (P2) (Figura 24 a) e b)).

Para a produção de tecido, o consumo de cavaletes é constante e igual a um.

a)

Código + -	Características	Origem
TP01	TP01 : TIPOS-TELA/TECIDO	
C1	FATOR-LARGURA	007
C2	FATOR-PERDA	007

b)

	C1	C2
CETIM - 100% POLIÉSTER - 110x90=40/1x40/1	0,045	1,1
CETIM - 100% SEDA - 110x90=40/1x40/1	0,045	1,15
FLANELA - 100% ALGODÃO - 110x90=40/1x40/1	0,07	1,2
FLANELA - 100% LÃ - 110x90=40/1x40/1	0,07	1,2
PERCALE - 100% ALGODÃO - 110x90=40/1x40/1	0,045	1,1
PERCALE - 80% ALGODÃO + 20% LINHO - 110x90=40/1x40/1	0,04	1,2
PERCALE - 90% ALGODÃO + 10% LINHO - 110x90=40/1x40/1	0,04	1,2
-	0	0

Figura 23 - TP01 – Tipos-Telas/Tecido: a) TP01 e suas características; b) Valores do TP01 e preenchimento das características

Se o tecido apresentar um desenho de tecelagem, não é tingido nem estampado, pelo que o consumo de pastas, rolos e mistura é zero. Assim, a BOM específica desta variante de tecido é apenas constituída pela tela e pelo cavalete. Esta condição é garantida através da definição de características no TP associado ao parâmetro desenho/cor (P2) da RG TECIDO, que permitam definir o consumo de pastas, rolos e mistura para cada valor do tipo de parâmetro. Estas características são preenchidas com o valor 0 nos valores do tipo de parâmetro correspondentes aos desenhos de tecelagem.

a)

Código	Características	Origem
TP17	TP17 : DESENHOS/CORES	
C1	TINGIR	007
C2	COR-FUNDO	TP04
C3	DESENHO-TECELAGEM	TP02
C4	ESTAMPADO	TP05
C5	PASTA 1	TP04
C6	CONSUMO PASTA 1	007
C7	PASTA 2	TP04
C8	CONSUMO PASTA 2	007
C9	PASTA 3	TP04
D1	CONSUMO PASTA 3	007
D2	PASTA 4	TP04
D3	CONSUMO PASTA 4	007
D4	PASTA 5	TP04
D5	CONSUMO PASTA 5	007
D6	PASTA 6	TP04
D7	CONSUMO PASTA 6	007
D8	ROLO 1	007
D9	ROLO 2	007
E1	ROLO 3	007
E2	TEMP	007
E3	ESTAMPAR	007
E4	ACABAMENTO	TP18

b)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	E1	E2	E3	E4
DESENHO 1	0	-	DESENHO 1	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0	0	0	130	0	R01
DESENHO 2	0	-	DESENHO 2	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0	0	0	120	0	R02
E01-6	1	AZUL	LISO	E01-6	VERMELHO	0,04	VERDE	0,03	CASTANHO	0,02	CRU	0,01	LARANJA	0,01	ROSA	0,01	1	1	1	160	1	R21
E02-6	1	LARANJA	LISO	E02-6	CASTANHO	0,05	TURQUESA	0,04	VERMELHO	0,03	PRETO	0,02	ROSA	0,02	BRANCO	0,01	1	1	1	160	1	R22
E03-4	1	ROSA	LISO	E03-4	BRANCO	0,03	VERDE	0,02	LARANJA	0,02	PRETO	0,01	-	0	-	0	1	1	0	160	1	R23
E04-3	1	VERDE	LISO	E04-3	BRANCO	0,05	PRETO	0,03	CINZA	0,02	-	0	-	0	-	0	1	0	0	120	1	R24
AMARELO	1	AMARELO	LISO	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0	0	0	130	1	R31
AZUL	1	AZUL	LISO	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0	0	0	120	1	R32

Figura 24 - TP17 – Desenhos/Cores: a) TP17 e suas características; b) Valores do TP17 e preenchimento das características

No caso de o tecido ser apenas tingido, consome, além da tela e do cavalete, mistura de tingir. Assim, para definir se um tecido consome a mistura, colocou-se a característica (C1) no TP17 – Desenhos/Cores, preenchida com o valor 1, nos valores que representam tecidos estampados ou tingidos e com 0 nos restantes casos. O consumo de mistura por metro de tecido é constante e igual a 0,1 KG/M. Deste modo, a expressão de consumo da mistura fica facilitada: o tecido consome 0,1 KG/M, sempre que a característica C1 for igual a 1. Caso esta característica seja 0, o consumo não existe. Esta premissa é representada pela expressão de

consumo: $0,1 * C1 @ P2$. A cor de fundo, ou seja, a cor da mistura de tingimento, encontra-se definida através da característica $C2 @ P2$ (Figura 24 a) e b)).

Os tecidos estampados consomem todos os componentes representados na Figura 22. Antes de estampar, o tecido tem sempre que ser tingido, para fixar a cor de fundo. O consumo de pastas depende do número de cores do desenho de estampagem. No máximo, um estampado pode utilizar seis cores. O número de cores está implícito ao código do estampado. Para os estampados usados neste modelo, a Tabela 5 indica o número de cores necessárias e, por conseguinte, o número de pastas a usar.

Tabela 5 - Estampados e número de cores do desenho

ESTAMPADO	NÚMERO DE CORES
E01 - 6	6
E02 - 6	6
E03 - 4	4
E04 - 3	3

Cada pasta é aplicada através de um rolo. Convencionou-se que o número da pasta corresponde ao número de rolo (que identifica a posição na máquina de estampar), ou seja, a pasta 1 será aplicada no rolo 1 e assim por diante. Um tecido só pode ser estampado e/ou tingido se a tela for lisa, ou seja, se não tiver desenho de tecelagem. O desenho da tela encontra-se definido na característica $C3 @ P2$.

Deste modo, para determinar o consumo de pastas e de rolos, bem como a cor e o estampado de cada um deles, foram associadas novas características ao TP17 – Desenhos/Cores. O consumo de pastas depende das características $C6, C8, D1, D3, D5$ e $D7$, e a cor de cada uma é determinada pelas características $C5, C7, C9, D2, D4$ e $D6$. O estampado dos componentes pasta e rolo é definido através da característica $C4$. Adicionalmente, a posição dos rolos é constante e o seu consumo é determinado pelas características $D8, D9$ e $E1$ (Figura 24 a) e b)). A GBOM é constituída pelo número máximo de pastas e rolos que uma variante de tecido pode consumir, neste caso, seis pastas e seis rolos (Figura 22).

Gama Operatória Genérica da Referência Genérica TECIDO

Como referido, o tecido pode passar por diferentes operações de preparação, tingimento, estampagem e acabamento, pelo que o roteiro a realizar depende do tipo de tecido, do acabamento pretendido pelo cliente, da cor de tingimento ou do desenho de estampagem.

Como não existe uma regra definida para que uma determinada combinação destes fatores seja submetida a um e um só roteiro de fabrico, é a engenharia do produto que determina, para cada variante de tecido, o conjunto de operações a que este é sujeito. Para criar uma RG TECIDO com uma BOO genérica, foi-lhe associada um parâmetro “acabamento” (P3), através do qual serão definidas as particularidades da BOO.

Na Figura 25 encontra-se representada a GBOO da RG TECIDO e as respetivas expressões de relacionamento e consumo.

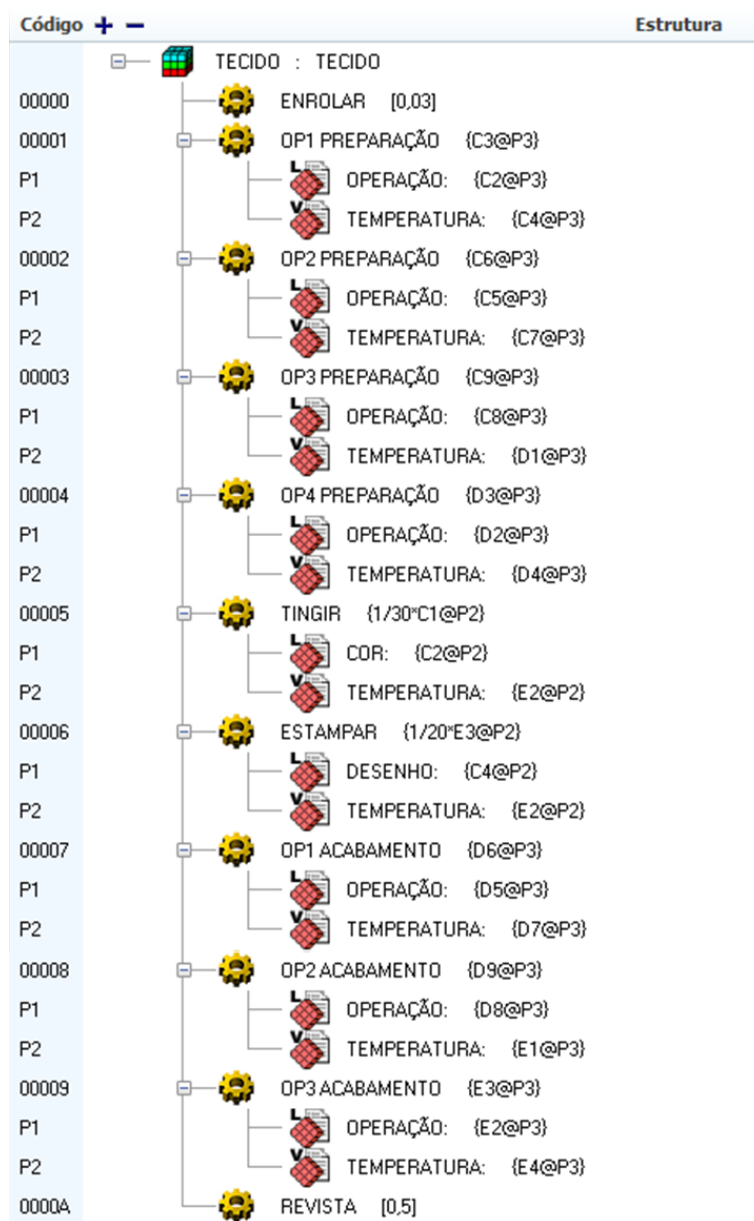


Figura 25 - Gama operatória genérica da referência genérica TECIDO

Para definição da GBOO, inicialmente, criaram-se quatro tipos de operação: Preparação, Tingimento, Estampar e Acabamento, com unidade consumo de minutos. As operações de

preparação e de acabamento necessitam de ser particularizadas e de ter definida uma temperatura de realização, para fornecer orientações aos colaboradores que forem executar estas operações. Para a definição do parâmetro “temperatura” dessas operações foi criado o TP16 – Decimais, definido em extensão, num intervalo de [0; 99999,99]. Por sua vez, a operação de tingimento tem associado um parâmetro que define a “cor” e a “temperatura” da máquina e, para estampar, é preciso identificar o desenho de estampagem e, mais uma vez, a temperatura a que deve ser executada a operação (Figura 69 a Figura 72 do Apêndice I).

Contudo, verificou-se que existiam duas operações comuns a todos os roteiros: a primeira de preparação e a última de acabamento. Como estas operações não necessitavam de informação adicional para serem executadas, definiram-se dois novos tipos de operação – Enrolar e Revista – para as representar, evitando-se assim, que, ao associar as operações de preparação e acabamento à GBOO da RG TECIDO, parâmetros desnecessários tenham que ser preenchidos.

Posteriormente, foram associados os tipos de operação à RG TECIDO (Figura 25): uma operação de enrolar, quatro de preparação, uma de tingimento, uma de estampagem, três de acabamento e, por fim, uma de revista, de acordo com o número máximo de operações que podem ser realizadas de cada tipo, em todas as variantes possíveis de tecido. O tipo de operação e a temperatura das operações de preparação e acabamento, bem como o seu consumo, encontram-se definidos através de características do parâmetro “acabamento” (P3). O tingimento e estampagem só acontecem se o tecido for tingido ou estampado (condição representada pelas características C1@P2 e E3@P2) e, neste caso, o seu tempo de operação é constante (0,03 e 0,05 minutos, respetivamente). O desenho de estampagem e a cor, bem como a temperatura da máquina, dependem do parâmetro “desenho/cor” (P2): o desenho encontra-se definido na característica C4 e a cor de fundo na C2 (Figura 24 a) e b)). As operações de enrolar e revista, duram sempre 0,03 e 0,5 minutos, respetivamente.

Associação dos Componentes Genéricos às Operações Genéricas e Precedência das Operações na Referência Genérica TECIDO

Para terminar a representação da RG TECIDO, é necessário associar os componentes genéricos às operações genéricas e definir a sequência de realização das operações. Na produção do

tecido, a primeira operação consome a tela e o cavalete, a mistura é utilizada na operação de tingimento e para estampar são necessários as pastas e os rolos (Figura 26 a)). As operações só podem ser realizadas pela ordem definida: enrolar, preparação, tingir, estampar e acabamento (Figura 26 b)).

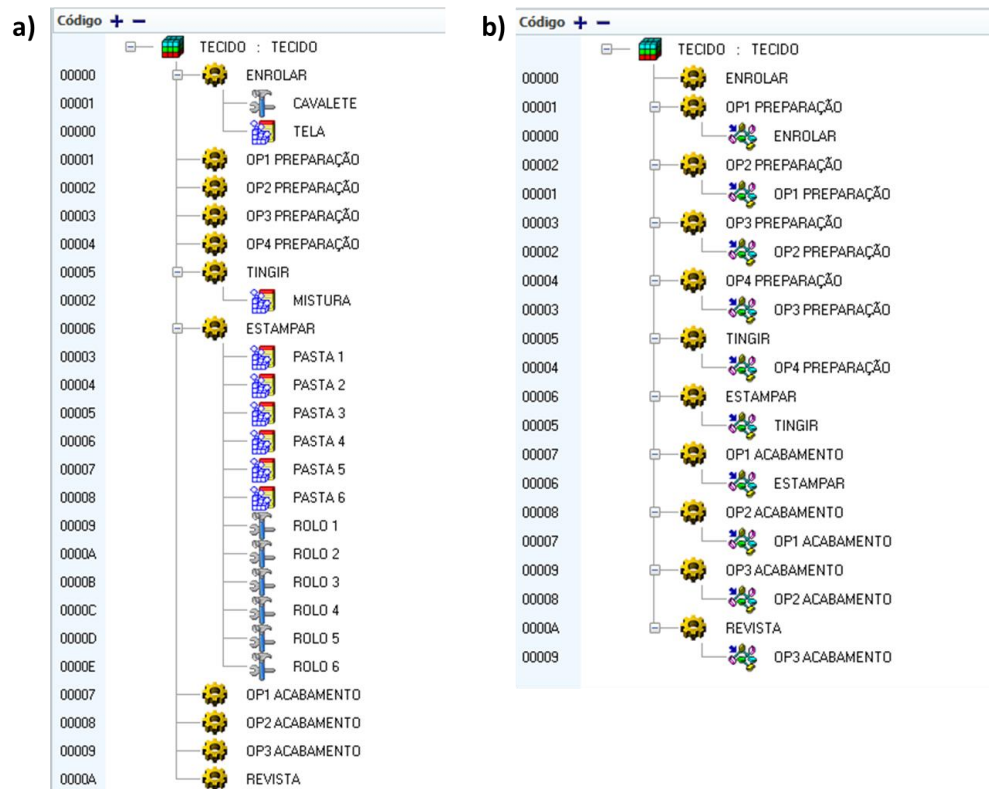


Figura 26 - Referência genérica TECIDO: a) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; b) Precedências das operações

Variantes da Referência Genérica TECIDO

Apesar da BOM e BOO serem representadas de forma genérica, podem ser convertidas em listas de materiais e gamas operatórias específicas para cada variante.

A Figura 27 a) representa a estrutura da BOM e BOO para uma variante de tecido tingido de amarelo, que só consome a tela, o cavalete e a mistura de tingimento e realiza as operações definidas no roteiro R02, além das operações de enrolar e revista, comuns a todos os roteiros, e a operação de tingimento. A Figura 27 b) apresenta a BOM e BOO para uma variante de tecido com um desenho de estampagem de três cores (E04-3), pelo que apenas consome três pastas e três rolos, além da tela e do cavalete. Na gama operatória estão representadas as operações associadas ao roteiro R01, bem como as operações de enrolar, tingir, estampar e revista, necessárias à produção de um tecido estampado.

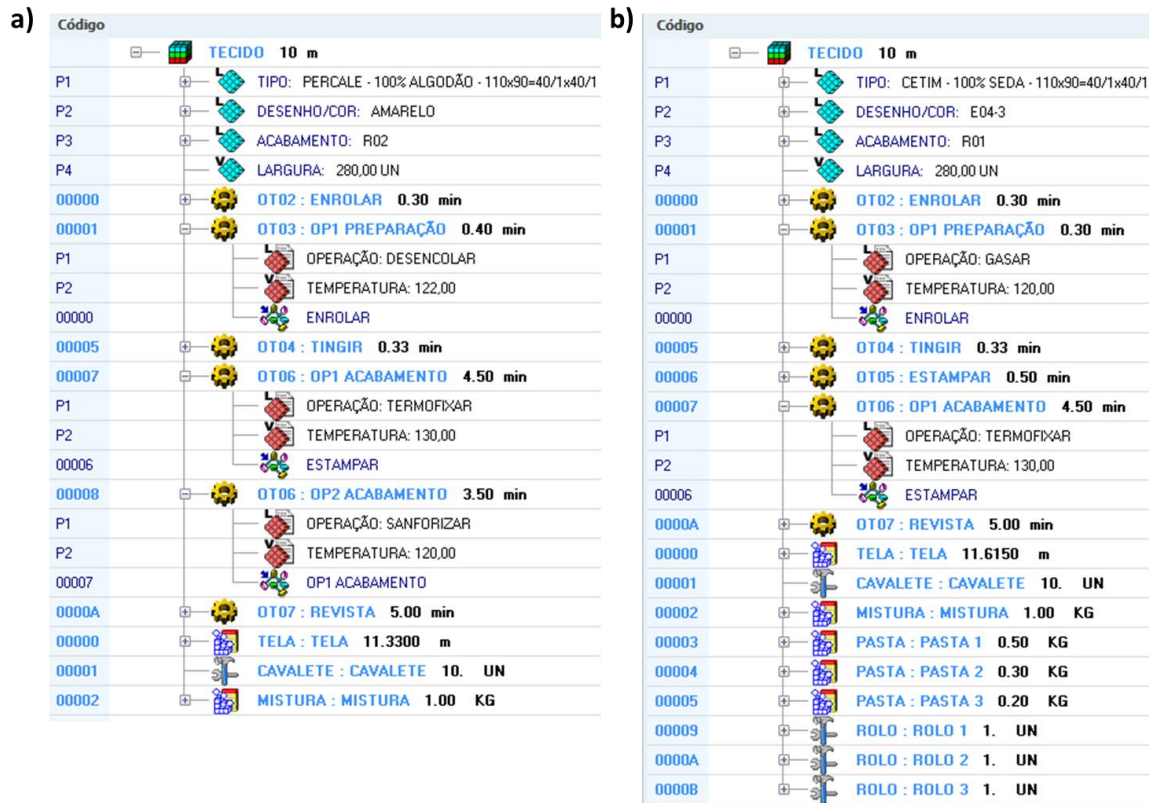


Figura 27 - Lista de materiais e gama operatória de uma variante de tecido: a) Tecido tingido; b) Tecido estampado

Lista de Materiais e Gama Operatória da Referência Genérica MISTURA

Relativamente à GBOM da MISTURA, esta é constituída por vários químicos, até um máximo de quatro, dependendo da cor pretendida (Figura 28). Para representar tal comportamento, ao TP04 – Cores, foram associadas oito características a cada cor: quatro que identifiquem os químicos que a constituem e quatro com a quantidade consumida de cada um (Figura 49 do Apêndice I). Na sua GBOO (Figura 89 c) do Apêndice I) consta uma única operação de mistura, sem parâmetros adicionais.

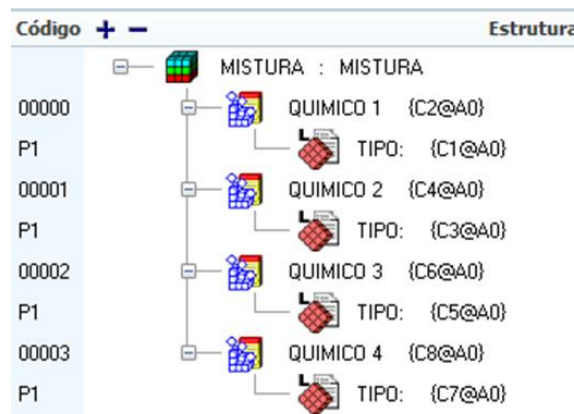


Figura 28 - Lista de materiais genérica da referência genérica MISTURA

4.2.3 Produtos Acabados

Como produtos acabados foram modeladas quatro referências genéricas: JOGO, CAPA, LENÇOL e FRONHA, embora estas três últimas sejam constituintes do jogo. A possibilidade de também serem vendidas em separado, levou à opção de considerá-las como produtos acabados.

Cada CAPA, LENÇOL ou FRONHA é caracterizada por um “modelo”, que pode ser composto por até quatro tecidos diferentes, quer em tipo e composição, quer na cor, estampado ou desenho de tecelagem (para representar esta condição, são associados à RG dois novos parâmetros: um que identifica o tipo de tecido e outro que identifica o desenho/cor de cada um dos quatro tecidos possíveis). Além disso, apresenta um parâmetro que identifica a marca. Para representar a possibilidade de serem vendidos individualmente ou no conjunto, foi colocado um último parâmetro, denominado de finalidade, onde o utilizador decide o destino do artigo: venda individual ou em jogo (Figura 29).

Para representar estes artigos, foram criados novos tipos de parâmetro: o TP20 – Modelos representa todos os modelos de capas, fronhas e lençóis existentes na organização (MC01, MC02, MC03, ML01, ML02, ML03, MF01, MF02 e MF03) e o TP21 – Finalidades identifica o destino dos artigos (JOGO e INDIVIDUAL).

Código + -	Estrutura	Parâmetro
	☐ CAPA : CAPA	
P1	☐ MODELO:	TP20
	☑ MC01	
	☑ MC02	
	☑ MC03	
P2	☐ MEDIDA:	TP13
	☑ 152x203	
	☑ 198x203	
	☑ 210x280	
	☑ 270x280	
P3	☐ TECIDO 1:	TP01
P4	☐ DESENHO/COR 1:	TP17
P5	☐ TECIDO 2:	TP01
P6	☐ DESENHO/COR 2:	TP17
P7	☐ TECIDO 3:	TP01
P8	☐ DESENHO/COR 3:	TP17
P9	☐ TECIDO 4:	TP01
Q0	☐ DESENHO/COR 4:	TP17
Q1	☐ MARCA:	TP14
Q2	☐ FINALIDADE:	TP21

Figura 29 - Parâmetros da referência genérica CAPA

Dos modelos e medidas definidos no domínio do TP20 – Modelos e TP13 – Medidas, apenas alguns podem ser aplicados aos artigos individuais. Assim, o domínio destes tipos de parâmetro deve ser restringido ao associar os tipos de parâmetro às referências genéricas. As capas só podem ser produzidas nos modelos MC01, MC02 e MC03 e nas medidas 152x203, 198x203, 210x290 e 270x280. Os lençóis podem variar entre os modelos ML01, ML02 e ML03 e nas medidas 180x200, 200x200, 229x267 e 267x267. Os modelos MF01, MF02 e MF03 e as medidas 45x155, 50x75, 50x100 e 55x110, correspondem às possibilidades de personalização das fronhas.

Visibilidade dos Parâmetros

Determinados modelos podem ser constituídos apenas por um tipo de tecido, pelo que parece desnecessário que o utilizador, ao seleccionar uma variante da RG, tenha que preencher os parâmetros relativos aos outros tecidos. Para evitar esse esforço adicional, podem ser definidas condições de visibilidade nos parâmetros, evitando que o utilizador, ao gerar as variantes, tenha que seleccionar valores em parâmetros que não fazem sentido naquele contexto.

Para criar esta condição, é colocada uma característica (E1) no TP20 – Modelos (Figura 64 do Apêndice I) que indica o número de tecidos que cada modelo utiliza. Posteriormente, é definida a relação lógica que determina a visibilidade do parâmetro. Nos parâmetros “tecido 1” (P3) e “desenho/cor 1” (P4), nada foi definido, uma vez que, pelo menos, um tecido tem que ser utilizado para produzir o artigo. Os parâmetros “tecido 2” (P5) e “desenho/cor 2” (P6) são solicitados ao utilizador sempre que o tecido seja composto por dois ou mais tecidos. Caso contrário, se o tecido consumir apenas um tecido, estes parâmetros devem ser omitidos. Neste caso, a condição de visibilidade define-se como $E1@P1=1$ e o valor de parâmetro atribuído automaticamente é um valor sem significado (Figura 30). No caso dos parâmetros relativos ao tecido 3 (P7 e P8), estes devem ser omitidos quando o artigo consumir menos de três tecidos, isto é, se apenas consumir um ou dois tecidos, pelo que a sua condição de visibilidade deve ser definida como $E1@P1<3$. Para o tecido 4, a condição deve ser definida como $E1@P1<4$, uma vez que os parâmetros P9 e Q0 devem deixar de estar visíveis ao utilizador sempre que o artigo apenas seja constituído por um, dois ou três tecidos.

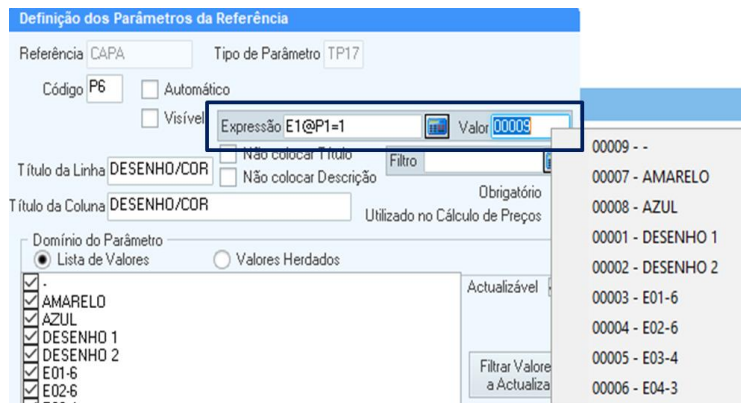


Figura 30 - Definição da condição de visibilidade para o parâmetro P6 – “desenho/cor 2”

Lista de Materiais Genérica das Referências Genéricas CAPA, FRONHA e LENÇOL

Na GBOM (Figura 32 a)) de cada um dos artigos encontram-se os quatro tecidos, bem como os componentes de confeção: etiqueta de marca, etiqueta de composição e linha. Adicionalmente, a capa consome elástico e uma placa. O lençol também utiliza a placa na operação de dobragem.

O consumo das etiquetas (de composição e de marca) é constante e igual a 1 e os seus parâmetros são preenchidos diretamente através dos parâmetros da RG a que se encontram associados. O consumo de elástico depende do modelo, a sua largura é característica do modelo da capa e a cor foi definida como sendo constante e sempre branca. No caso da placa, o tipo e o tamanho dependem do modelo do artigo e o seu consumo é igual a 1. Nos tecidos, o tipo e o desenho/cor são obtidos diretamente dos parâmetros da RG, a largura é a largura padrão definida para a medida final do artigo e o acabamento assumiu-se como sendo característica do desenho/cor de cada tecido. O consumo de tecido depende de dois fatores: modelo (P1) e medida (P2). Para o representar, foi utilizada uma função que permite que, para cada combinação de valores de P1 e de P2, o utilizador defina o valor a atribuir ao consumo de cada tecido. Assim, a expressão de consumo do tecido 1 pode ser definida como $V_2(P1,P2)$. A definição desta função cria uma matriz com todas as combinações entre os valores definidos no parâmetro P1 e no P2, tal como a representada na Figura 31 a).

A linha, por sua vez, apresenta o seu consumo definido através de uma função V_1 (Figura 31 b)), pois só depende de um parâmetro – a medida (P2). Esta definição do consumo apresenta-se como uma alternativa à colocação de uma característica no TP13 – Medidas que defina o consumo de linha. A linha apresenta a mesma cor que o fundo do tecido, sendo, portanto,

definida através de uma característica associada à cor deste (C2@P4). O seu número e composição dependem do modelo.

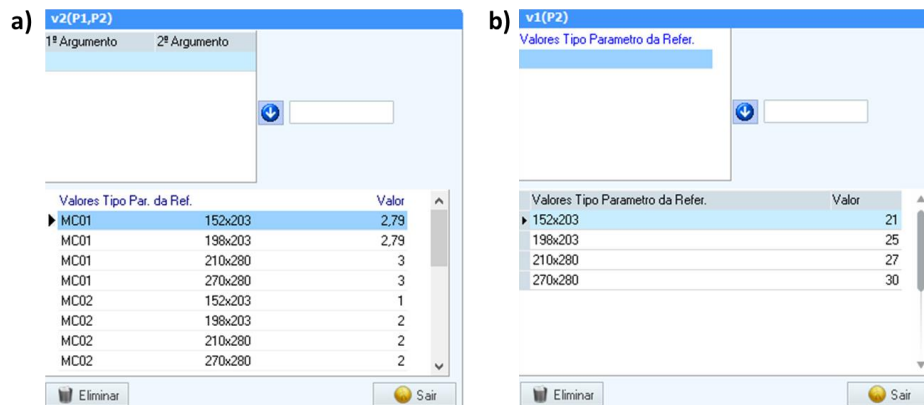


Figura 31 - Funções especiais na referência genérica CAPA: a) Função V₂ para o consumo de tecido; b) Função V₁ para o consumo de linha

Além destes, na GBOM dos artigos capa, fronha ou lençol, também devem constar os acessórios de embalagem: cartolina, etiqueta-peça e saco. A cartolina tem um tamanho constante (T5) e a marca igual ao definido no parâmetro “marca” (Q1), o tamanho do saco depende do modelo e será igual ao tamanho da placa de cartão, pelo que estes parâmetros podem ser preenchidos pela mesma característica, colocada no parâmetro modelo (C5@P1). A medida da etiqueta-peça é determinada pelo parâmetro “medida” (P2). Estes acessórios só são consumidos se os artigos forem vendidos individualmente, ou seja, quando a característica do parâmetro finalidade (C1@Q2) assumir o valor 1.

Gama Operatória Genérica das Referências Genéricas CAPA, FRONHA e LENÇOL

Para definição da GBOO destes artigos, foram criados três tipos de operação: Estender-Cortar, Confeção e Embalagem. O primeiro é caracterizado por três parâmetros: “artigo”, “comprimento” e “largura”, para disponibilizar informação ao operador sobre o tipo de artigo a cortar e as medidas de corte. A confeção, pela mesma razão, apresenta os parâmetros “tipo”, “artigo” e “modelo”, para que os operadores saibam que tipo de operação, em que modelo e artigo, têm que realizar. A embalagem é caracterizada pelo artigo a embalar, quer seja cada um dos individuais ou o jogo. Para preencher o parâmetro “artigo” criou-se o TP22 – Artigos, que contém os diferentes artigos (CAPA, FRONHA, LENÇOL e JOGO) que podem realizar as operações anteriores.

A GBOO dos artigos individuais (Figura 32 b)) apresenta quatro operações de corte, uma por cada tecido, e o seu tempo de execução é a velocidade da máquina e definido em função do

modelo, pelo que foi definida uma função V_1 para representar o consumo de cada operação de corte. O comprimento e a largura de corte dependem da combinação do modelo com a medida, ou seja, mais uma vez são definidos por uma função $V_2(P1,P2)$. Após isso, foram associadas as operações de confeção: cinco na RG CAPA e seis na FRONHA e LENÇOL. Estas operações traduzem o máximo de operações de confeção que podem ser realizadas em cada variante de cada um dos artigos. O tipo de operação e o consumo dependem do modelo. Por fim, foi associada uma operação de embalagem, que não será realizada se o artigo integrar um jogo.

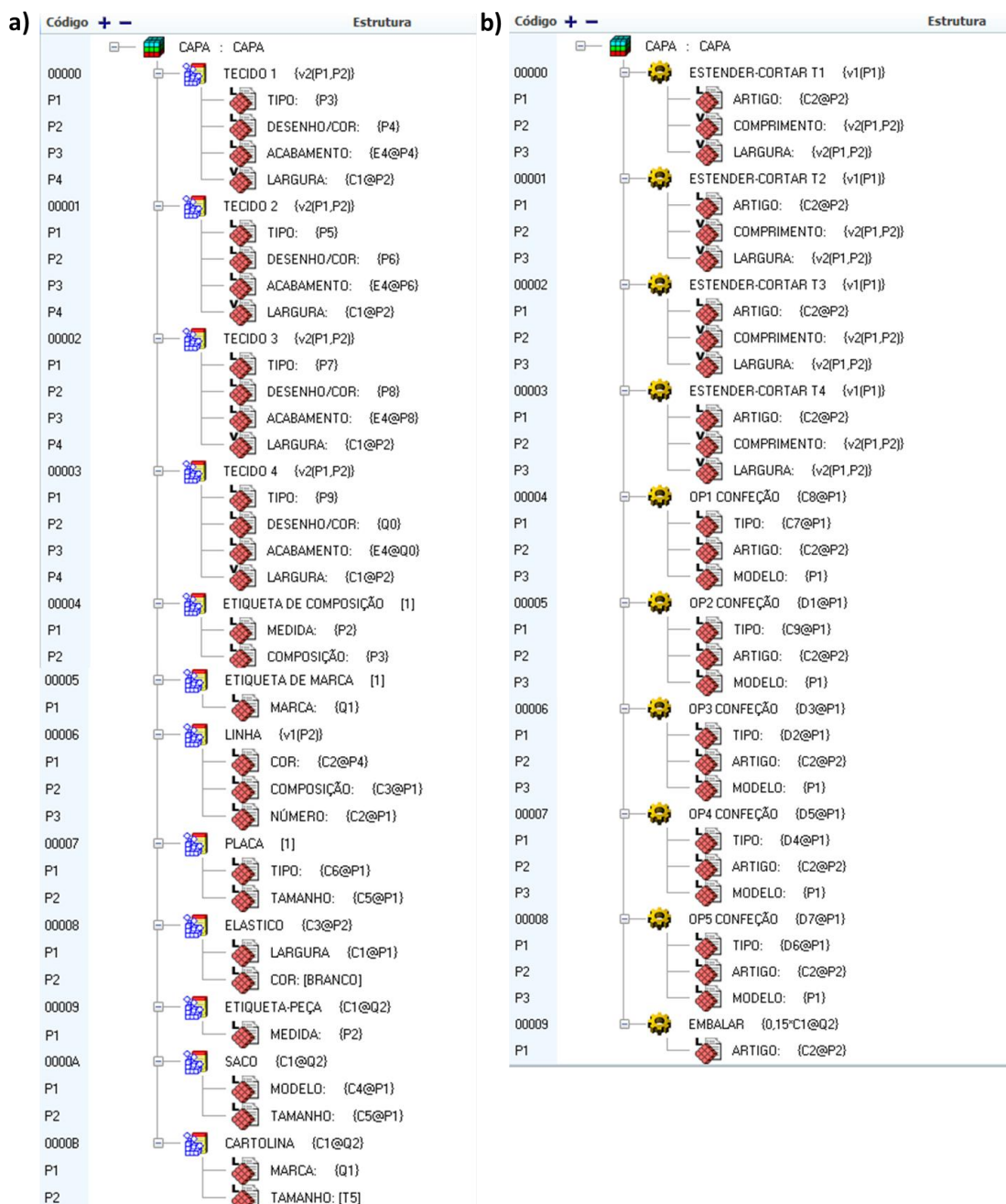


Figura 32 - Referência genérica CAPA: a) Lista de materiais genérica; b) Gama operatória genérica

Referência Genérica JOGO

A RG JOGO, apresenta trinta e dois parâmetros: um para identificar a composição do jogo (quantidade de lençóis, capas e fronhas que o constitui), seis para identificar as medidas e os modelos da capa, fronha e lençol, doze para identificar os tipos de tecidos (quatro tipos de tecidos por cada artigo), outros doze para os desenhos/cores dos tecidos e, por fim, um para a marca do jogo (Tabela 6).

O primeiro parâmetro do jogo provém do TP23 – Composições-Jogo, que identifica todas as possibilidades de venda das peças num jogo: 1 FRONHA + 1 LENÇOL + 1 CAPA; 1 LENÇOL DE CIMA + 1 LENÇOL DE BAIXO; 2 FRONHAS + 1 LENÇOL + 1 CAPA e 2 FRONHAS + 1 LENÇOL DE CIMA + 1 LENÇOL DE BAIXO. Admite-se, neste trabalho, que os lençóis de cima e de baixo possuem as mesmas características.

Tabela 6 - Parâmetros da referência genérica JOGO

PARÂMETROS		
P1 - Composição	P12 - Medida Lençol	P23 - Modelo Capa
P2 - Medida Fronha	P13 - Modelo Lençol	P24 - Tecido 1 Capa
P3 - Modelo Fronha	P14 - Tecido 1 Lençol	P25 - Desenho/Cor 1 Capa
P4 - Tecido 1 Fronha	P15 - Desenho/Cor 1 Lençol	P26 - Tecido 2 Capa
P5 - Desenho/Cor 1 Fronha	P16 - Tecido 2 Lençol	P27 - Desenho/Cor 2 Capa
P6 - Tecido 2 Fronha	P17 - Desenho/Cor 2 Lençol	P28 - Tecido 3 Capa
P7 - Desenho/Cor 2 Fronha	P18 - Tecido 3 Lençol	P29 - Desenho/Cor 3 Capa
P8 - Tecido 3 Fronha	P19 - Desenho/Cor 3 Lençol	P30 - Tecido 4 Capa
P9 - Desenho/Cor 3 Fronha	P20 - Tecido 4 Lençol	P31 - Desenho/Cor 4 Capa
P10 - Tecido 4 Fronha	P21 - Desenho/Cor 4 Lençol	P32 - Marca
P11 - Desenho/Cor 4 Fronha	P22 - Medida Capa	

Para facilitar a utilização desta solução, condições de visibilidade semelhantes às explicadas anteriormente, foram aplicadas nesta RG.

A RG JOGO consome capas, fronhas e lençóis, nas quantidades definidas no parâmetro “composição” (P1). Além destes, consome etiqueta-jogo, saco e cartolina, na operação de embalagem. O tamanho da cartolina é constante (T5), os parâmetros do saco dependem da composição do jogo e, as medidas inscritas na etiqueta, bem como a marca que deve constar na cartolina, são preenchidas diretamente dos parâmetros da RG JOGO. Na GBOO deste artigo, apenas consta a operação de embalagem.

A GBOM do jogo encontra-se representada na Figura 33.

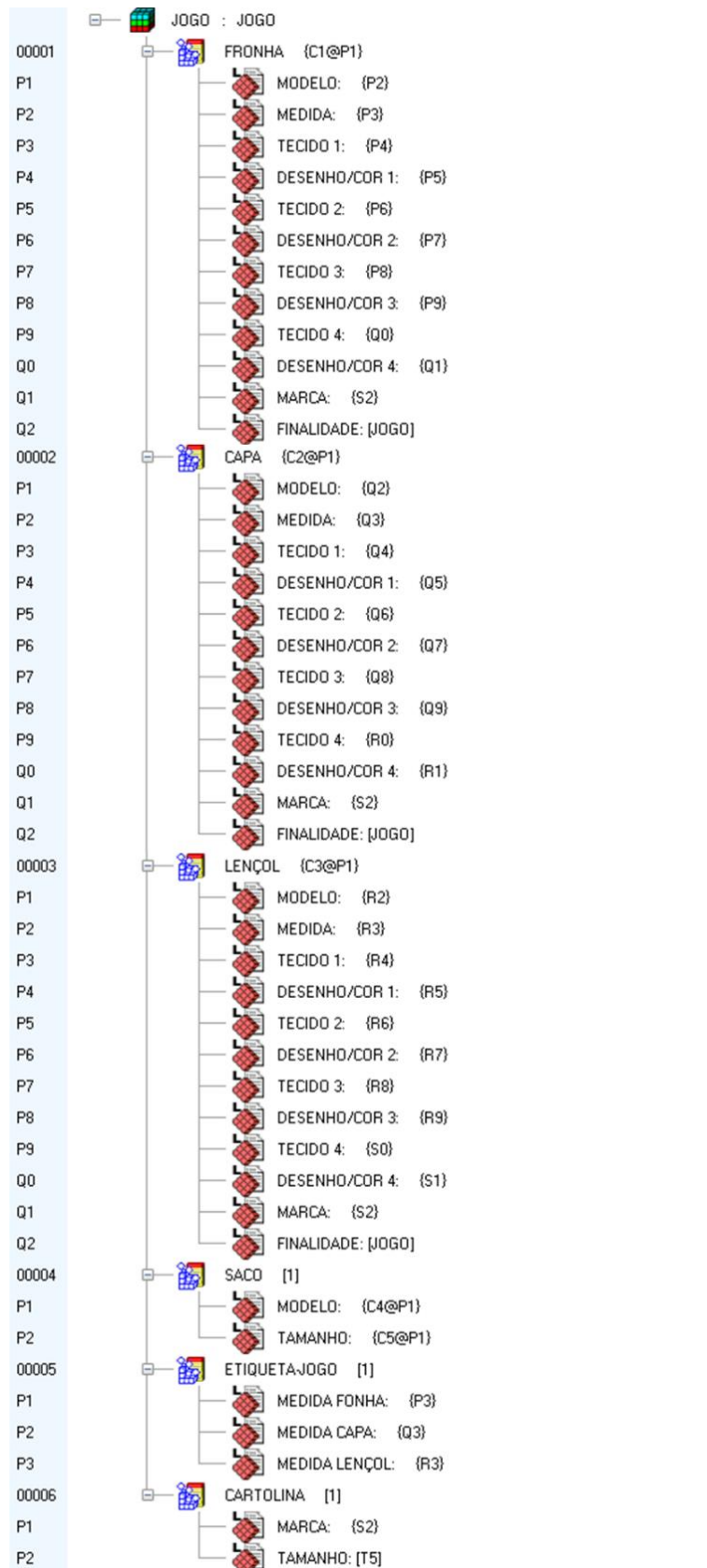


Figura 33 - Lista de materiais genérica da referência genérica JOGO

As referências genéricas, os tipos de parâmetro e os tipos de operação referidos e que não se encontram representados ao longo deste capítulo, podem ser encontrados no Apêndice I.

4.3 Avaliação da Solução

Com o objetivo de avaliar a eficiência do modelo de referência genérica GenPDM para representar o exemplo descrito anteriormente, em comparação com os modelos de referência direta, procedeu-se à quantificação do esforço dos utilizadores para representar a mesma informação nos dois tipos de modelos.

O esforço pode ser medido através do número de registos necessários para representar a informação sobre artigos, operações, listas de materiais e gamas operatórias. Por número de registos entenda-se qualquer ação levada a cabo pelo utilizador para representar a informação.

Neste sentido, para se realizar a comparação, contabilizam-se os registos de:

- Criação dos tipos de parâmetro e respetivos valores associados, bem como as características e o seu preenchimento;
- Criação de um identificador, direto ou genérico, dos tipos de operação, bem como os parâmetros e respetivos valores para os caracterizar;
- Criação de um identificador, direto ou genérico, dos artigos, bem como os parâmetros e respetivos valores para os caracterizar;
- Identificação de um relacionamento estrutural, direto ou genérico, entre um componente e o artigo “pai”;
- Identificação de um relacionamento estrutural, direto ou genérico, entre uma operação e o artigo “pai”;
- Definição de um relacionamento entre um parâmetro de um componente com o parâmetro do artigo “pai”;
- Definição de um relacionamento entre um parâmetro de uma operação com o parâmetro do artigo “pai”;
- Associação de componentes a operações;
- Definição das precedências entre as operações;
- Definição e preenchimento das funções especiais.

No que diz respeito aos tipos de parâmetro, o modelo GenPDM requer a criação de tipos de parâmetro, aos quais têm que ser vinculados valores. Adicionalmente, quando necessário, podem ser associadas características aos tipos de parâmetro. A criação e preenchimento dos

tipos de parâmetro e das suas características constituem um registo em GenPDM. Por exemplo, para criação do TP17 – Desenhos/Cores, composto por 9 valores e com 22 características associadas, necessita-se de executar 230 registos: 1 para criação do tipo de parâmetro, 9 para preencher os valores do parâmetro, 22 para criação das características e 198 para preencher as características de cada valor. Nos tipos de parâmetro definidos em compreensão contabiliza-se um registo pela criação do TP e outro pela definição do seu domínio.

No caso da referenciação direta, não existe a necessidade de efetuar nenhum destes registos.

A Tabela 7 contabiliza os registos necessários para a criação completa dos 23 tipos de parâmetro usados no exemplo.

Tabela 7 - Comparação do número de registos nos tipos de parâmetro na referenciação direta e genérica

TIPOS DE PARÂMETRO	NÚMERO DE REGISTOS	
	Ref. Direta	Ref. Genérica
TP01 – TIPOS TELA/TECIDO	0	27
TP02 – DESENHOS	0	5
TP03 – DIMENSÕES (MM)	0	2
TP04 – CORES	0	126
TP05 – ESTAMPADOS	0	6
TP06 – POSIÇÕES	0	7
TP07 – QUÍMICOS	0	11
TP08 – MODELOS-SACO	0	4
TP09 – TAMANHOS	0	6
TP10 – TIPO-PLACA	0	3
TP11 – COMPOSIÇÕES	0	7
TP12 – NÚMEROS-LINHA	0	5
TP13 – MEDIDAS	0	52
TP14 – MARCAS	0	6
TP15 – LARGURAS	0	7
TP16 – DECIMAIS	0	2
TP17 – DESENHOS/CORES	0	230
TP18 – ACABAMENTOS	0	207
TP19 – OPERAÇÕES	0	23
TP20 – MODELOS	0	200
TP21 – FINALIDADES	0	6
TP22 – TIPOS-ARTIGO	0	5
TP23 – COMPOSIÇÃO-JOGO	0	30
SOMATÓRIO	0	977

Em relação aos registos das operações, existe a necessidade de criar 1585 registos na referência direta para representar todas as operações utilizadas no exemplo. No modelo GenPDM, apenas 140 registos representam a mesma informação (Tabela 8).

Tabela 8 - Comparação do número de registos nas operações na referência direta e genérica

OPERAÇÕES	NÚMERO DE REGISTOS	
	Ref. Direta	Ref. Genérica
MISTURAR	1	1
ENROLAR	1	1
PREPARAÇÃO	20	12
TINGIMENTO	60	20
ESTAMPAR	20	12
ACABAMENTO	35	15
REVISTA	1	1
ESTENDER-CORTAR	1200	47
CONFEÇÃO	243	25
EMBALAGEM	4	6
SOMATÓRIO	1585	140

As operações Misturar, Enrolar e Revista não apresentam parâmetros, pelo que apenas é necessário, em ambos os tipos de referência, registar o identificador da operação. As restantes operações podem ser representadas, em referência genérica, através de um tipo de operação com os seus respetivos parâmetros. Em referência direta, todas as combinações válidas dos valores atribuídos aos parâmetros, têm que ser codificadas. Por exemplo, para representar a operação de confeção devem ser criados 243 códigos diretos (9 tipos de operação*3 artigos*9 modelos), enquanto na referência genérica a mesma informação pode ser representada apenas com 25 registos (1 para criação do identificador genérico da operação, 3 para criação dos parâmetros da operação, 9 para associação dos valores ao primeiro parâmetro, 3 para preenchimento dos valores do segundo e 9 para associação dos valores ao terceiro parâmetro).

Para realizar a comparação assumiu-se que poderiam ser registados 20 valores possíveis de comprimento e largura de corte e 5 valores de temperatura para regulação das máquinas que realizam as operações de preparação, tingimento, estampagem e acabamento de tecido.

Nos artigos, seguiu-se um raciocínio semelhante ao das operações na realização da comparação. No caso da referência genérica, é criado, para cada artigo, um identificador genérico, com os seus parâmetros e respetivos valores. Por cada valor associado ao

parâmetro, é contabilizado um novo registo. A criação de cada RG e de cada um dos seus parâmetros acrescentam mais registos.

Na tela e no tecido, para contabilização das larguras possíveis, assumiram-se 5 valores. Assim, em referência direta, o registo do tecido, daria origem à criação de 2 240 códigos (7 tipos*8 desenhos/cores*8 roteiros de acabamento*5 larguras), e em referência genérica seriam efetuados apenas 33 (1 registo para criação da RG, 4 para definição dos seus parâmetros e 28 para preencher os seus domínios).

Na criação da BOM e da BOO dos artigos, verifica-se um notório decréscimo do número de registos com o uso da referência genérica. No artigo tecido, são necessários 16 800 registos de relacionamentos estruturais válidos, para registar os componentes consumidos por cada variante em cada BOM específica e 17 920 para representar cada BOO. Com a utilização do modelo GenPDM, apenas 58 registos são necessários na GBOM: 15 registos para associar os componentes à RG, 15 para preenchimento das expressões de consumo de cada componente e 28 expressões de relacionamento nos parâmetros dos componentes. Na GBOO, com 40 registos pode ser representada a mesma informação: 11 para associação das operações à RG, 11 para preencher as expressões de consumo de cada operação e 18 para estabelecer o relacionamento dos parâmetros das operações. Nos casos em que os consumos ou os valores dos parâmetros eram definidos por uma função V_1 ou V_2 , o preenchimento da matriz de combinações de valores também foi considerado na contabilização dos registos: cada entrada na matriz foi contabilizada como um registo.

O modelo GenPDM, contempla ainda a associação de componentes genéricos às operações genéricas e o estabelecimento de precedências entre operações. No total, foram definidos 58 registos para realizar a associação dos componentes genéricos às operações genéricas e 39 para estabelecer as precedências entre as operações da GBOO de cada artigo. Para facilitar o processo de comparação, em referência direta, os registos de associação dos componentes às operações e de definição da sequência das operações não foram contabilizados.

A Tabela 9 retrata a comparação dos registos necessários para criação dos artigos, listas de materiais, gamas operatórias, associação dos componentes genéricos às operações genéricas e precedências das operações, nos dois tipos de modelos.

Tabela 9 - Comparação do número de registos nos artigos na referência direta e genérica

REFERÊNCIAS GENÉRICAS	NÚMERO DE REGISTOS									
	Referência Direta					Referência Genérica				
	Artigos	BOM	BOO	Assoc	Prec	Artigos	BOM	BOO	Assoc	Prec
TELA	140	0	0	0	0	20	0	0	0	0
CAVALETE	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
QUÍMICOS	9	0	0	0	0	11	0	0	0	0
PASTA	48	0	0	0	0	19	0	0	0	0
ROLOS	24	0	0	0	0	13	0	0	0	0
LINHA	288	0	0	0	0	26	0	0	0	0
ELÁSTICO	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
ETIQUETA- COMPOSIÇÃO	84	0	0	0	0	22	0	0	0	0
ETIQUETA- MARCA	5	0	0	0	0	7	0	0	0	0
ETIQUETA- PEÇA	12	0	0	0	0	14	0	0	0	0
ETIQUETA- JOGO	64	0	0	0	0	16	0	0	0	0
PLACA	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
SACO	15	0	0	0	0	11	0	0	0	0
CARTOLINA	25	0	0	0	0	13	0	0	0	0
MISTURA	12	12	12	0	0	14	12	2	4	0
TECIDO	2240	16800	17920	0	0	33	58	40	15	10
CAPA	6720	49280	49280	0	0	87	107	156	12	9
FRONHA	10080	62720	92960	0	0	87	99	161	10	10
LENÇOL	5600	32480	43680	0	0	87	103	161	11	10
JOGO	22400	134400	22400	0	0	243	55	3	6	0
SOMATÓRIO	47787	295692	226252	0	0	744	434	523	58	39

Em suma, para representar o modelo anterior em referência direta teriam que ser efetuados 571 316 registos. Na referência genérica, em concreto no modelo GenPDM, apenas 2 915 seriam suficientes, evidenciando-se, assim, uma redução de 99,5% (Tabela 10).

Tabela 10 - Comparação do número de registos em referência direta e genérica

	ARTIGOS	BOM	BOO	ASSOC	PREC	OP	TP	TOTAL
REF. DIRETA	47 787	295 692	226 252	0	0	1 585	0	571 316
REF. GENÉRICA	744	434	523	58	39	140	977	2 915

Novas Variantes

Os modelos de referência genérica apresentam-se ainda mais eficientes na representação de um eventual aparecimento de uma nova cor ou medida, uma vez que o esforço exigido aos

utilizadores na representação da informação de artigos de acordo com um modelo de referenciação genérica é inferior ao exigido nos modelos de referenciação direta.

O aparecimento de uma nova cor ou medida, nos modelos de referenciação direta, originariam a necessidade de criar um novo código, BOM e BOO, bem como definir os relacionamentos estruturais para cada componente e/ou operação necessários à produção do artigo. Nos modelos de referenciação genérica, para representar uma nova cor ou medida, bastaria criar um novo valor no tipo de parâmetro correspondente e associá-lo ao domínio do parâmetro da RG, passando esta a ter a capacidade de representar mais uma variante do artigo.

No exemplo modelado anteriormente, o aparecimento de uma nova cor implica criar 36 registos nos modelos de referenciação direta e 13 registos em referenciação genérica para a representar. Na referenciação direta são necessários 5 registos para criar as diferentes combinações válidas da operação de tingimento (1 cor* 5 valores possíveis de temperatura) e 31 registos para codificar as novas combinações de linhas, misturas e pastas (artigos que variam em função da cor). Nas linhas implicaria criar 24 novos códigos (1 cor*6 composições*4 números) e 4 nas pastas (1 cor*4 estampados). Na mistura são necessários 3 novos registos (1 código de mistura, 1 relacionamento estrutural na BOM e outro na BOO). Em referenciação genérica, nos tipos de parâmetro são necessários 9 registos para criar o novo valor do tipo de parâmetro e preencher as suas características. Nos tipos de operação, deve ser associado o novo valor ao parâmetro “cor” do tipo de operação tingimento, o que constitui 1 registo adicional. Associar a nova cor aos parâmetros das referências genéricas LINHA, MISTURA e PASTA, requer 3 registos adicionais. Como as BOM e BOO são genéricas, possuem a capacidade de representar uma lista de materiais e uma gama operatória específicas para a variante definida pela nova cor.

4.4 Limitações da Solução

A flexibilidade, eficiência e capacidade de representação do modelo através de estruturas genéricas, ainda apresenta algumas limitações. A mais notória, no exemplo anterior, encontra-se no carácter estático das estruturas genéricas, o que leva à definição de um conjunto fixo de componentes e operações para cada RG.

No caso das referências genéricas MISTURA e TECIDO, existe a necessidade de, ao definir a BOM e BOO genéricas, especificar todos os componentes e operações para o conjunto de variantes possíveis, independentemente de algumas não consumirem determinados componentes ou não realizarem certas operações. À RG TECIDO foram associadas seis pastas e seis rolos para estampar, que não são utilizados em todas as variantes de tecido, bem como quatro operações de preparação, correspondentes ao máximo de operações que uma variante pode realizar, contudo, nem todas as variantes consomem todos os componentes ou realizam todas as operações definidas. Na MISTURA verifica-se a mesma situação: determinadas misturas consomem apenas dois químicos, contudo a GBOM obriga a preencher quatro químicos, pelo que aos restantes dois terão que ser atribuídos valores sem significado. Similarmente, nos produtos acabados, a existência de parâmetros que identificam o tipo e o desenho/cor de cada um dos quatro tecidos que podem ser consumidos pelo artigo, induz o utilizador, ao gerar uma variante, a preencher valores sem significado quando um modelo consome menos que o número máximo dos tecidos possíveis ou a ter que estabelecer mecanismos (como as condições de visibilidade) que lhe permitam contornar esta questão.

Para solucionar estas limitações, o utilizador poderia definir mais referências genéricas: as referências genéricas MISTURA, CAPA, FRONHA E LENÇOL poderiam ser divididas de acordo com o número de componentes (químicos ou tecidos) que consomem e poderia ser criada uma RG de tecido por cada roteiro. Porém, deste modo, o número de referências genéricas para representar a população de artigos iria aumentar, bem como o esforço do utilizador para gerir uma maior quantidade de dados.

É neste contexto que surge, no sistema informático GenSYS, um novo conceito que aumenta ainda mais a sua flexibilidade, evitando a necessidade de criação de mais referências genéricas – as estruturas dinâmicas, onde os parâmetros, os componentes que compõem a lista de materiais e as operações da gama operatória variam de acordo com a variante a produzir. No capítulo seguinte, o conceito de estruturas dinâmicas é apresentado e aplicado ao exemplo em estudo.

5. ESTRUTURAS DINÂMICAS

O conceito de estruturas dinâmicas pode ser utilizado para representar referências genéricas, listas de materiais e gamas operatórias genéricas. A sua aplicação permite que o modelo seja capaz de, para cada RG, ajustar, em função da variante selecionada: 1) a quantidade de operações da BOO; 2) a quantidade de componentes associados à BOM e/ou 3) a quantidade de parâmetros para caracterizar essa variante.

Deste modo, através do conceito de componentes genéricos dinâmicos, operações genéricas dinâmicas e parâmetros dinâmicos, a flexibilidade e capacidade de representação é aumentada, bem como o número de artigos que podem ser representados por uma RG, diminuindo o esforço dos utilizadores.

Neste capítulo, o conceito de estruturas dinâmicas é brevemente explicitado (na secção 5.1) e, posteriormente, aplicado ao exemplo anterior (na secção 5.2). Na secção 5.3, a sua eficiência é avaliada, em comparação com a solução apresentada no capítulo anterior.

5.1 Estruturas Dinâmicas – Conceitos

A presente secção detalha os principais conceitos relacionados com as estruturas dinâmicas abordados ao longo deste trabalho: características Lista, parâmetros dinâmicos, componentes genéricos dinâmicos e operações genéricas dinâmicas.

Tipos de Parâmetro – Listas

Para implementação de estruturas dinâmicas, é necessário a definição de um novo tipo de características, associadas aos tipos de parâmetro – característica Lista. A cada Lista, pode ainda ser associado um conjunto de características, do mesmo modo que acontece com os tipos de parâmetro. De ressaltar que, as Listas apenas podem ser associadas nos tipos de parâmetro definidos em extensão e que, o mesmo tipo de parâmetro pode conter mais do que uma característica deste tipo. Assim, a um tipo de parâmetro pode estar associado um conjunto de características e/ou de Listas com as suas próprias características (Figura 34 a)).

Uma Lista distingue-se das restantes características, na medida em que, a cada uma das características a esta associada, pode ser associado um conjunto indexado e ordenado de valores, definidos pelo utilizador, e que podem variar dependendo do valor do tipo de

parâmetro (Figura 34 b)). Assim sendo, para cada tipo de parâmetro, as características têm obrigatoriamente que assumir um e um só valor, enquanto as características dentro das Listas podem assumir tantos valores quantos o utilizador desejar ou até podem não ser preenchidas.

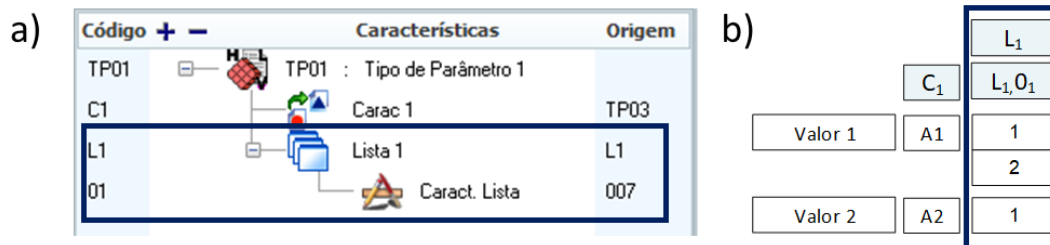


Figura 34 - Característica Lista: a) Representação da lista; b) Preenchimento da lista

Estas características podem ser utilizadas para definir automaticamente listas de materiais e de operações, bem como os consumos de cada componente e/ou operação, desde que estes sejam classificados como dinâmicos. Posteriormente, no momento de gerar a variante, o sistema tem que ter a capacidade de transformar esses elementos dinâmicos em “normais”, de modo a que possam ser utilizados da forma genérica tradicional.

Parâmetros Dinâmicos

As estruturas genéricas podem ser utilizadas para definir referências genéricas e os respetivos parâmetros que caracterizam as suas propriedades, com base nos tipos de parâmetro criados. Neste processo, o utilizador, depois de associar os parâmetros às referências genéricas, pode classificar alguns como dinâmicos. Contudo, é importante ressaltar que cada RG tem que conter, pelo menos, um parâmetro que não esteja classificado como dinâmico e que servirá como regulador. Um parâmetro regulador, ao qual estará associado uma Lista, irá regular o número de repetições de um componente ou de uma operação na BOM ou BOO de uma variante específica de um artigo.

Componentes e Operações Genéricos Dinâmicos

A aplicação do conceito de estruturas dinâmicas permite variar a quantidade dos componentes, mas também as suas propriedades e os seus consumos. Dependendo da variante da RG selecionada, pode originar várias entradas na BOM de componentes “normais”. O número de componentes “normais” originados pelo componente genérico dinâmico, corresponde ao número de entradas que existem na Lista associada ao parâmetro

regulador. Compete ao utilizador definir qual das características da Lista vai ter a capacidade de determinar a quantidade de componentes.

Na Figura 35, a associação de um componente genérico dinâmico à GBOM da RG (Figura 35 a)) permite que, para a primeira variante, seja definida uma BOM específica com dois componentes (Figura 35 b)) e, para a segunda variante, apenas se encontre associado um componente à sua BOM (Figura 35 c)), de acordo com o definido na Lista 1 da Figura 34 b)).

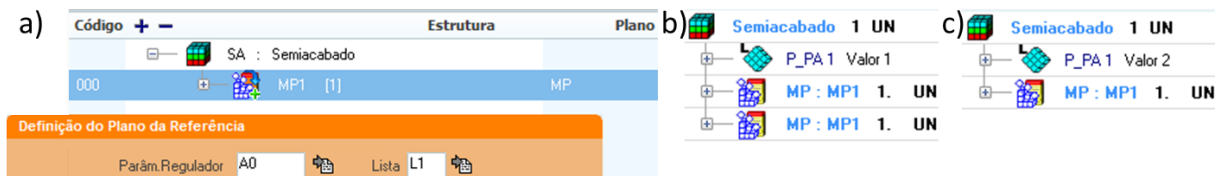


Figura 35 - Listas de materiais genérica e específica com componentes dinâmicos: a) Lista de materiais genérica com um componente genérico dinâmico; b) Lista de materiais da variante 1; c) Lista de materiais da variante 2

No entanto, a expressão de consumo do componente genérico dinâmico pode ser preenchida com base em características ou valores de parâmetros “normais”. Neste caso, o consumo de todos os componentes originados pelo componente genérico dinâmico será sempre o mesmo e igual ao valor da característica ou do parâmetro da RG.

Também os parâmetros dos componentes genéricos dinâmicos associados à GBOM de uma RG, podem ser classificados como “normais” ou dinâmicos. Os parâmetros “normais” seguem o comportamento tradicional, ou seja, relacionam-se sempre com os mesmos parâmetros e apresentam as mesmas características, independentemente do número de ocorrências da Lista do regulador. Nos parâmetros dinâmicos, o seu valor pode variar em função das ocorrências da Lista do regulador.

O descrito para os componentes genéricos da GBOM pode ser extrapolado para as operações genéricas dinâmicas da GBOO.

Além dos conceitos anteriores, o sistema apresenta um outro conceito que permite a definição de consumos ou relacionamentos de parâmetros de componentes/operações que dependam de mais do que um dos parâmetros da RG. Este conceito é denominado de Índices. Um Índice é definido numa Lista e pode ter associado um conjunto de características. Cada característica definida no Índice pode, para cada entrada da Lista e para cada valor do Índice, assumir um valor. Na secção seguinte estes conceitos encontram-se exemplificados, através da sua aplicação ao exemplo do jogo de lençóis.

5.2 Aplicação das Estruturas Dinâmicas nas Referências Genéricas

A introdução destes novos conceitos permite fazer face às limitações identificadas anteriormente nas referências genéricas MISTURA, TECIDO, CAPA, FRONHA, LENÇOL e JOGO, melhorando a eficiência da solução modelada para esses casos.

Assim, podem ser criadas características Lista que definam a quantidade de pastas e rolos que cada variante do tecido consome, o número de operações de preparação e de acabamento, a quantidade de químicos necessária para produzir cada cor, bem como a quantidade de tecidos usada em cada produto acabado. A criação destas Listas, elimina a necessidade de criação de várias características nos tipos de parâmetro TP17 – Desenhos/Cores, TP18 – Acabamentos e TP04 – Cores.

Na Figura 36 a) e b) é apresentado um novo tipo de parâmetro TP7 – Desenhos/Cores-Lista como alternativa ao TP17 – Desenhos/Cores (Figura 24 a) e b)).

a)

Código	Características	Origem
TP7	TP7 : DESENHOS/CORES-LISTA	
C1	TINGIR	007
C2	COR-FUNDO	TP04
C3	DESENHO-TECELAGEM	TP02
C4	ESTAMPADO	TP05
C5	TEMP	007
C6	ESTAMPAR	007
C7	ACABAMENTO	TP8
L1	PASTAS	L1
01	PASTA	TP04
02	CONSUMO	007
L2	ROLOS	L2
01	POSIÇÃO	TP06

b)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	L1	L2	
								01	02	01
DESENHO 1	0	–	DESENHO 1	–	130	0	R01			
DESENHO 2	0	–	DESENHO 2	–	120	0	R02			
E01-6	1	AZUL	LISO	E01-6	160	1	R21	VERMELHO	0,04	POSIÇÃO 1
								VERDE	0,03	POSIÇÃO 2
								CASTANHO	0,02	POSIÇÃO 3
								CRU	0,01	POSIÇÃO 4
								LARANJA	0,01	POSIÇÃO 5
								ROSA	0,01	POSIÇÃO 6
E02-6	1	LARANJA	LISO	E02-6	160	1	R22	CASTANHO	0,05	POSIÇÃO 1
								TURQUESA	0,04	POSIÇÃO 2
								VERMELHO	0,03	POSIÇÃO 3
								PRETO	0,02	POSIÇÃO 4
								ROSA	0,02	POSIÇÃO 5
								BRANCO	0,01	POSIÇÃO 6
E03-4	1	ROSA	LISO	E03-4	160	1	R23	BRANCO	0,03	POSIÇÃO 1
								VERDE	0,02	POSIÇÃO 2
								LARANJA	0,02	POSIÇÃO 3
								PRETO	0,01	POSIÇÃO 4
E04-3	1	VERDE	LISO	E04-3	120	1	R24	BRANCO	0,05	POSIÇÃO 1
								PRETO	0,03	POSIÇÃO 2
								CINZA	0,02	POSIÇÃO 3
AMARELO	1	AMARELO	LISO	–	130	0	R31			
AZUL	1	AZUL	LISO	–	120	0	R32			

Figura 36 - TP7 – Desenhos/Cores-Lista: a) Listas e características do TP7; b) Preenchimento das listas e das características

Neste TP, as últimas características relativas às pastas e rolos e respectivos consumos, existentes no TP17 – Desenhos/Cores, são substituídas por duas Listas (L1 e L2) que identificam a cor e o consumo de pastas necessárias para produzir cada estampado e a posição ocupada na máquina por cada rolo.

Como se pode verificar na Figura 36 b), a cada valor do TP7 – Desenhos/Cores-Lista é associado um conjunto de valores às características da Lista. Inclusive, a Lista não necessita de ser preenchida, nos casos em que as pastas e rolos não são consumidos. A identificação da Lista reguladora, permite determinar o número de componentes associados às listas de materiais das variantes específicas. Por exemplo, na BOM de uma variante de tecido com o desenho/cor “E04-3”, serão associados três componentes pasta, de acordo com o número de instâncias da Lista L1 para esse valor de parâmetro.

Para avaliar as diferenças entre a solução modelada no capítulo anterior e as melhorias proporcionadas pela utilização do conceito de estruturas dinâmicas, foram criadas referências genéricas alternativas para o tecido, mistura, capa, fronha, lençol e jogo. Nos parágrafos seguintes são evidenciadas as disparidades em relação à solução anterior.

Referência Genérica Alternativa Tecido

Na RG alternativa tecido, os parâmetros não sofrem alterações (Figura 37), comparativamente com a solução inicial (Figura 21), porém a sua GBOM e GBOO são simplificadas.

Código + -	Estrutura	Parâmetro
	TECIDO-ALT : TECIDO-ALTERAÇÃO DINÂMICOS	
P1	TIPO:	TP01
P2	DESENHO/COR:	TP7
P3	ACABAMENTO:	TP8
P4	LARGURA:	TP03

Figura 37 - Parâmetros da referência genérica TECIDO-ALT

A GBOM da nova RG para representar o tecido (Figura 38) é constituída por cinco componentes: três componentes genéricos “normais” – tela, cavalete e mistura – nos mesmos termos e condições que na RG TECIDO, e dois componentes genéricos dinâmicos – PASTA e ROLO – capazes de representar as seis pastas e os seis rolos associados à GBOM da RG TECIDO (Figura 22). Com apenas estes dois componentes genéricos dinâmicos, é possível manter a representação do número máximo de pastas e rolos necessários para a produção de cada variante de tecido.

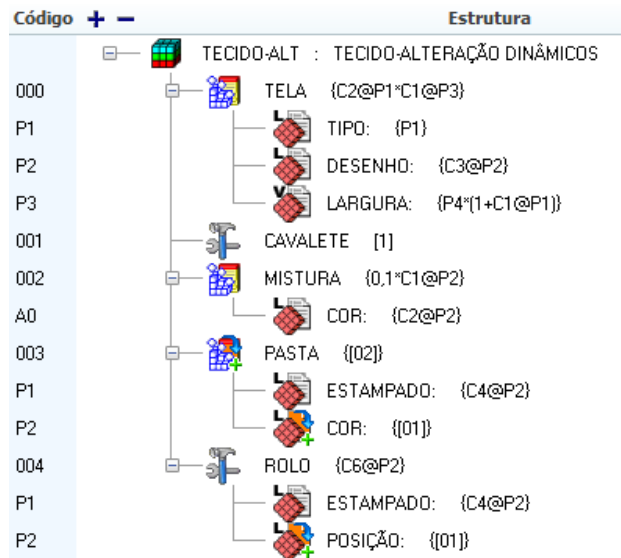


Figura 38 - Componentes dinâmicos PASTA e ROLO na referência genérica TECIDO-ALT

Para os dois componentes genéricos dinâmicos associados à GBOM da RG alternativa tecido, o parâmetro regulador que permite determinar o número de repetições dos componentes nas listas de materiais específicas é o P2, pois é o parâmetro “normal” proveniente do tipo de parâmetro TP7 – Desenhos/Cores-Lista, onde se encontram definidas as Listas (Figura 36 a) e b)). No caso do componente genérico dinâmico PASTA, a Lista reguladora é a L1 (Figura 39) e, a Lista L2 regula o número de repetições do componente ROLO.

A expressão de consumo do componente genérico PASTA, representado por [02] (Figura 39), varia em função do desenho/cor do tecido (P2) e é determinada pelos valores preenchidos na característica 02 da Lista L1 (Figura 36 b)). Repare-se na diferença entre o acesso a características não pertencentes à Lista, cuja identificação é dada por “C6@P2” (Figura 22), e o acesso às pertencentes às Listas, identificado apenas pela característica do parâmetro regulador que contem a Lista.

Figura 39 - Identificação do parâmetro regulador, lista reguladora e expressão de consumo do componente genérico dinâmico PASTA

Por sua vez, o consumo do ROLO é identificado através de uma característica não associada à Lista: só são consumidos os rolos se o tecido for estampado, ou seja, quando a característica C6 do TP7 – Desenhos/Cores-Lista assumir o valor 1 (Figura 36 a) e Figura 38).

Ambos os componentes genéricos dinâmicos (PASTA e ROLO) apresentam um parâmetro “normal” e um parâmetro definido como dinâmico. O parâmetro “normal” identifica o estampado do tecido, nos componentes PASTA e ROLO, e encontra-se definido em C4@P2. Por sua vez, o parâmetro dinâmico determina a cor das pastas e a posição dos rolos na máquina de estampar, sendo definidos pela característica 01 da Lista L1 e pela 01 da Lista L2, respectivamente (Figura 38).

Na GBOO (Figura 40), as principais alterações acontecem nas operações de preparação e de acabamento.

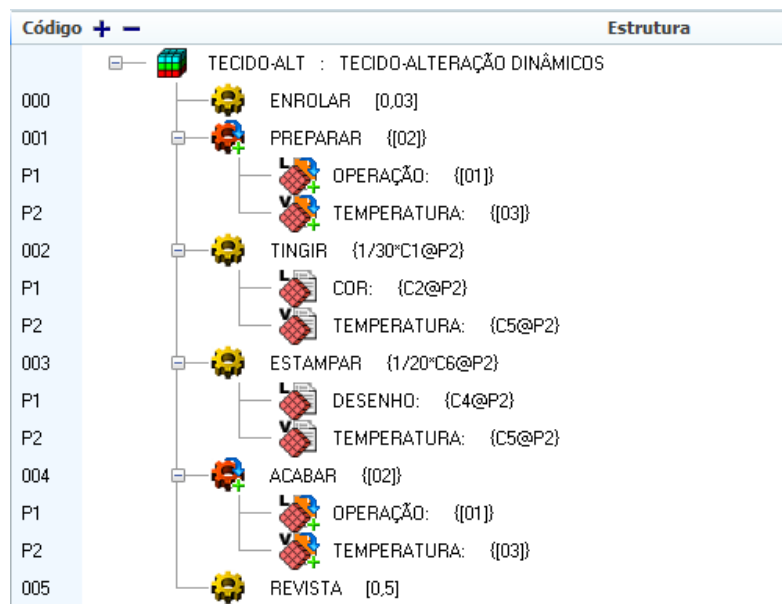


Figura 40 - Operações genéricas dinâmicas PREPARAR e ACABAR na referência genérica TECIDO-ALT

Neste novo cenário, na GBOM do tecido surgem duas operações genéricas dinâmicas (PREPARAR e ACABAR), uma de preparação e outra de acabamento, cujos parâmetros foram igualmente definidos como dinâmicos. O parâmetro regulador das operações dinâmicas é o P3, definido a partir do TP8 – Acabamentos-Lista (Figura 41), onde foram associadas duas Listas, L1 e L2 (Figura 95 do Apêndice II), que irão determinar o número de instâncias a realizar, bem como a temperatura das máquinas, quer das operações de preparação, quer das de acabamento. O consumo das operações genéricas dinâmicas é determinado pela segunda característica de cada uma das Listas, o tipo de operação pela primeira e a temperatura consta na última característica da Lista (Figura 40). As restantes operações para realização do tecido permanecem inalteradas.

Código + -	Características	Origem
TP8	TP8 : ACABAMENTOS-LISTA	
C1	FATOR-PERDA	007
L1	OPERAÇÃO-PREPARAÇÃO	L1
01	OPERAÇÃO	TP19
02	CONSUMO	007
03	TEMP	007
L2	OPERAÇÃO-ACABAMENTO	L2
01	OPERAÇÃO	TP19
02	CONSUMO	007
03	TEMP	007

Figura 41 - Listas e características do TP8 – Acabamentos-Lista

Referência Genérica Alternativa Mistura

Na RG alternativa mistura (Figura 42 b)), são substituídos os quatro componentes, correspondentes ao máximo de químicos consumidos por todas as variantes, por apenas um componente genérico dinâmico com a capacidade para representar o mesmo comportamento (Figura 28). No TP4 – Cores-Lista, definiu-se uma Lista (Figura 94 do Apêndice II) que determina quantos químicos são necessários para obter cada uma das cores e as respectivas quantidades. Com esta solução, o utilizador poderia, inclusivamente, utilizar mais químicos para obter uma determinada cor, sem necessitar de acrescentar características ao TP.

a)

Código + -	Estrutura	Parâmetro
P1	MISTURA-ALT : MISTURA-ALTERAÇÃO DINÂMICOS COR:	TP4

b)

Código + -	Estrutura
001	MISTURA-ALT : MISTURA-ALTERAÇÃO DINÂMICOS QUIMICOS {{02}}
P1	TIPO: {{01}}

Figura 42 - Referência genérica MISTURA-ALT: a) Parâmetros; b) Lista de materiais

Referência Genérica Alternativa Capa, Fronha e Lençol

A aplicação do conceito de estruturas dinâmicas também permite melhorar a modelação dos produtos acabados. Para representar o tipo de tecido e o desenho/cor dos diferentes tecidos que podem constituir uma capa, lençol ou fronha, podem ser usados parâmetros dinâmicos, que evitam a criação de oito parâmetros distintos e eliminam a necessidade de definir as condições de visibilidade.

Na Figura 43, encontram-se representados os parâmetros dinâmicos (P3 e P4) associados à referência genérica alternativa capa.

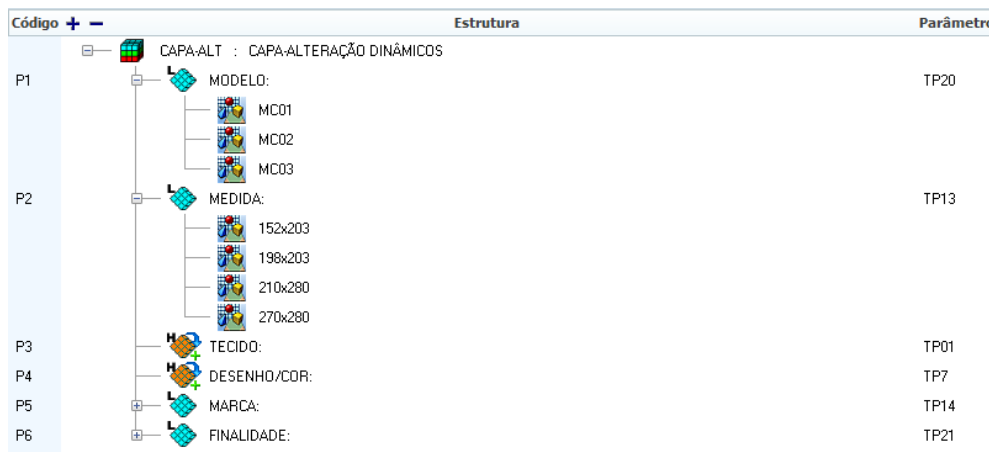


Figura 43 - Parâmetros da referência genérica CAPA-ALT

Na GBOM da nova RG capa, pode ser associado um componente genérico dinâmico capaz de representar todos os tecidos, que terá P1 como parâmetro regulador. Neste caso, o consumo de tecidos depende do modelo e da medida. Para conseguir representar este comportamento, na Lista reguladora, associou-se um Índice que representa as medidas, definido a partir do TP13 – Medidas (Figura 44 a) e b)).



b)

	L1																								
	02																								
	50x075		50x100		45x155		55x110		152x203		198x203		210x280		270x280		267x267		229x267		200x200		180x200		
01	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	
MF01	1	35	55	38,75	65	52,5	50	42,5	60																
	2	35	55	38,75	65	52,5	50	42,5	60																
	3	35	55	38,75	65	42,5	50	42,5	60																
	4	35	55	38,75	65	42,5	50	42,5	60																
MF02	1	70	55	60	65	70	50	90	60																
	2	50	55	55	65	70	50	40	60																
	3	20	55	40	65	50	50	40	60																
MF03	1	70	55	77,5	65	95	50	85	60																
	2	70	55	77,5	65	95	50	85	60																
MC01	1									279	220	279	275	300	245	300	285								
MC02	1									200	220	200	275	200	245	200	285								
	2									79	220	79	275	100	245	100	285								
MC03	1									93	220	93	275	100	245	100	285								
	2									93	220	93	275	100	245	100	285								
	3									93	220	93	275	100	245	100	285								
ML01	1																	138	272	125	272	110	210	100	210
	2																	138	272	125	272	110	210	100	210
ML02	1																	276	272	250	272	220	210	200	210
ML03	1																	146	272	130	272	120	210	150	210
	2																	130	272	120	272	100	210	50	210

Figura 44 - Lista e índice no TP20 – Modelos: a) Representação da lista e do índice; b) Preenchimento da lista e do índice

Assim, para cada combinação do modelo e da medida, pode ser definido o consumo de cada tecido (Figura 45 a)). Deste modo, a expressão de consumo do tecido é dada por $[I1 | P2/100]$, isto é, o comprimento de cada tecido, em metros, dependendo da medida selecionada no parâmetro P2 da RG. O mesmo acontece nas operações de estender-cortar (Figura 45 b)). Estas podem ser representadas apenas por uma operação genérica dinâmica, cujos parâmetros relativos ao comprimento e largura também são dinâmicos e parametrizados em função do índice da Lista definida no TP20 – Modelos (Figura 44 b)).

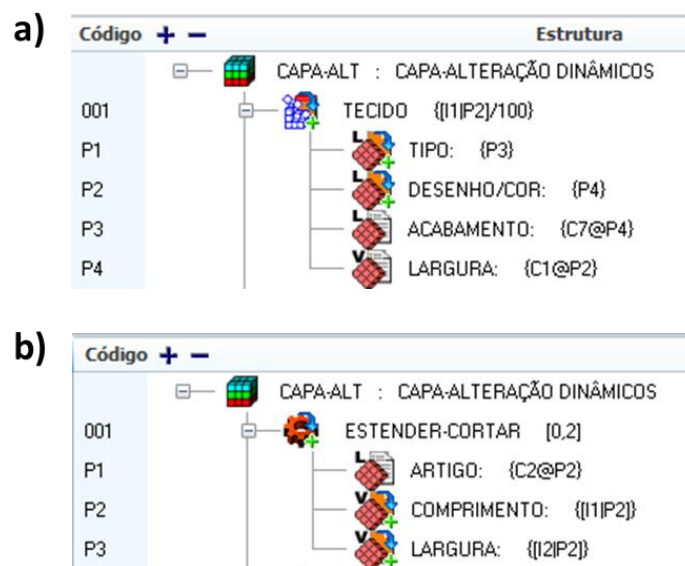


Figura 45 - Componente genérico e operação genérica dinâmicos na referência genérica CAPA-ALT: a) Componente genérico dinâmico; b) Operação genérica dinâmica

Referência Genérica Alternativa Jogo

A importância da utilização de parâmetros dinâmicos fica ainda mais evidente na RG JOGO. Dos trinta e dois parâmetros iniciais, apenas quatorze (oito “normais” e seis dinâmicos) são necessários para caracterizar o artigo, tal como é demonstrado na Figura 46.

A GBOM da RG alternativa jogo (Figura 102 a) do Apêndice II) é constituída por três componentes genéricos “normais” – capa, fronha e lençol. Estes componentes apresentam parâmetros dinâmicos da referência origem, que são preenchidos diretamente pelos parâmetros dinâmicos do jogo. Relativamente às expressões de consumo, estas mantêm-se inalteradas em relação ao referido anteriormente (Figura 33).

A representação completa das alterações realizadas com a introdução do conceito de estruturas dinâmicas, pode ser encontrada no [Apêndice II](#).

Código	Estrutura	Parâmetro
	JOGO-ALT : JOGO-ALTERAÇÃO DINÂMICOS	
P1	COMPOSIÇÃO-JOGO:	TP23
P2	MODELO FRONHA:	TP20
	MF01	
	MF02	
	MF03	
P3	MEDIDA FRONHA:	TP13
	45x155	
	50x075	
	50x100	
	55x110	
P4	TECIDO FRONHA:	TP01
P5	DESENHO/COR FRONHA:	TP7
P6	MODELO CAPA:	TP20
	MC01	
	MC02	
	MC03	
P7	MEDIDA CAPA:	TP13
	152x203	
	198x203	
	210x280	
	270x280	
P8	TECIDO CAPA:	TP01
P9	DESENHO/COR CAPA:	TP7
Q1	MODELO LENÇOL:	TP20
	ML01	
	ML02	
	ML03	
Q2	MEDIDA LENÇOL:	TP13
	180x200	
	200x200	
	229x267	
	267x267	
Q3	TECIDO LENÇOL:	TP01
Q4	DESENHO/COR LENÇOL:	TP7
Q5	MARCA:	TP14

Figura 46 - Parâmetros dinâmicos na referência genérica JOGO-ALT

5.3 Avaliação da Solução com Estruturas Dinâmicas

Para avaliar a eficiência da utilização de estruturas dinâmicas, procedeu-se a uma comparação entre a solução genérica inicial e a solução melhorada pela utilização de estruturas dinâmicas, utilizando os mesmos critérios usados na comparação entre os modelos de referência genérica e direta.

Após a análise dos resultados, constata-se que, a introdução de estruturas dinâmicas na solução permite uma redução do número de registos em cerca de 34%. Nos próximos parágrafos encontram-se explicitados os resultados que permitem a referida redução.

Os tipos de operação permanecem inalterados, pelo que o número de registos, nesse aspeto, não se altera. Em alguns tipos de parâmetro, deixa de ser necessário considerar os valores sem significado, uma vez que a criação de Listas evita o preenchimento de características desnecessárias com esse tipo de valores. Por exemplo, no TP01 – Tipo de Tela/Tecido deixa de ser necessário a criação do valor sem significado e, conseqüentemente, as características associadas a esse TP não precisam de ser preenchidas para esse valor, o que reduz em 3 o número de registos, para constituição desse TP. Contudo, as maiores diferenças encontram-se nos tipos de parâmetro onde foram definidas as Listas: TP17 – Desenhos/Cores, TP18 – Acabamentos e TP20 – Modelos (Tabela 11).

Tabela 11 - Comparação do número de registos nos tipos de parâmetro TP01, TP17, TP18 e TP20 nas soluções genéricas

TIPOS DE PARÂMETRO	NÚMERO DE REGISTOS	
	Ref. Genérica	Ref. Genérica (c/Dinâmicos)
TP01 – TIPOS TELA/TECIDO	27	24
TP17 – DESENHOS/CORES	230	134
TP18 – ACABAMENTOS	207	149
TP20 – MODELOS	200	355

No primeiro caso, as 22 características que constituíam o TP17 – Desenhos/Cores, foram substituídas por 7 características e 2 Listas, uma com 2 características e outra com 1. Assim, para a nova solução, foram contabilizados apenas 134 registos, menos 96 que na solução anterior: 1 para a criação do tipo de parâmetro, 8 para associação de cada um dos seus valores, 12 para criação das características e das Listas, e os restantes para preenchimento de cada uma das Listas e características. Para o TP18 – Acabamentos, o raciocínio para contabilizar os registos é idêntico.

No TP20 – Modelos, o número de registos aumentou 155 valores. Porém este aumento será posteriormente compensado na criação da GBOM dos produtos acabados. Neste caso, das características já criadas, apenas a referente ao número de tecidos (E1) deixa de ser necessária, sendo substituída por uma Lista com uma característica e um Índice, por sua vez constituído por duas características. A criação de cada uma destas instâncias (Listas, Índices e

características), bem como o preenchimento de cada uma delas para os valores do domínio do TP onde se encontram definidas, acrescentam registos na criação deste TP.

Em suma, após a contabilização do número de registos de cada TP para a realização da nova solução, constata-se uma diminuição de 44 registos, em comparação com os realizados na solução anterior (Tabela 13 do Apêndice III).

Nas referências genéricas, a utilização de parâmetros dinâmicos permitiu reduzir o número de registos de criação de artigos em 306, destacando-se as diferenças mais significativas nos produtos acabados, com principal incidência no jogo, que reduziu 153 registos.

Por exemplo, na RG CAPA-ALT foram contabilizados 36 registos: 1 para criação da RG, 6 para registo dos seus parâmetros, 3 para associação dos valores ao parâmetro “modelo”, 4 para definir o domínio do parâmetro “medidas” e 7 para definir os tipos de tecido, 8 para estabelecer os desenhos/cores, 5 para estabelecer as marcas e, por fim, 2 para definir a finalidade do artigo.

Na GBOM e na GBOO, a utilização de componentes/operações genéricos dinâmicos permite reduzir o número de componentes/operações e, conseqüentemente, o número de relações estruturais. Além disso, o uso das funções V_1 e V_2 foram substituídas pelas características do Índice criado no TP20 – Modelos. Na expressão de consumo, porém, são necessários 2 registos adicionais: 1 para identificar o parâmetro regulador e outro para identificar a Lista reguladora. Adicionalmente, identificar o componente, operação ou parâmetro do componente/operação como dinâmicos constitui um registo extra.

Assim, no total, reduziram-se 604 registos na criação das listas de materiais e gamas operatórias genéricas com a utilização de estruturas dinâmicas. Na associação dos componentes genéricos às operações genéricas e definição das precedências das operações a diferença não é tão notória: verificou-se uma redução de 36 registos.

A Tabela 12 representa o somatório dos registos necessários para realizar as duas soluções: a inicial sem estruturas dinâmicas, e a melhorada pela introdução do conceito de estruturas dinâmicas. No Apêndice III, podem ser encontradas as tabelas com as comparações detalhadas.

Tabela 12 - Comparação do número de registros nas soluções genéricas

	ARTIGOS	BOM	BOO	ASSOC	PREC	OP	TP	TOTAL
REF. GENÉRICA	744	434	521	58	39	140	977	2 915
REF. GENÉRICA (C/DINÂMICOS)	438	194	159	36	25	140	933	1 925

Novas Variantes

O conceito de estruturas dinâmicas aumenta a flexibilidade dos modelos de referência genérica, bem como a sua eficiência, na representação de uma nova variante, em comparação com os modelos de referência genérica tradicionais.

Para representar o aparecimento de uma nova cor (por exemplo, produzida através de 2 químicos), num modelo de referência genérica com estruturas dinâmicas registam-se 9 ações adicionais, enquanto nos modelos de referência genérica tradicional criam-se 13 registos.

Nesta nova solução, continua a ser necessário a criação do novo valor do tipo parâmetro. No entanto, não é obrigatório preencher cada uma das suas características – que determinam os químicos a usar para fabricar a cor e as suas respetivas quantidades. Preencher a Lista com duas entradas seria suficiente. Tal ação traduz-se em 4 registos: 2 para definir os químicos a usar e 2 para determinar os seus consumos. Nos modelos de referência tradicional, o utilizador teria sempre que preencher as oito características associadas ao TP04 – Cores, mesmo que fosse com valores sem significado. Além disso, mantém-se a necessidade de associar o novo valor no parâmetro “cor” do tipo de operação tingimento e nos parâmetros das referências genéricas MISTURA-ALT, LINHA e PASTA.

6. CONCLUSÃO

O aumento da competitividade e as alterações do mercado impulsionam as empresas a satisfazer as necessidades individuais dos clientes, através da oferta de produtos personalizados, de modo a conseguirem um fator de vantagem em relação à concorrência. Para se conseguirem destacar no mercado, as empresas devem alterar os seus paradigmas de produção, orientando o seu sistema produtivo para um ambiente de customização em massa, com o objetivo de produzirem produtos personalizados e, ao mesmo tempo, manter os custos de produção baixos.

Produzir bens customizados aumenta, inevitavelmente, o esforço de gestão da informação das várias variantes dos artigos e dificulta a gestão da produção no *shop floor*. As empresas devem ser capazes de implementar sistemas de produção flexíveis, com sistemas de planeamento e controlo da produção capazes de gerir eficientemente um elevado fluxo de informação. A gestão da informação de várias variantes dos artigos é facilitada pelo uso de modelos genéricos de representação da informação de artigos, que dividam a população total dos produtos da organização em famílias, às quais são atribuídas códigos, listas de materiais e gamas operatórias, evitando que, para cada artigo específico da família, tenha que ser repetido este processo.

O trabalho desenvolvido teve como principal foco o sistema informático de planeamento e controlo da produção GenSYS, que utiliza a referência genérica como principal ferramenta para atribuir flexibilidade produtiva a uma organização.

O principal objetivo deste projeto prendeu-se com a compreensão do contributo deste sistema na gestão da informação dos artigos. Assim, para alcançar o propósito deste trabalho, desenvolveu-se e explicou-se um exemplo, aplicado à indústria têxtil, de modelação de uma solução de representação da informação necessária à produção de um jogo de lençóis. Com este exemplo, foi possível comparar o esforço de representação da mesma informação utilizando modelos de referência genérica e direta. Adicionalmente, foram introduzidos conceitos avançados que permitem melhorar a eficiência da solução genérica.

Em seguida, apresentam-se as principais conclusões sobre cada um dos objetivos específicos do trabalho e propostas de trabalho futuro.

6.1 Principais Conclusões

O principal objetivo deste projeto dividiu-se em três objetivos mais específicos. Nos próximos parágrafos recuperam-se esses objetivos específicos e identificam-se as principais conclusões e resultados obtidos em cada um deles.

O primeiro objetivo consistia em analisar a eficiência do sistema GenSYS em contextos de customização em massa e Indústria 4.0. Da revisão bibliográfica, conclui-se que, para operar em ambientes de customização em massa e de quarta revolução industrial, as empresas devem dotar-se de flexibilidade para acompanhar as alterações dos mercados e dos produtos, bem como produzir produtos personalizados a baixos custos. Além disso, em tempo real, devem conseguir recolher informação do *shop floor*, de modo a conseguirem tomar decisões e ajustar-se a eventuais atrasos ou avarias. Esta monitorização em tempo real é eficaz através da integração de objetos físicos e dispositivos digitais que permitam a recolha e troca de dados e informação. Por ser baseado em referência genérica, o sistema informático GenSYS consegue gerir eficazmente uma grande quantidade de informação de artigos, sendo capacitado para facilitar a produção de produtos personalizados. A utilização de conceitos como produção puxada e *kanbans* eletrónicos, permite que os produtos personalizados sejam fabricados a baixo custo. A introdução de dispositivos com o software GenSYS no *shop floor*, permite ainda a recolha de informação em tempo real, que sustente decisões mais ajustadas ao contexto, bem como a adaptação do plano de produção, no caso de atrasos ou avarias.

Com o segundo objetivo pretendia-se avaliar a eficiência dos modelos de referência genérica em comparação com os modelos de referência direta para representar a informação de artigos. Para o alcançar foi apresentada uma solução, em referência genérica, que modela a informação necessária para produção de um jogo de lençóis, e evidencia os principais conceitos do modelo de referência genérica GenPDM. A apresentação da solução genérica, a avaliação do esforço, em número de registos, para a representar e a comparação com a possível modelação em modelos de referência direta, evidencia a eficiência da referência genérica na representação da informação de artigos. Com a utilização do modelo GenPDM, foi possível reduzir em 99,5% o número de registos para representação da informação do jogo de lençóis, com principal destaque para a redução do número de códigos necessários para criar os artigos, bem como do número de listas de materiais e gamas operatórias, em comparação com a representação em referência direta.

Apesar da evidente redução do esforço exigido aos utilizadores ao usar a referenciação genérica em vez de direta, existem outros fatores que devem ser considerados na definição de uma solução genérica para representação de artigos. O tempo de definição de uma solução genérica, a necessidade de apreender novos conceitos, de ponderar as implicações das várias alternativas de modelação nas diferentes áreas de um sistema de planeamento e controlo da produção e aplicar a mais eficiente, devem ser tidos em consideração quando se opta por usar este tipo de referenciação.

O último objetivo previa a introdução e explicação de novos conceitos do sistema GenSYS, que pretendem aumentar a eficiência da solução genérica criada para representar o exemplo do jogo de lençóis. Este objetivo contempla ainda a análise das vantagens desses conceitos. A introdução do conceito de estruturas dinâmicas na solução criada para representar o exemplo, revelou-se uma mais-valia, uma vez que permitiu reduzir o número de componentes, operações e parâmetros necessários para representar os artigos, listas de materiais e gamas operatórias, bem como o número de características associadas aos tipos de parâmetro. As características são substituídas por Listas dinâmicas, que são preenchidas apenas com as instâncias absolutamente necessárias. Estas alterações melhoraram a eficiência da solução, diminuindo o número de registos necessários para representar a mesma informação da solução anterior, em cerca de 34%. Contudo, novos conceitos mais complexos, requerem um maior tempo de aprendizagem.

6.2 Trabalho Futuro

O desenvolvimento deste projeto validou a eficiência da referenciação genérica na representação de artigos, pelo que se sugere propostas de trabalho a serem concretizadas no futuro que visam dar continuidade ao trabalho aqui descrito.

O presente trabalho utiliza um método simplificado para comparação do esforço de representação da informação de artigos, não tendo sido atribuídos pesos a cada uma das ações que o utilizador tem que realizar. Assim sendo, a primeira sugestão de trabalho futuro passa pelo desenvolvimento e aplicação de um método mais rigoroso – que pondere as ações do utilizador – para comparação do esforço de representação da informação de artigos.

Neste trabalho, apenas é explorada uma das áreas funcionais implementadas no sistema informático GenSYS, não tendo sido possível expandir o exemplo para as restantes áreas

funcionais de um sistema de planeamento e controlo da produção, nomeadamente nas de médio e curto prazos. Deste modo, a segunda sugestão de trabalho futuro seria a da continuação da modelação do exemplo do jogo de lençóis, no planeamento, controlo e programação da produção, evidenciando a importância do modelo genérico de representação da informação de artigos nestas áreas funcionais.

O conceito de estruturas dinâmicas poderia ser aprofundado e validado noutros contextos e áreas industriais, inclusive poderia ser explorado o modelo de validação e criação de variantes através de componentes e/ou operações genéricas dinâmicas.

Por fim, sugere-se a aplicação do sistema informático em outros setores industriais, avaliando-se a sua capacidade de adaptação a outras realidades, bem como a sua eficiência na representação de artigos customizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnold, J. R. T. (2004). *Introduction to materials management*. Pearson Education India.
- Aydin, A. O., & Güngör, A. (2005). Effective relational database approach to represent bills-of-materials. *International Journal of Production Research*, 43(6), 1143–1170.
- Carvalho, D. (2000). *Planeamento e Controlo da Produção*. Guimarães: Universidade do Minho. Departamento de Produção e Sistemas (DPS).
- Cichos, D., & Aurich, J. C. (2016). Support of Engineering Changes in Manufacturing Systems by Production Planning and Control Methods. *Procedia CIRP*, 41, 165–170.
- Courtois, A., Martin, C., & Pillet, M. (2007). *Gestão da produção*. (Lidel, Ed.) (5ª ed). Lisboa.
- Da Silveira, G., Borenstein, D., & Fogliatto, F. S. (2001). Mass customization: Literature review and research directions. *International Journal of Production Economics*, 72(1), 1–13.
- Du, X., Jiao, J., & Tseng, M. M. (2006). Understanding customer satisfaction in product customization. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 31(3), 396–406.
- ElMaraghy, H., Schuh, G., ElMaraghy, W., Piller, F., Schönsleben, P., Tseng, M., & Bernard, A. (2013). Product variety management. *CIRP Annals*, 62(2), 629–652.
- Freitas, M. M. B. C., Farias Fraga, M. A., & Souza, G. P. L. (2016). Logística 4.0: conceitos e aplicabilidade: uma pesquisa-ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico. *Caderno PAIC*, 17(1), 237–261.
- Frutos, J. D., & Borenstein, D. (2004). A framework to support customer-company interaction in mass customization environments. *Computers in Industry*, 54(2), 115–135.
- Gomes, J. (2014). *Metodologia para apoio à implementação de um modelo de referência genérica de artigos*. Universidade do Minho.
- Gomes, J., Martins, P. J. de F., & Lima, R. M. (2011a). Benefícios e desafios da customização em massa. In *Encontro Nacional de Engenharia e Gestão Industrial 2011 (ENEGI 2011)* (pp. 31–33). Guimarães: Universidade do Minho. Departamento de Produção e Sistemas (DPS).
- Gomes, Lima, & Martins. (2009). Analysis of generic product information representation models. In IEEE (Ed.), *2009 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 194–198). IEEE.
- Gomes, Martins, & Lima. (2011b). Referência genérica : metodologia de caracterização de artigos. In *Encontro Nacional de Engenharia e Gestão Industrial 2011 (ENEGI 2011)* (pp. 27–29). Guimarães: Universidade do Minho. Departamento de Produção e Sistemas (DPS).
- Guoli, J., Daxin, G., & Tsui, F. (2003). Analysis and implementation of the BOM of a tree-type structure in MRPII. *Journal of Materials Processing Technology*, 139(1), 535–538.
- Hanchuan, X., Xiaofei, X., & Dechen, Z. (2008). A Novel BOM Model Based on Product Identifier for Mass Customization. In *2008 International Symposium on Information Science and Engineering* (Vol. 1, pp. 244–248).
- Heiskala, M., Paloheimo, K.-S., & Tiihonen, J. (2005). Mass customization of services: benefits and challenges of

- configurable services. *Frontiers of E-Business Research (FeBR 2005), Tampere, Finland*, 206–221.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2015). *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*.
- Hu, S. J. (2013). Evolving Paradigms of Manufacturing: From Mass Production to Mass Customization and Personalization. *Procedia CIRP*, 7, 3–8.
- Jiao, J., Du, J., & Jiao, Y. (2005). Integrated BOM and routing generator for variety synchronization in assembly-to-order production. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(2), 233–243.
- Jiao, J., Tseng, M. M., Duffy, V. G., & Lin, F. (1998). Product family modeling for mass customization. *Computers & Industrial Engineering*, 35(3), 495–498.
- Jiao, J., Tseng, M. M., Ma, Q., & Zou, Y. (2000). Generic Bill-of-Materials-and-Operations for High-Variety Production Management. *Concurrent Engineering*, 8(4), 297–321.
- Kashkoush, M., & ElMaraghy, H. (2016). Product family formation by matching Bill-of-Materials trees. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 12, 1–13.
- Kljajin, M., & Galeta, T. (2004). Metrics for the PDM Functionality of ERP System. In *DS 32: Proceedings of DESIGN 2004, the 8th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia*. Dubrovnik.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industrie 4.0. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK*, 56(4), 261–264.
- Lima, R. (2013). *GIP - Gestão Integrada da Produção*. Guimarães: Universidade do Minho. Departamento de Produção e Sistemas (DPS).
- Liu, T., & Xu, W. (2001). A review of web-based product data management systems. *Computers in Industry*, 44(3), 251–262.
- MacCarthy, B., Brabazon, P. G., & Bramham, J. (2003). Fundamental modes of operation for mass customization. *International Journal of Production Economics*, 85(3), 289–304.
- Martins, P. (2008). *Product Data Management*. IDEIA - Apoio à Investigação e Desenvolvimento Empresarial Aplicado. Departamento de Produção e Sistemas, Universidade do Minho, Guimarães.
- Martins, P. J. de F., & Sousa, R. M. (2013). An overview of the generic product data model GenPDM. In *22nd International Conference on Production Research, ICPR 2013*. International Foundation for Production Research (IFPR).
- Mueller, E., Chen, X.-L., & Riedel, R. (2017). Challenges and Requirements for the Application of Industry 4.0: A Special Insight with the Usage of Cyber-Physical System. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 30(5), 1050–1057.
- Oesterreich, T. D., & Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, 83, 121–139.
- Olsen, K. A., & Sætre, P. (1998). Describing products as executable programs: Variant specification in a customer-oriented environment. *International Journal of Production Economics*, 56–57, 495–502.
- Olsen, K. A., Sætre, P., & Thorstenson, A. (1997). A procedure-oriented generic bill of materials. *Computers & Industrial Engineering*, 32(1), 29–45.
- Peltonen, H. (2000). *Concepts and an Implementation for Product Data Management*. Helsinki University of

Technology.

- Peters, L., & Saidin, H. (2000). IT and the mass customization of services: the challenge of implementation. *International Journal of Information Management*, 20(2), 103–119.
- Pine, B. J. (1993). *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*. Boston.
- Santos, B. P., Alberto, A., Lima, T., & Santos, B. (2018). *INDÚSTRIA 4.0: DESAFIOS E OPORTUNIDADES*. *Revista Produção e Desenvolvimento* (Vol. 4).
- Scheer, A.-W. (1994). *Business process engineering: reference models for industrial enterprises*. (LinkSpringer-Verlag, Ed.) (2nd comple). Berlin: Springer Science & Business Media.
- Sousa, R. M., Martins, P. J., & Lima, R. M. (2009). Formal Grammars for Product Data Management on Distributed Manufacturing Systems. In *IFIP Advances in Information and Communication Technology* (Vol. 307, pp. 573–580). Springer-Verlag Berlin.
- Volling, T., Matzke, A., Grunewald, M., & Spengler, T. S. (2013). Planning of capacities and orders in build-to-order automobile production: A review. *European Journal of Operational Research*, 224(2), 240–260.
- Vollmann, T. E., Berry, W. L., Whybark, D. C., & Jacobs, F. R. (2005). *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management* (Fifth Edit). Boston: The McGraw-Hill Companies.
- Walczak, M. (2014). Models of the Emergence and Diffusion of Mass Customization. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 110, 812–821.
- Wiendahl, H.-H., Von Cieminski, G., & Wiendahl, H.-P. (2005). *Stumbling blocks of PPC: Towards the holistic configuration of PPC systems*. *Production Planning & Control - PRODUCTION PLANNING CONTROL* (Vol. 16).
- Wöß, W. (1997). A rule-driven generator for variant parts and variant bills of material. In *Database and Expert Systems Applications. 8th International Conference, DEXA '97. Proceedings* (pp. 556–561).
- Xu, L. Da, Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962.
- Zawadzki, P., & Żywicki, K. (2016). Smart product design and production control for effective mass customization in the Industry 4.0 concept. *Management and Production Engineering Review*, 7(3), 105–112.
- Zhong, R. Y., Dai, Q. Y., Qu, T., Hu, G. J., & Huang, G. Q. (2013). RFID-enabled real-time manufacturing execution system for mass-customization production. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 29(2), 283–292.
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5), 616–630.

APÊNDICE I – MODELAÇÃO DA SOLUÇÃO GENÉRICA

Tipos de Parâmetro

a)

Código + -	Características	Origem
TP02	TP02 : DESENHOS	

b)

DESENHO 1
DESENHO 2
DESENHO 3
LISO

Figura 47 - TP02 – Desenhos: a) TP02; b) Valores do TP02

Código TP03 Descrição DIMENSÕES (mm) Meta Parâmetro Característica para Ordenação

Título da Linha DIMENSÃO: Título da Coluna DIMENSÃO Posição Linha Coluna Parâmetro de: Referências Operações Tudo

Tipo Dimensão 007 Decimais Limite Inferior 0 Limite Superior 99999,99 Valor por Defeito 1

Figura 48 - Criação do TP03 – Dimensões (mm)

a)

Código + -	Características	Origem
TP04	TP04 : CORES	
C1	QUÍMICO 1	TP07
C2	CONSUMO Q1	007
C3	QUÍMICO 2	TP07
C4	CONSUMO Q2	007
C5	QUÍMICO 3	TP07
C6	CONSUMO Q3	007
C7	QUÍMICO 4	TP07
C8	CONSUMO Q4	007

b)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
AMARELO	ALCOOL	0,2	DIOXIDO DE TITANIO	0,2	CORANTE AMARELO	0,1	-	0
AZUL	ÁGUA OXIGENADA	0,2	OXIDO DE FERRO	0,2	CORANTE AZUL	0,1	-	0
BRANCO	ALCOOL	0,4	CORANTE BRANCO	0,1	-	0	-	0
CASTANHO	ALCOOL	0,2	CORANTE ROSA	0,1	CORANTE AMARELO	0,1	CORANTE AZUL	0,1
CINZA	ÁGUA OXIGENADA	0,2	CORANTE PRETO	0,2	CORANTE BRANCO	0,1	-	0
CRU	-	0	-	0	-	0	-	0
LARANJA	ÁGUA OXIGENADA	0,2	OXIDO DE FERRO	0,1	CORANTE AMARELO	0,1	CORANTE ROSA	0,1
PRETO	ÁGUA OXIGENADA	0,3	CORANTE PRETO	0,2	-	0	-	0
ROSA	ALCOOL	0,2	DIOXIDO DE TITANIO	0,2	CORANTE ROSA	0,1	-	0
TURQUESA	ÁGUA OXIGENADA	0,2	CORANTE ROSA	0,1	CORANTE AZUL	0,1	CORANTE BRANCO	0,1
VERDE	ÁGUA OXIGENADA	0,2	CORANTE AZUL	0,2	CORANTE AMARELO	0,1	-	0
VERMELHO	ALCOOL	0,2	CORANTE AZUL	0,2	CORANTE ROSA	0,1	-	0
-	-	0	-	0	-	0	-	0

Figura 49 - TP04 – Cores: a) TP04 e suas características; b) Valores do TP04 e preenchimento das características

a)

Código + -	Características	Origem
TP05	TP05 : ESTAMPADOS	

b)

E01-6
E02-6
E03-4
E04-3
-

Figura 50 - TP05 – Estampados: a) TP05; b) Valores do TP05

a)

Código + -	Características	Origem
TP06	TP06 : POSIÇÕES	

b)

POSIÇÃO 1
POSIÇÃO 2
POSIÇÃO 3
POSIÇÃO 4
POSIÇÃO 5
POSIÇÃO 6

Figura 51 - TP06 – Posições: a) TP06; b) Valores do TP06

a)

Código + -	Características	Origem
TP07	TP07 : QUÍMICOS	

a)

ALCOOL
CORANTE AMARELO
CORANTE AZUL
CORANTE BRANCO
CORANTE PRETO
CORANTE ROSA
DIOXIDO DE TITANIO
OXIDO DE FERRO
ÁGUA OXIGENADA
-

Figura 52 - TP07 – Químicos: a) TP07; b) Valores do TP07

a)

Código + -	Características	Origem
TP08	TP08 : MODELOS-SACO	

b)

LISO C/ FECHO
LISO C/ GANCHO
LISO NORMAL

Figura 53 - TP08 – Modelos-Saco: a) TP08; b) Valores do TP08

a)

Código + -	Características	Origem
TP09	TP09 : TAMANHOS	

b)

T1
T2
T3
T4
T5

Figura 54 - TP09 – Tamanhos: a) TP09; b) Valores do TP09

a)

Código + -	Características	Origem
TP10	TP10 : TIPOS-PLACA	

b)

CANELADO SIMPLES
SIMPLES C/ 1 FACE BRANCA

Figura 55 - TP10 – Tipos-Placa: a) TP10; b) Valores do TP10

a)

Código + -	Características	Origem
TP11	TP11 : COMPOSIÇÕES	

b)

100% ALGODÃO
100% LÃ
100% POLIÉSTER
100% SEDA
80% ALGODÃO + 20% LINHO
90% ALGODÃO + 10% LINHO

Figura 56 - TP11 – Composições: a) TP11; b) Valores do TP11

a)

Código + -	Características	Origem
TP12	TP12 : NÚMEROS-LINHA	

b)

40
70
80
120

Figura 57 - TP12 – Números-Linha: a) TP12; b) Valores do TP12

a)

Código + -	Características	Origem
TP13	TP13 : MEDIDAS	
C1	LARGURA TECIDO PADRÃO	007
C2	TIPO-ARTIGO	TP22
C3	CONSUMO ELÁSTICO	007

b)

	C1	C2	C3
152X203	280	CAPA	4,1
198x203	280	CAPA	4,2
210X280	280	CAPA	4,5
270X280	290	CAPA	4,6
50x075	280	FRONHA	0
50x100	280	FRONHA	0
45X155	280	FRONHA	0
55X110	280	FRONHA	0
267X267	280	LENÇOL	0
229X267	280	LENÇOL	0
200X200	280	LENÇOL	0
180X200	280	LENÇOL	0

Figura 58 - TP13 – Medidas: a) TP13 e suas características; b) Valores do TP13 e preenchimento das características

a)

Código + -	Características	Origem
TP14	TP14 : MARCAS	

b)

EL CORTE INGLÉS
ZARA HOME
ALCAMPO
IKEA
LA REDOUTE

Figura 59 - TP14 – Marcas: a) TP14; b) Valores do TP14

a)

Código + -	Características	Origem
TP15	TP15 : LARGURAS	

b)

5 mm
6 mm
7 mm
9 mm
9.5 mm
-

Figura 60 - TP15 – Larguras: a) TP15; b) Valores do TP15

Código	TP16	Descrição	DECIMAIS	Meta Parâmetro	<input type="checkbox"/>	Característica para Ordenação	<input type="checkbox"/>	
Título da Linha	DECIMAIS:	Título da Coluna	DECIMAIS:	Posição	Linha <input type="checkbox"/>	Coluna <input type="checkbox"/>	Parâmetro de : <input type="radio"/> Referências <input type="radio"/> Operações <input checked="" type="radio"/> Tudo	
<input checked="" type="checkbox"/> Tipo Dimensão	007	Decimais	Limite Inferior	0	Limite Superior	99999,99	Valor por Defeito	1

Figura 61 - Criação do TP16 – Decimais

a)

Código + -	Características	Origem
TP18	TP18 : ACABAMENTOS	
C1	FATOR-PERDA	007
C2	OP1 PREP	TP19
C3	CONSUMO OP1 PREP	007
C4	TEMP OP1 PREP	007
C5	OP2 PREP	TP19
C6	CONSUMO OP2 PREP	007
C7	TEMP OP2 PREP	007
C8	OP3 PREP	TP19
C9	CONSUMO OP3 PREP	007
D1	TEMP OP3 PREP	007
D2	OP4 PREP	TP19
D3	CONSUMO OP4 PREP	007
D4	TEMP OP4 PREP	007
D5	OP1 ACAB	TP19
D6	CONSUMO OP1 ACAB	007
D7	TEMP OP1 ACAB	007
D8	OP2 ACAB	TP19
D9	CONSUMO OP2 ACAB	007
E1	TEMP OP2 ACAB	007
E2	OP3 ACAB	TP19
E3	CONSUMO OP3 ACAB	007
E4	TEMP OP3 ACAB	007

b)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	E1	E2	E3	E4
R01	1,01	GASAR	0,03	120	-	0	0	-	0	0	-	0	0	TERMOFIXAR	0,45	130	-	0	0	-	0	0
R02	1,03	DESENCOLAR	0,04	122	-	0	0	-	0	0	-	0	0	TERMOFIXAR	0,45	130	SANFORIZAR	0,35	120	-	0	0
R21	1,05	GASAR	0,03	120	DESENCOLAR	0,04	122	-	0	0	-	0	0	TERMOFIXAR	0,45	130	RAMOLAR	0,20	140	SANFORIZAR	0,35	120
R22	1,04	GASAR	0,03	120	GASAR	0,03	120	DESENCOLAR	0,04	122	BRANQUEAR	0,50	110	CARDAR	0,02	150	LAMINAGEM	0,15	60	SECAR	0,70	30
R23	1,04	DESENCOLAR	0,04	122	MERCEARIZAR	0,25	80	BRANQUEAR	0,50	100	-	0	0	TERMOFIXAR	0,45	130	RAMOLAR	0,20	140	CALANDRAR	0,25	100
R24	1,05	GASAR	0,03	120	DESENCOLAR	0,04	122	MERCEARIZAR	0,25	80	BRANQUEAR	0,50	110	SANFORIZAR	0,35	120	RAMOLAR	0,20	140	CALANDRAR	0,25	100
R31	1,01	GASAR	0,03	120	MERCEARIZAR	0,25	80	BRANQUEAR	0,50	0	-	0	0	TERMOFIXAR	0,45	130	RAMOLAR	0,20	140	LAMINAGEM	0,15	60
R32	1,02	MERCEARIZAR	0,25	80	BRANQUEAR	0,50	100	-	0	0	-	0	0	RAMOLAR	0,20	140	SANFORIZAR	0,35	120	SECAR	0,70	30

Figura 62 - TP18 – Acabamentos: a) TP18 e suas características; b) Valores do TP18 e preenchimento das características

a)

Código + -	Características	Origem
TP19	TP19 : OPERAÇÕES	

b)

GASAR
DESENCOLAR
MERCEARIZAR
BRANQUEAR
TERMOFIXAR
CARDAR
RAMOLAR
SANFORIZAR
LAMINAGEM
SECAR
CALANDRAR
FAZER 4 CANTOS CC
FAZER BAINHAS 1 CM
FAZER BAINHAS 2 CM
FAZER BAINHAS 5 CM
DOBRAR
BRUNIR
CARREGAR CARRO
VIRAR FRONHAS
JUNTAR TAMPOS
FECHAR CABEÇAS
-

Figura 63 - TP19 – Operações: a) TP19; b) Valores do TP19

a) **Código + -** **Características** **Origem**

TP20	TP20 : MODELOS	
C1	LARGURA ELÁSTICO	TP15
C2	NÚMERO-LINHA	TP12
C3	COMPOSIÇÃO-LINHA	TP11
C4	MODELO-SACO	TP08
C5	TAMANHO-SACO	TP09
C6	TIPO-PLACA	TP10
C7	OP1	TP19
C8	CONSUMO OP1	007
C9	OP2	TP19
D1	CONSUMO OP2	007
D2	OP3	TP19
D3	CONSUMO OP3	007
D4	OP4	TP19
D5	CONSUMO OP4	007
D6	OP5	TP19
D7	CONSUMO OP5	007
D8	OP6	TP19
D9	CONSUMO OP6	007
E1	Nº TECIDOS	007

b)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	D1	D2	D4	D5	D6	D7	D8	D9	E1	E2
MF01	-	70	100% POUESTER	LISO C/FECHO	T1	SIMPLES C/ 1 FACE BRANCA	JUNTAR TAMPOS	2	FECHAR CABEÇAS	5	FAZER BAINHAS 1 CM	4	VIRAR FRONHAS	5	DOBRAR	2	BRUNIR	4	4
MF02	-	80	90% ALGODÃO + 10% LINHO	LISO NORMAL	T1	CANELADO SIMPLES	JUNTAR TAMPOS	2	FECHAR CABEÇAS	5	FAZER BAINHAS 5 CM	4	VIRAR FRONHAS	5	DOBRAR	2	BRUNIR	4	3
MCO1	9,5 mm	40	100% POUESTER	LISO C/FECHO	T2	SIMPLES C/ 1 FACE BRANCA	CARREGAR CARRO	1	FAZER 4 CANTOS CC	3	FAZER BAINHAS 1 CM	5	DOBRAR	3	BRUNIR	5	-	0	1
MCO2	9 mm	80	80% ALGODÃO + 20% LINHO	LISO NORMAL	T2	CANELADOSIMPLES	CARREGAR CARRO	1	FAZER 4 CANTOS CC	3	FAZER BAINHAS 5 CM	5	DOBRAR	3	BRUNIR	5	-	0	2
ML01	-	120	100% POUESTER	LISO C/FECHO	T3	SIMPLES C/ 1 FACE BRANCA	CARREGAR CARRO	1	FAZER BAINHAS 5 CM	5	FAZER BAINHAS 2 CM	5	FAZER BAINHAS 1 CM	5	BOBRAR	3	BRUNIR	5	2
ML02	-	80	100% POUESTER	LISO NORMAL	T3	CANELADO SIMPLES	CARREGAR CARRO	1	FAZER BAINHAS 2 CM	5	FAZER BAINHAS 1 CM	5	FAZER BAINHAS 5 CM	5	BOBRAR	3	BRUNIR	5	1
MCO3	6 mm	40	80% ALGODÃO + 20% LINHO	LISO C/FECHO	T2	CANELADO SIMPLES	CARREGAR CARRO	1	FAZER 4 CANTOS CC	5	FAZER BAINHAS 5 CM	5	DOBRAR	3	BRUNIR	5	-	0	3
MF03	-	80	90% ALGODÃO + 10% LINHO	LISO C/GANCH	T1	SIMPLES C/ 1 FACE BRANCA	JUNTAR TAMPOS	2	FECHAR CABEÇAS	5	FAZER BAINHAS 2 CM	5	VIRAR FRONHAS	5	DOBRAR	2	BRUNIR	5	2
ML03	-	80	100% POUESTER	LISO NORMAL	T3	SIMPLES C/ 1 FACE BRANCA	CARREGAR CARRO	1	FAZER BAINHAS 2 CM	5	FAZER BAINHAS 5 CM	5	FAZER BAINHAS 1 CM	5	DOBRAR	2	BRUNIR	5	2

Figura 64 - TP20 – Modelos: a) TP20 e suas características; b) Valores do TP20 e preenchimento das características

a) **Código + -** **Características** **Origem**

TP21	TP21 : FINALIDADES	
C1	EMB-INDIVIDUAL	007

b)

	C1
INDIVIDUAL	1
JOGO	0

Figura 65 - TP21 – Finalidades: a) TP21 e suas características; b) Valores do TP21 e preenchimento das características

a) **Código + -** **Características** **Origem**

TP22	TP22 : TIPOS-ARTIGO	
------	---------------------	--

b)

CAPA
FRONHA
JOGO
LENÇOL

Figura 66 - TP22 – Tipos-Artigos: a) TP22; b) Valores do TP22

a)

Código + -	Características	Origem
TP23	TP23 : COMPOSIÇÕES-JOGO	
C1	CONSUMO FRONHAS	007
C2	CONSUMO CAPA	007
C3	CONSUMO LENÇOL	007
C4	MODELO-SACO	TP08
C5	TAMANHO-SACO	TP09

b)

	C1	C2	C3	C4	C5
1 FRONHA + 1 LENÇOL + 1 CAPA	1	1	1	LISO C/FECHO	T4
2 FRONHAS + 1 LENÇOL + 1 CAPA	2	1	1	LISO C/FECHO	T4
2 FRONHAS + 1 LENÇOL CIMA + 1 LENÇOL BAIXO	2	0	2	LISO C/GANCHO	T4
1 LENÇOL CIMA + 1 LENÇOL BAIXO	0	0	2	LISO NORMAL	T4

Figura 67 - TP23 – Composições-Jogo: a) TP23 e suas características; b) Valores do TP23 e preenchimento das características

Tipos de Operação

Código	Descrição
OT01	MISTURAR
OT02	ENROLAR
OT03	PREPARAÇÃO
OT04	TINGIMENTO
OT05	ESTAMPAR
OT06	ACABAMENTO
OT07	REVISTA
OT08	ESTENDER-CORTAR
OT09	CONFEÇÃO
OT10	EMBALAGEM

Figura 68 - Tipos de operação

Código + -	Estrutura	Parâmetro
P1	OT03 : PREPARAÇÃO	
	OPERAÇÃO:	TP19
	BRANQUEAR	
	DESENCOLAR	
	GASAR	
	MERCERIZAR	
P2	TEMPERATURA:	TP16

Figura 69 - Parâmetros do tipo de operação preparação

Código + -	Estrutura	Parâmetro
P1	OT04 : TINGIMENTO COR:	TP04
	AMARELO	
	AZUL	
	BRANCO	
	CASTANHO	
	CINZA	
	CRU	
	LARANJA	
	PRETO	
	ROSA	
	TURQUESA	
	VERDE	
	VERMELHO	
P2	TEMPERATURA:	TP16

Figura 70 - Parâmetros do tipo de operação tingimento

Código + -	Estrutura	Parâmetro
P1	OT05 : ESTAMPAR DESENHO:	TP05
	E01-6	
	E02-6	
	E03-4	
	E04-3	
P2	TEMPERATURA:	TP16

Figura 71 - Parâmetros do tipo de operação estampar

Código + -	Estrutura	Parâmetro
P1	OT06 : ACABAMENTO OPERAÇÃO:	TP19
	CALANDRAR	
	CARDAR	
	LAMINAGEM	
	RAMOLAR	
	SANFORIZAR	
	SECAR	
	TERMOFIXAR	
P2	TEMPERATURA:	TP16

Figura 72 - Parâmetros do tipo de operação acabamento

Código + -	Estrutura	Parâmetro
P1	OT08 : ESTENDER-CORTAR ARTIGO:	TP22
	CAPA	
	FRONHA	
	LENÇOL	
P2	COMPRIMENTO:	TP16
P3	LARGURA:	TP16

Figura 73 - Parâmetros do tipo de operação estender-cortar

Código + -	Estrutura	Parâmetro
	OT09 : CONFEÇÃO	
P1	TIPO:	TP19
	BRUNIR	
	DOBRAR	
	FAZER 4 CANTOS EM CC	
	FAZER BAINHAS 1 CM	
	FAZER BAINHAS 2 CM	
	FAZER BAINHAS 5 CM	
	FECHAR CABEÇAS	
	JUNTAR TAMPOS	
	VIRAR FRONHAS	
P2	ARTIGO:	TP22
	CAPA	
	FRONHA	
	LENÇOL	
P3	MODELO:	TP20
	MC01	
	MC02	
	MC03	
	MF01	
	MF02	
	MF03	
	ML01	
	ML02	
	ML03	

Figura 74 - Parâmetros do tipo de operação confeção

Código + -	Estrutura	Parâmetro
	OT10 : EMBALAGEM	
P1	ARTIGO:	TP22
	CAPA	
	FRONHA	
	JOGO	
	LENÇOL	

Figura 75 - Parâmetros do tipo de operação embalagem

Referências Genéricas

Código + -	Estrutura	Parâmetro
P1	<ul style="list-style-type: none"> TELA : TELA <ul style="list-style-type: none"> TIPO: <ul style="list-style-type: none"> CETIM - 100% POLIÉSTER - 110x90=40/1x40/1 CETIM - 100% SEDA - 110x90=40/1x40/1 FLANELA - 100% ALGODÃO - 110x90=40/1x40/1 FLANELA - 100% LÃ - 110x90=40/1x40/1 PERCALE - 100% ALGODÃO - 110x90=40/1x40/1 PERCALE - 80% ALGODÃO + 20% LINHO - 110x90=40/1x40/1 PERCALE - 90% ALGODÃO + 10% LINHO - 110x90=40/1x40/1 	TP01
P2	<ul style="list-style-type: none"> DESENHO: <ul style="list-style-type: none"> DESENHO 1 DESENHO 2 DESENHO 3 LISO 	TP02
P3	<ul style="list-style-type: none"> LARGURA: 	TP03

Figura 76 - Parâmetros da referência genérica TELA

Código + -	Estrutura	Parâmetro
P1	<ul style="list-style-type: none"> SACO : SACO <ul style="list-style-type: none"> MODELO: <ul style="list-style-type: none"> LISO C/ FECHO LISO C/ GANCHO LISO NORMAL 	TP08
P2	<ul style="list-style-type: none"> TAMANHO: <ul style="list-style-type: none"> T1 T2 T3 T4 T5 	TP09

Figura 77 - Parâmetros da referência genérica SACO

Código + -	Estrutura	Parâmetro
P1	<ul style="list-style-type: none"> QUIMICOS : QUIMICOS <ul style="list-style-type: none"> TIPO: <ul style="list-style-type: none"> ALCOOL CORANTE AMARELO CORANTE AZUL CORANTE BRANCO CORANTE PRETO CORANTE ROSA DIOXIDO DE TITANIO OXIDO DE FERRO ÁGUA OXIGENADA 	TP07

Figura 78 - Parâmetros da referência genérica QUÍMICOS

Código + -	Estrutura	Parâmetro
	ETIQUETA-COMPOSICAO : ETIQUETA-COMPOSIÇÃO	
P1	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDA: <ul style="list-style-type: none"> 152x203 180x200 198x203 200x200 210x280 229x267 267x267 270x280 45x155 50x075 50x100 55x110 	TP13
P2	<ul style="list-style-type: none"> COMPOSIÇÃO: <ul style="list-style-type: none"> CETIM - 100% POLIÉSTER - 110x90=40/1x40/1 CETIM - 100% SEDA - 110x90=40/1x40/1 FLANELA - 100% ALGODÃO - 110x90=40/1x40/1 FLANELA - 100% LÃ - 110x90=40/1x40/1 PERCALE - 100% ALGODÃO - 110x90=40/1x40/1 PERCALE - 80% ALGODÃO + 20% LINHO - 110x90=40/1x40/1 PERCALE - 90% ALGODÃO + 10% LINHO - 110x90=40/1x40/1 	TP01

Figura 79 - Parâmetros da referência genérica ETIQUETA-COMPOSIÇÃO

Código + -	Estrutura	Parâmetro
	CARTOLINA : CARTOLINA	
P1	<ul style="list-style-type: none"> MARCA: <ul style="list-style-type: none"> ALCAMPO EL CORTE INGLÉS IKEA LA REDOUTE ZARA HOME 	TP14
P2	<ul style="list-style-type: none"> TAMANHO: <ul style="list-style-type: none"> T1 T2 T3 T4 T5 	TP09

Figura 80 - Parâmetros da referência genérica CARTOLINA











Código + -	Estrutura	Parâmetro
	 PLACA : PLACA	
P1	 TIPO: <ul style="list-style-type: none">  CANELADO SIMPLES  SIMPLES C/ 1 FACE BRANCA 	TP10
P2	 TAMANHO: <ul style="list-style-type: none">  T1  T2  T3  T4  T5 	TP09

Figura 81 - Parâmetros da referência genérica PLACA




















Código + -	Estrutura	Parâmetro
	 PASTA : PASTA	
P1	 ESTAMPADO: <ul style="list-style-type: none">  E01-6  E02-6  E03-4  E04-3 	TP05
P2	 COR: <ul style="list-style-type: none">  AMARELO  AZUL  BRANCO  CASTANHO  CINZA  CRU  LARANJA  PRETO  ROSA  TURQUESA  VERDE  VERMELHO 	TP04

Figura 82 - Parâmetros da referência genérica PASTA

Código + -	Estrutura	Parâmetro
P1	<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> COR: AMARELO AZUL BRANCO CASTANHO CINZA CRU LARANJA PRETO ROSA TURQUESA VERDE VERMELHO 	TP04
P2	<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> COMPOSIÇÃO: 100% ALGODÃO 100% LÃ 100% POLIÉSTER 100% SEDA 80% ALGODÃO + 20% LINHO 90% ALGODÃO + 10% LINHO 	TP11
P3	<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> NÚMERO: 120 40 70 80 	TP12

Figura 83 - Parâmetros da referência genérica LINHA

Código + -	Estrutura	Parâmetro
P1	<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> ETIQUETA-PEÇA : ETIQUETA-PEÇA <ul style="list-style-type: none"> MEDIDA: 152x203 180x200 198x203 200x200 210x280 229x267 267x267 270x280 45x155 50x075 50x100 55x110 	TP13

Figura 84 - Parâmetros da referência genérica ETIQUETA-PEÇA

Código + -	Estrutura	Parâmetro
P1	<ul style="list-style-type: none"> ETIQUETA-MARCA : ETIQUETA-MARCA <ul style="list-style-type: none"> MARCA: <ul style="list-style-type: none"> ALCAMPO EL CORTE INGLÉS IKEA LA REDOUTE ZARA HOME 	TP14

Figura 85 - Parâmetros da referência genérica ETIQUETA-MARCA

Código + -	Estrutura	Parâmetro
P1	<ul style="list-style-type: none"> ETIQUETA-JOGO : ETIQUETA-JOGO <ul style="list-style-type: none"> MEDIDA FONHA: <ul style="list-style-type: none"> 45x155 50x075 50x100 55x110 	TP13
P2	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDA CAPA: <ul style="list-style-type: none"> 152x203 198x203 210x280 270x280 	TP13
P3	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDA LENÇOL: <ul style="list-style-type: none"> 180x200 200x200 229x267 267x267 	TP13

Figura 86 - Parâmetros da referência genérica ETIQUETA-JOGO

Código + -	Estrutura	Parâmetro
	CAVALETE : CAVALETE	

Figura 87 - Referência genérica CAVALETE

Código + -	Estrutura	Parâmetro
P1	<ul style="list-style-type: none"> ROLO : ROLO <ul style="list-style-type: none"> ESTAMPADO: <ul style="list-style-type: none"> E01-6 E02-6 E03-4 E04-3 	TP05
P2	<ul style="list-style-type: none"> POSIÇÃO: <ul style="list-style-type: none"> POSIÇÃO 1 POSIÇÃO 2 POSIÇÃO 3 POSIÇÃO 4 POSIÇÃO 5 POSIÇÃO 6 	TP06

Figura 88 - Parâmetros da referência genérica ROLO

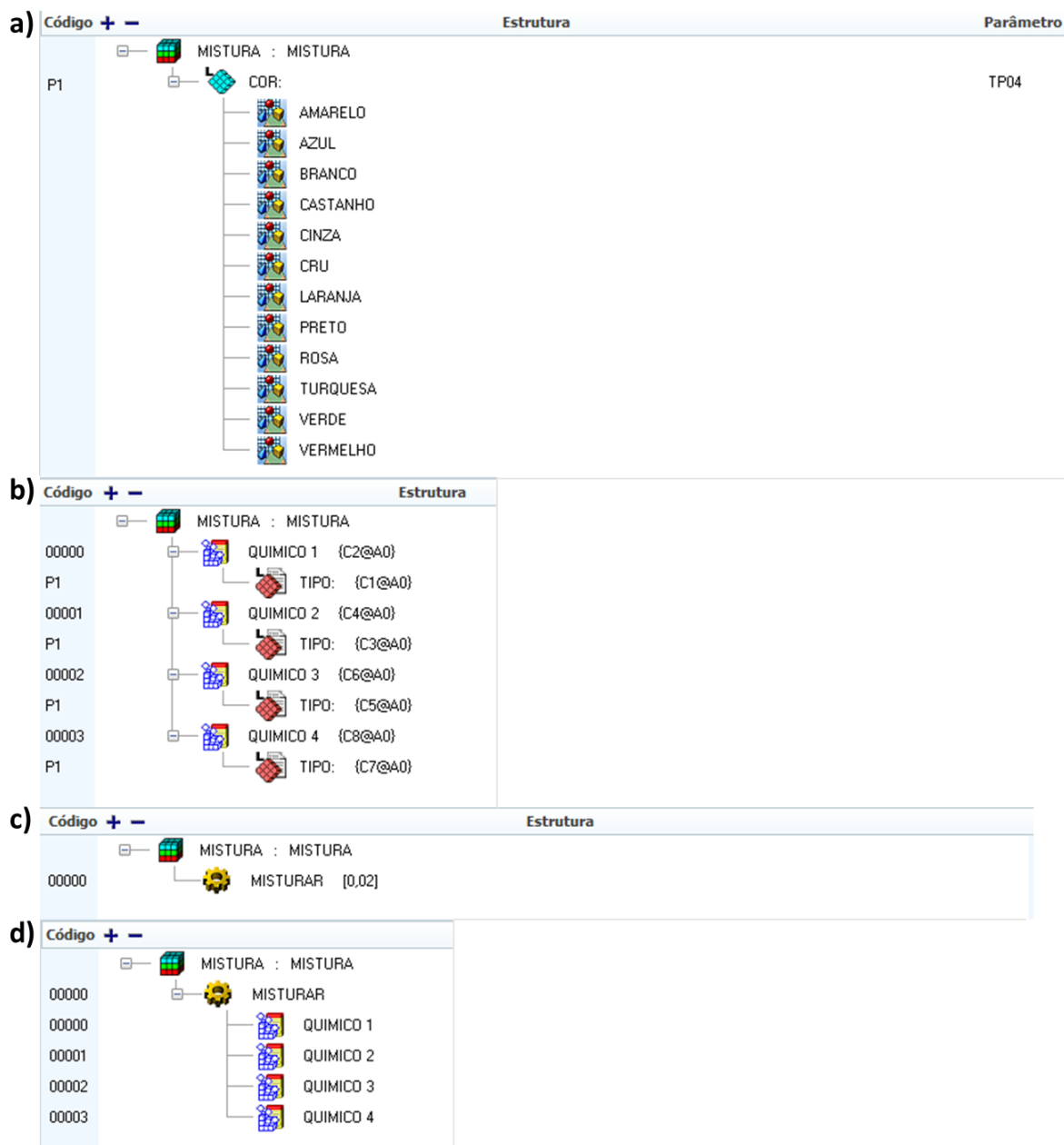


Figura 89 - Referência genérica MISTURA: a) Parâmetros; b) Lista de materiais genérica; c) Gama operatória genérica; d) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas

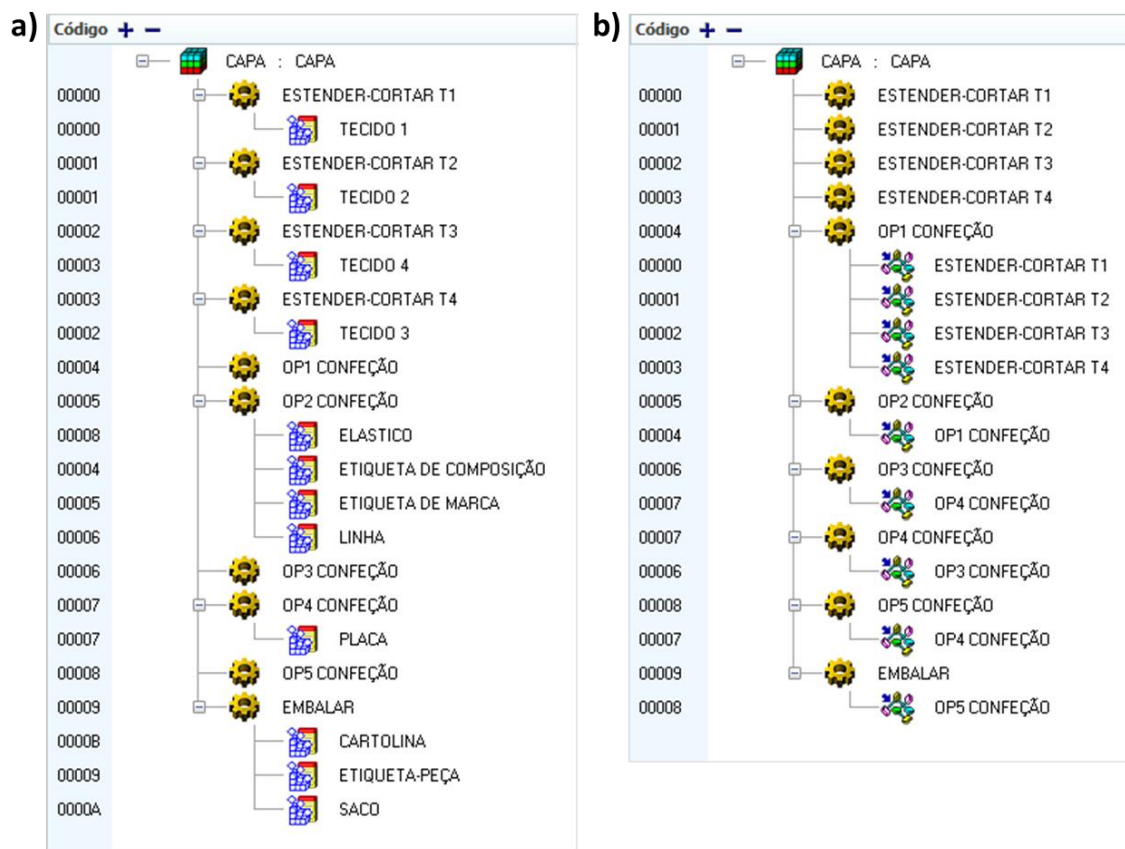


Figura 90 - Referência genérica CAPA: a) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; b) Precedências das operações

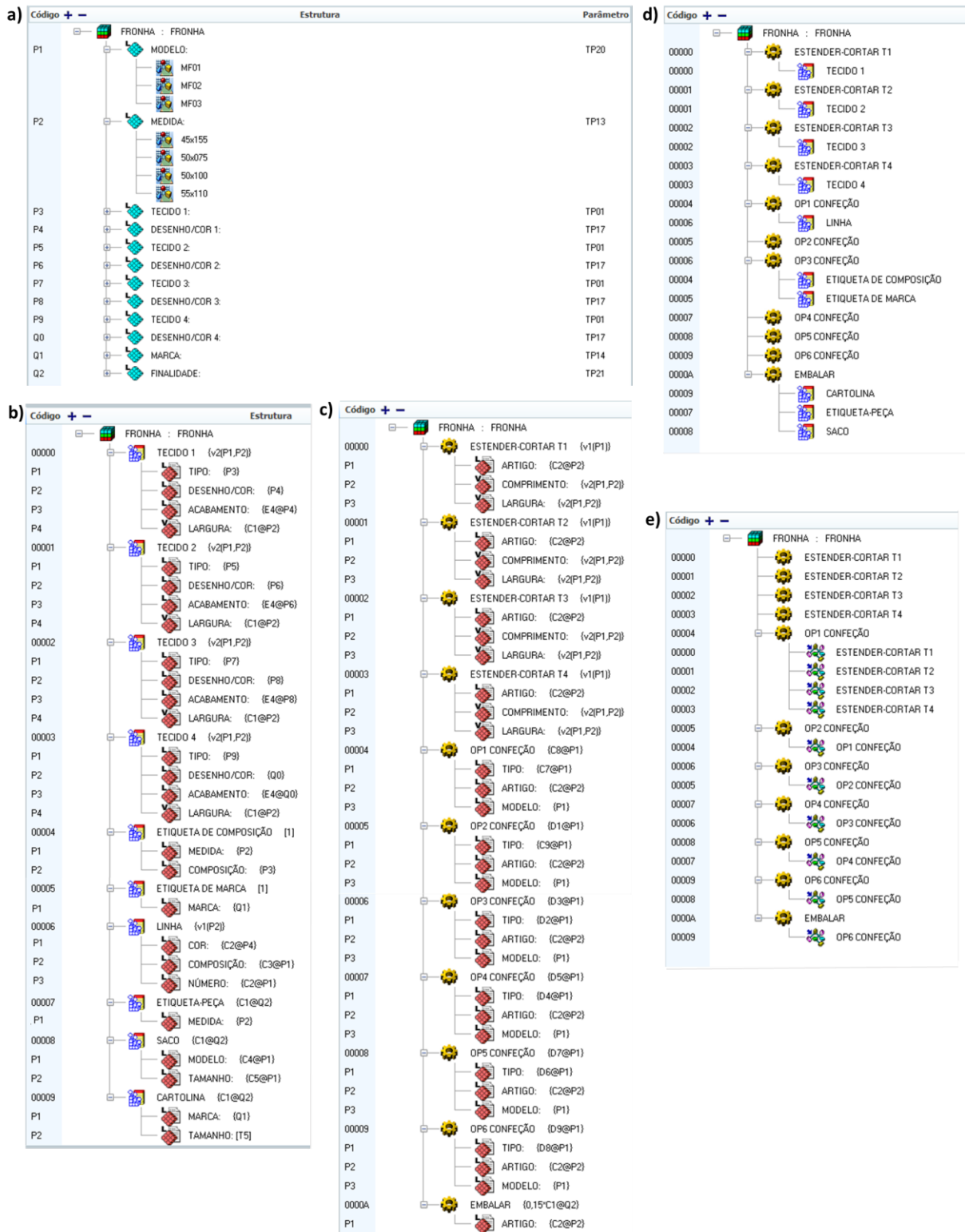


Figura 91 - Referência genérica FRONHA: a) Parâmetros; b) Lista de materiais genérica; c) Gama operatória genérica; d) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; e) Precedências das operações

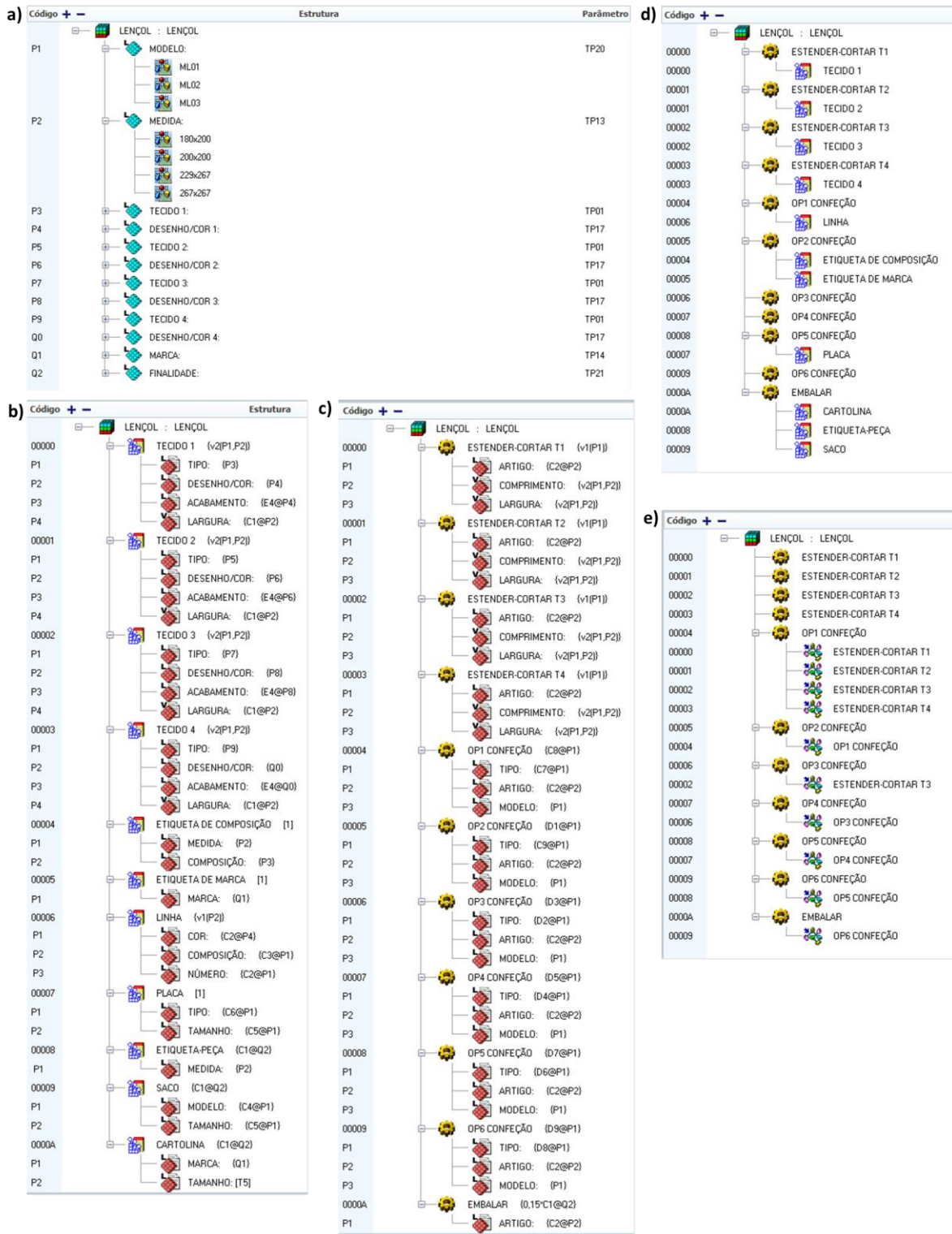


Figura 92 - Referência genérica LENÇOL: a) Parâmetros; b) Lista de materiais genérica; c) Gama operatória genérica; d) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; e) Precedências das operações

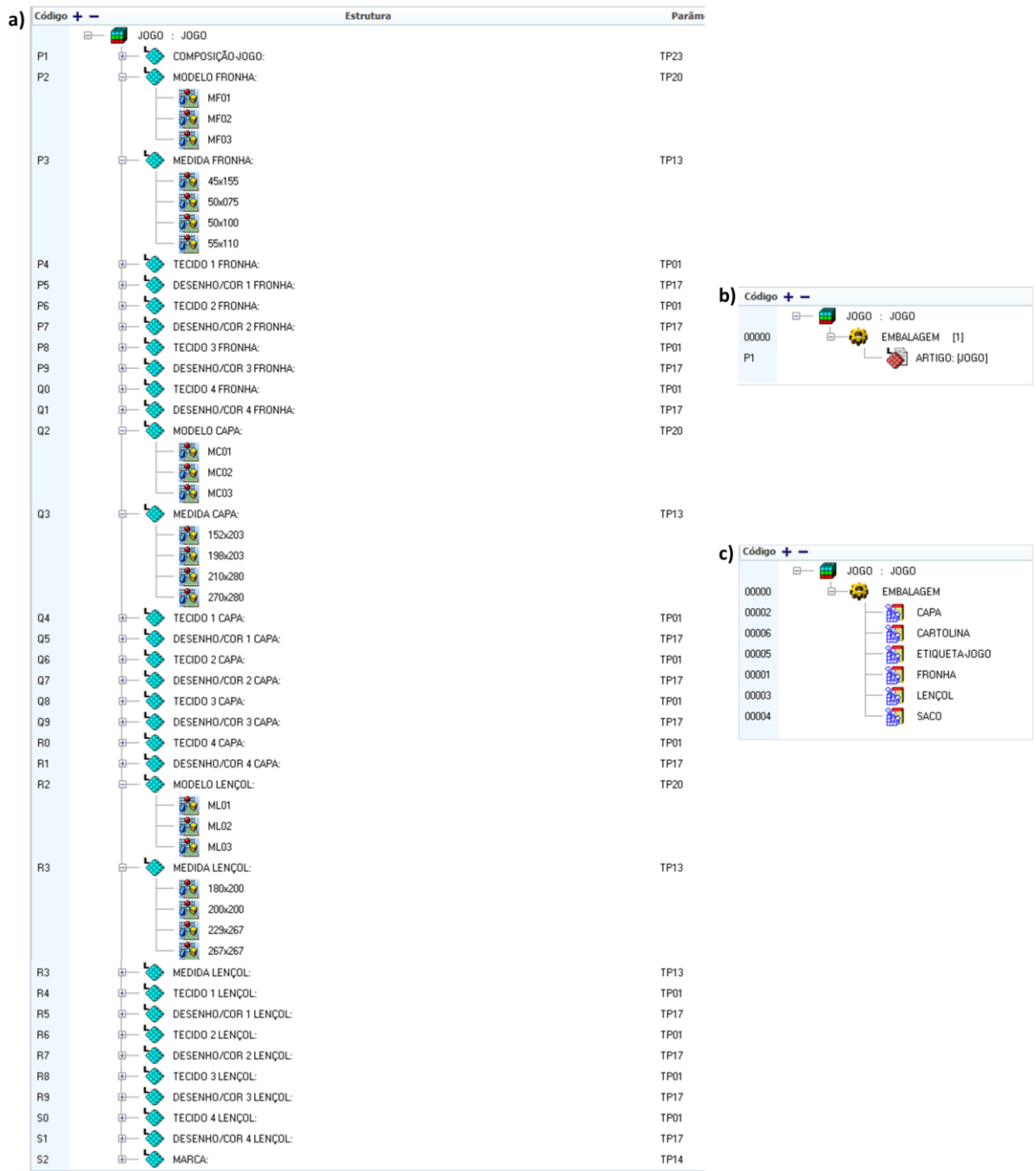


Figura 93 - Referência genérica JOGO: a) Parâmetros; b) Gama operatória genérica; c) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas

APÊNDICE II – MODELAÇÃO DA SOLUÇÃO GENÉRICA COM ESTRUTURAS DINÂMICAS

Tipos de Parâmetro

a)

Código + -	Características	Origem
TP4	TP4 : CORES-LISTA	
L1	QUÍMICOS	L1
01	QUÍMICO	TP07
02	CONSUMO	007

b)

	L1	
	01	02
AMARELO	ALCOOL DIOXIDO DE TITANIO CORANTE AMARELO	0,2 0,2 0,1
AZUL	ÁGUA OXIGENADA OXIDO DE FERRO CORANTE AZUL	0,2 0,2 0,1
BRANCO	ALCOOL CORANTE BRANCO	0,4 0,1
CASTANHO	ALCOOL CORANTE ROSA CORANTE AMARELO CORANTE AZUL	0,2 0,1 0,1 0,1
CINZA	ÁGUA OXIGENADA CORANTE PRETO CORANTE BRANCO	0,2 0,2 0,1
CRU		
LARANJA	ÁGUA OXIGENADA OXIDO DE FERRO CORANTE AMARELO CORANTE ROSA	0,2 0,1 0,1 0,1
PRETO	ÁGUA OXIGENADA CORANTE PRETO	0,3 0,2
ROSA	ALCOOL DIOXIDO DE TITANIO CORANTE ROSA	0,2 0,2 0,1
TURQUESA	ÁGUA OXIGENADA CORANTE ROSA CORANTE AZUL CORANTE BRANCO	0,2 0,1 0,1 0,1
VERDE	ÁGUA OXIGENADA CORANTE AZUL CORANTE AMARELO	0,2 0,2 0,1
VERMELHO	ALCOOL CORANTE AZUL CORANTE ROSA	0,2 0,2 0,1

Figura 94 - TP4 – Cores-Lista: a) Listas e características do TP4; b) Valores do TP4 e preenchimento das listas e características

		L1			L2		
C ₁		01	02	03	01	02	03
R01	1,01	GASAR	0,03	120	TERMOFIXAR	0,45	130
R02	1,03	DESENCOLAR	0,04	122	TERMOFIXAR	0,45	130
					SANFORIZAR	0,35	120
R21	1,05	GASAR	0,03	120	TERMOFIXAR	0,45	130
		DESENCOLAR	0,04	122	RAMOLAR	0,20	140
					SANFORIZAR	0,35	120
R22	1,04	GASAR	0,03	120	CARDAR	0,20	150
		GASAR	0,03	120	LAMINAGEM	0,15	60
		DESENCOLAR	0,04	122	SECAR	0,70	30
		BRANQUEAR	0,5	110			
R23	1,04	DESENCOLAR	0,04	122	TERMOFIXAR	0,60	130
		MERCERIZAR	0,25	80	RAMOLAR	0,20	140
		BRANQUEAR	0,5	100	CALANDRAR	0,25	100
R24	1,05	GASAR	0,03	120	SANFORIZAR	0,35	120
		DESENCOLAR	0,04	122	RAMOLAR	0,20	140
		MERCERIZAR	0,25	80	CALANDRAR	0,25	100
		BRANQUEAR	0,5	110			
R31	1,01	GASAR	0,03	120	TERMOFIXAR	0,60	130
		MERCERIZAR	0,25	80	RAMOLAR	0,20	140
		BRANQUEAR	0,5	110	LAMINAGEM	0,15	60
R32	1,02	MERCERIZAR	0,25	80	RAMOLAR	0,20	140
		BRANQUEAR	0,5	110	SANFORIZAR	0,35	120
					SECAR	0,70	30

Figura 95 - Preenchimento das listas e características do TP8 – Acabamentos-Lista

























Código		Características	Origer
TP20		TP20 : MODELOS	
C1		LARGURA ELÁSTICO	TP15
C2		NÚMERO-LINHA	TP12
C3		COMPOSIÇÃO-LINHA	TP11
C4		MODELO-SACO	TP08
C5		TAMANHO-SACO	TP09
C6		TIPO-PLACA	TP10
C7		OP1	TP19
C8		CONSUMO OP1	007
C9		OP2	TP19
D1		CONSUMO OP2	007
D2		OP3	TP19
D3		CONSUMO OP3	007
D4		OP4	TP19
D5		CONSUMO OP4	007
D6		OP5	TP19
D7		CONSUMO OP5	007
D8		OP6	TP19
D9		CONSUMO OP6	007
L1		TECIDOS	L1
01		TECIDO	007
02		MEDIDAS	TP13
I1		COMPRIIMENTO	007
I2		LARGURA	007

Figura 96 - Alteração ao TP20 – Modelos

Referências Genéricas



Figura 97 - Referência genérica MISTURA-ALT: a) Gama operatória genérica; b) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas

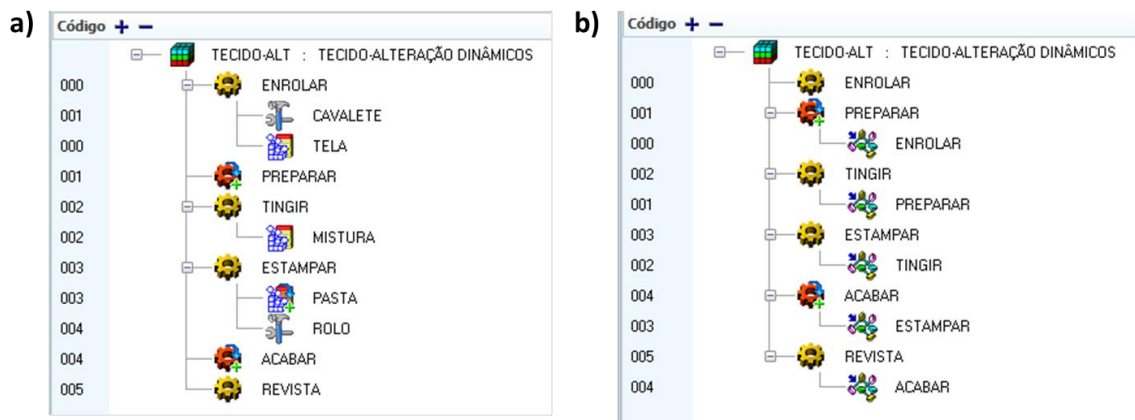


Figura 98 - Referência genérica TECIDO-ALT: a) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; b) Precedências das operações

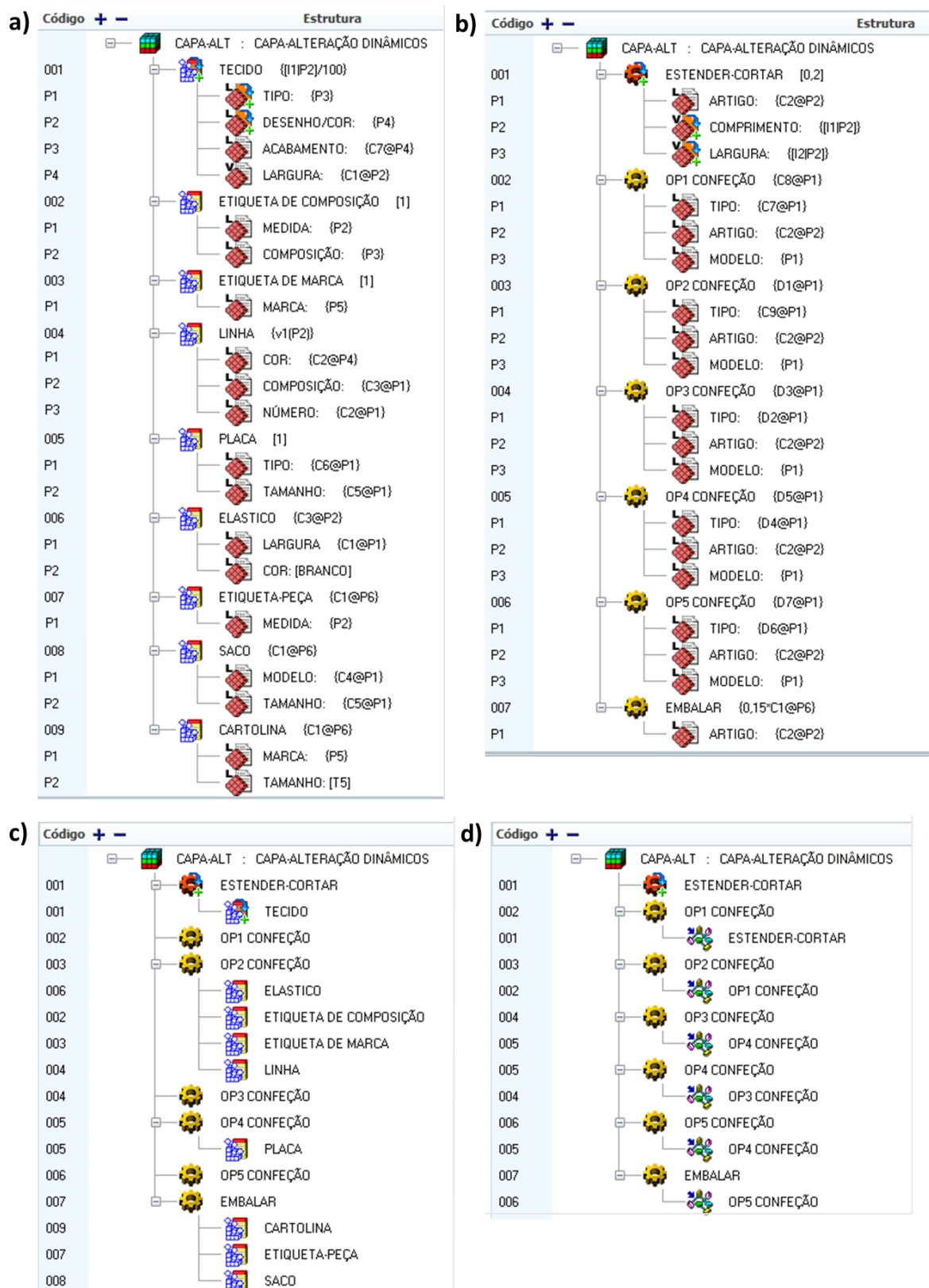


Figura 99 - Referência genérica CAPA-ALT: a) Lista de materiais genérica; b) Gama operatória genérica; c) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; d) Precedências das operações

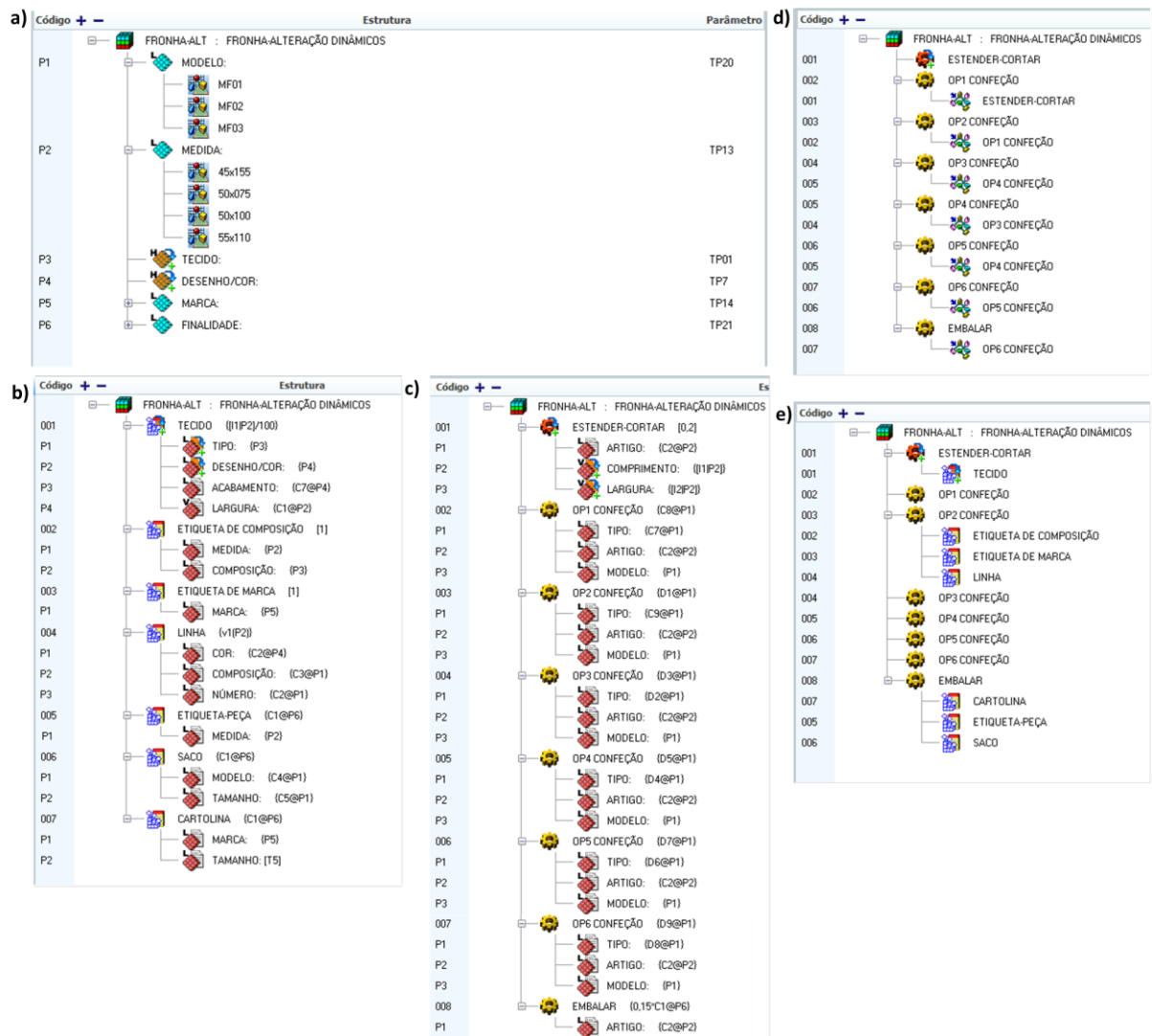


Figura 100 - Referência genérica FRONHA-ALT: a) Parâmetros; b) Lista de materiais genérica; c) Gama operatória genérica; d) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; e) Precedências das operações

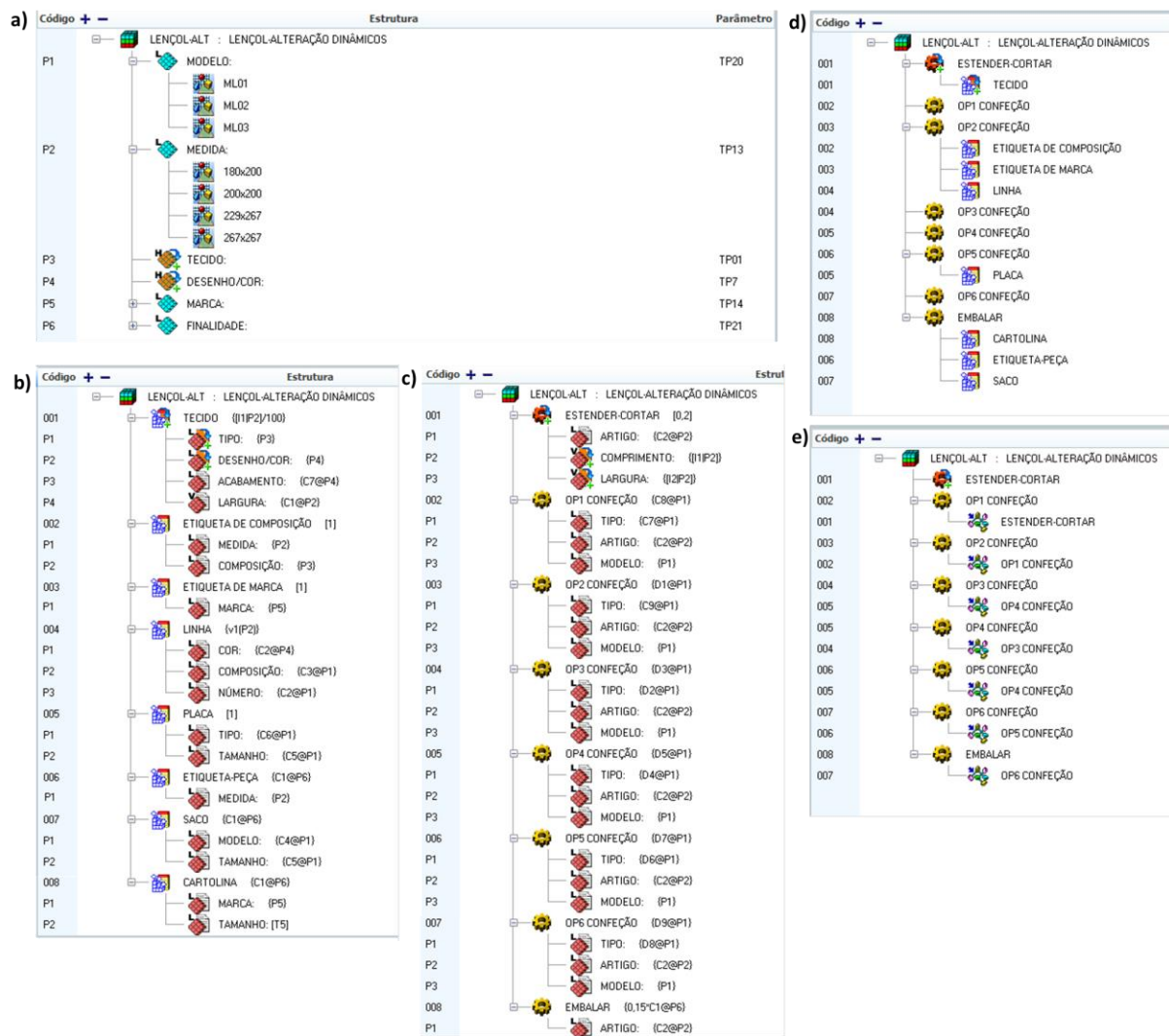


Figura 101 - Referência genérica LENÇOL-ALT: a) Parâmetros; b) Lista de materiais genérica; c) Gama operatória genérica; d) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas; e) Precedências das operações

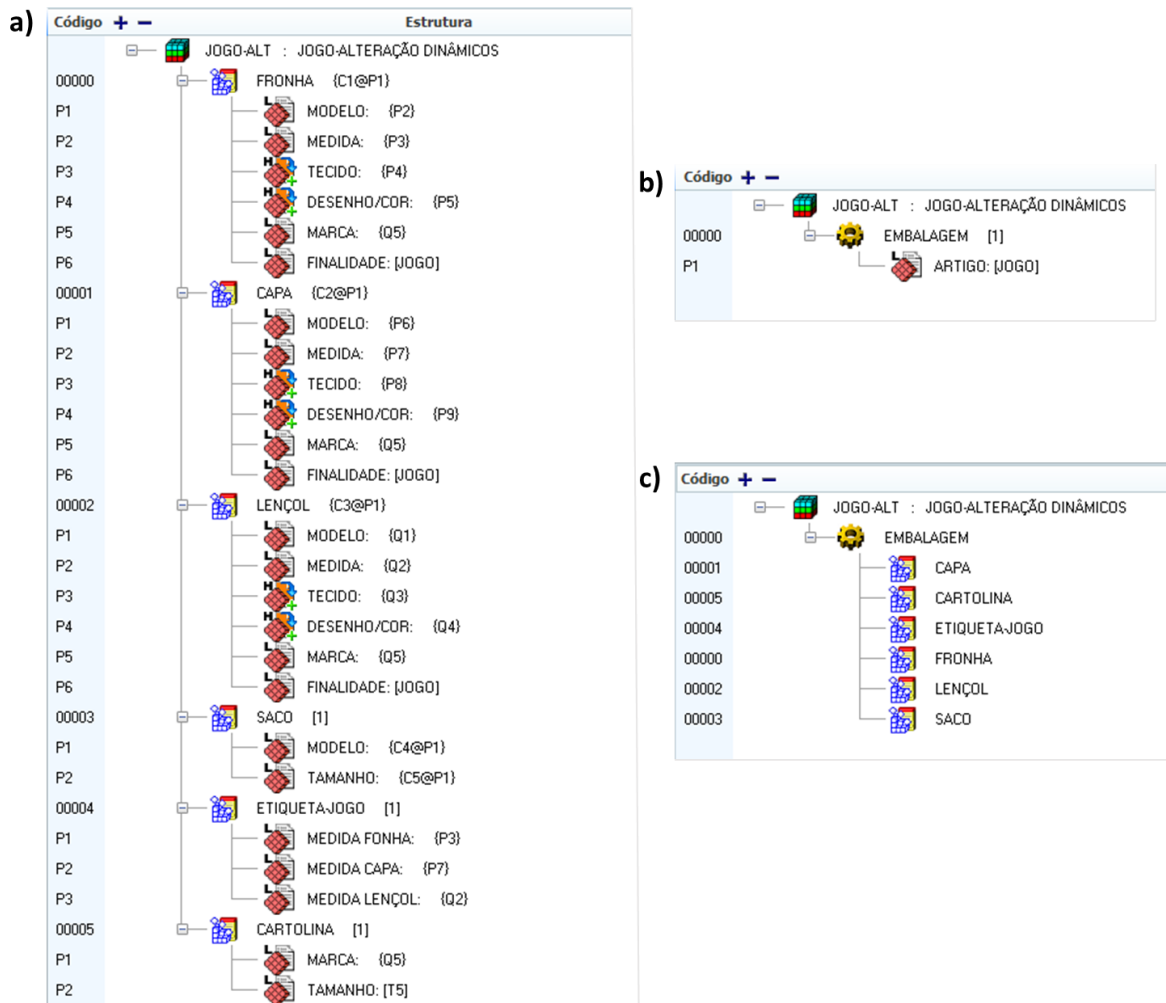


Figura 102 - Referência genérica JOGO-ALT: a) Lista de materiais genérica; b) Gama operatória genérica; c) Associação dos componentes genéricos às operações genéricas

APÊNDICE III – AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO GENÉRICA COM ESTRUTURAS DINÂMICAS

Tabela 13 - Comparação do número de registos nos tipos de parâmetro nas soluções genéricas

TIPOS DE PARÂMETRO	NÚMERO DE REGISTOS	
	Ref. Genérica	Ref. Genérica (c/Dinâmicos)
TP01 – TIPOS TELA/TECIDO	27	24
TP02 – DESENHOS	5	5
TP03 – DIMENSÕES (MM)	2	2
TP04 – CORES	126	85
TP05 – ESTAMPADOS	6	6
TP06 – POSIÇÕES	7	7
TP07 – QUÍMICOS	11	10
TP08 – MODELOS-SACO	4	4
TP09 – TAMANHOS	6	6
TP10 – TIPO-PLACA	3	3
TP11 – COMPOSIÇÕES	7	7
TP12 – NÚMEROS-LINHA	5	5
TP13 – MEDIDAS	52	52
TP14 – MARCAS	6	6
TP15 – LARGURAS	7	7
TP16 – DECIMAIS	2	2
TP17 – DESENHOS/CORES	230	134
TP18 – ACABAMENTOS	207	149
TP19 – OPERAÇÕES	23	23
TP20 – MODELOS	200	355
TP21 – FINALIDADES	6	6
TP22 – TIPOS-ARTIGO	5	5
TP23 – COMPOSIÇÃO-JOGO	30	30
SOMATÓRIO	977	933

Tabela 14 - Comparação do número de registros nos artigos nas soluções genéricas

REFERÊNCIAS GENÉRICAS	NÚMERO DE REGISTOS									
	Ref. Genérica					Ref. Genérica (c/Dinâmicos)				
	Artigos	BOM	BOO	Assoc	Prec	Artigos	BOM	BOO	Assoc	Prec
TELA	20	0	0	0	0	20	0	0	0	0
CAVALETE	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
QUÍMICOS	11	0	0	0	0	11	0	0	0	0
PASTA	19	0	0	0	0	19	0	0	0	0
ROLOS	13	0	0	0	0	13	0	0	0	0
LINHA	26	0	0	0	0	26	0	0	0	0
ELÁSTICO	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
ETIQUETA- COMPOSIÇÃO	22	0	0	0	0	22	0	0	0	0
ETIQUETA-MARCA	7	0	0	0	0	7	0	0	0	0
ETIQUETA-PEÇA	14	0	0	0	0	14	0	0	0	0
ETIQUETA-JOGO	16	0	0	0	0	16	0	0	0	0
PLACA	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
SACO	11	0	0	0	0	11	0	0	0	0
CARTOLINA	13	0	0	0	0	13	0	0	0	0
MISTURA	14	12	2	4	0	14	5	2	1	0
TECIDO	33	58	40	15	10	33	26	30	5	5
CAPA	87	107	156	12	9	36	46	38	9	6
FRONHA	87	99	161	10	10	36	38	43	7	7
LENÇOL	87	103	161	11	10	36	42	43	8	7
JOGO	243	55	3	6	0	90	37	3	6	0
SOMATÓRIO	744	434	523	58	39	438	194	159	36	25