

APLICAÇÃO DA MODULARIZAÇÃO COMO TÉCNICA DE PADRONIZAÇÃO E CUSTOMIZAÇÃO DE ACESSÓRIOS PARA MÓVEIS

Sidnei Luiz Stello Júnior (Universidade de Caxias do Sul - UCS)

sstello@live.com

Gabriel Vidor (Universidade de Caxias do Sul - UCS)

gvidor@ucs.br



A modularização é uma estratégia cujo planejamento da produção é um desafio devido a demanda randômica. O objetivo desse estudo centra em modularizar acessórios para indústria moveleira através dos processos de corte, adjacente a esta meta busca-se a redu

Palavras-chave: Modularização. Padronização. Customização. Redução de desperdício.

1. INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

É possível considerar a modularização como um dos conceitos mais utilizados nos novos sistemas produtivos (MIKKOLA, 2000). Segundo Mikkola (2000) modularização pode ser entendida como um processo que especifica e padroniza as interfaces comuns entre os componentes de uma dada arquitetura de produto, visando possibilitar um maior aproveitamento destes componentes dentre famílias de produtos. De acordo com Miller e Elgard (1998), o termo modularização é frequentemente mencionado como uma razão para lidar com aparentes demandas conflitantes. A ideia basicamente é produzir amplas variedades de produtos combinando um limitado número de módulos. Desta forma, a modularidade equilibra padronização e racionalização com customização e flexibilidade.

Para Carnevalli, Varandas Júnior e Cauhick Miguel (2011), existem três categorias de modularização: (i) por projeto ou desenvolvimento de produto, (ii) processo ou produção e a (iii) de uso. A modularização por projeto se refere à especificação de um produto e a divisão, para que módulos da sua estrutura sejam utilizados nos demais produtos da empresa. A modularização por processo está associada à montagem de produtos, onde determina que parte aconteça fora da linha de produção, em pequenas montagens classificadas também como pré-montagens. Por último, a modularização de uso está vinculada em atender as necessidades dos clientes através da customização em massa, por meio da personalização de um produto associado ao item que o consumidor deseja na hora da compra.

Apesar dos benefícios vinculados à modularização a implementação e a adaptação deste conceito não acontece de maneira trivial. Os principais motivos pelo qual existe uma certa dificuldade no seu desenvolvimento estão vinculados às particularidades de cada produto e processo. De fato, essa é a realidade que se encontra na empresa usada como caso de análise nesse estudo.

Na *Akeo Industrials* são produzidos desde perfis de acabamento e perfis puxadores, até perfis divisores de gavetas, onde posteriormente são cortados e montados. Como todo processo de extrusão, a geometria e as características dimensionais são definidas pela ferramenta em questão, neste caso, o molde. O design e o acabamento também podem variar, dependendo do material a ser utilizado e a aplicação ou não de fitas *hot stamping*. Quando um modelo é desenvolvido pela empresa, os clientes têm a possibilidade de escolha da medida, de acordo com sua necessidade. Para otimizar esta produção, a empresa criou um estoque intermediário, entre o processo de extrusão e o processo de corte, gerando assim, perfis com uma medida considerada ideal e múltipla do tamanho final. Efetivamente, pode-se concluir que fez uso da modularização sem uma análise prévia.

Huang e Li (2008) afirmam que, a principal questão da modularização está relacionada à criação de mecanismos para uma articulação eficaz dos módulos desenvolvidos. Segundo Pelegrini (2005), diversos autores enfatizam que esses mecanismos funcionam como o melhor método para atingir uma customização em massa, que nada mais é do que uma estratégia de negócios que visa satisfazer necessidades específicas de cada consumidor, ao mesmo tempo mantendo ou até aumentando a eficiência do sistema de produção em massa, objetivo principal deste trabalho.

Este é o grande desafio da empresa, onde unidades padronizadas podem ser criadas a partir de medidas ideais baseando-se nos tamanhos solicitados pelo próprio cliente, ou seja, é possível determinar quais seriam os perfis adequados para produção em um estoque intermediário e que atenderiam um número de produtos finais. Assim, seria possível sanar diversas dificuldades encontradas como: uma padronização da produção, um menor valor de estoque, diminuição da quantidade de refugo gerada pela má utilização dos perfis e a diminuição do número de trocas de ferramentas.

Pelegrini (2005), utilizou o conceito da modularização visando a customização em massa para analisar os impactos causados por este em um novo paradigma do sistema produtivo. Para isso, iniciou-se de uma análise do potencial de modularização do sistema de embalagens da empresa em questão e uma família de embalagens modulares foi desenvolvida, analisando os impactos nas atividades e processos de design, do sistema produtivo e no marketing de novos produtos. “Questões como otimização de recursos e reduções de custos devem ser vistas como consequências do emprego estratégico e sistemático da modularização e não como um propósito em si. Conforme visto, a customização em massa, visando a gestão de variedades/embalagens, surge como um propósito justificável e vantajoso para o emprego da modularização.” (PELEGRINI, 2005, p. 128)

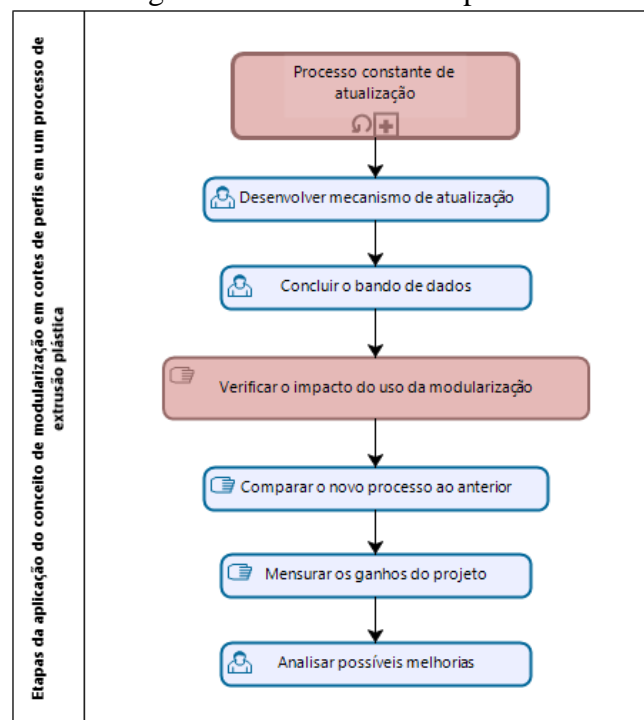
Através dos resultados mencionados, as expectativas quanto à implementação dos conceitos da modularização em cortes de perfis são bastante consideráveis. Descrevendo mais precisamente, utilizar variáveis como medida e acabamento em cortes intermediários poderiam ser consideradas módulos, e através dessa padronização serem utilizados em diversos produtos e itens finais.

Com um menor número de possíveis produtos semiacabados é possível determinar quais destes são os mais requisitados para atender a demanda baseando-se nos itens de vendas e assim, utilizar métodos de previsão de demanda para produzi-los de uma maneira organizada e conceitual.

2. PROPOSTA DE TRABALHO

A proposta deste trabalho está subdividida em três etapas para possibilitar um melhor entendimento desta pesquisa, todas as fases estão na Figura1, contendo o macro fluxo, e na Figura2, contendo especificadamente o processo de atualização contínua, presente na primeira etapa do macro fluxo.

Figura 1 - Macro fluxo do processo



Fonte: autores (2019)

A primeira etapa mencionada está relacionada em montar um banco de dados com todos os produtos ativos que são cadastrados pela engenharia de produto. É preciso expandir todos os

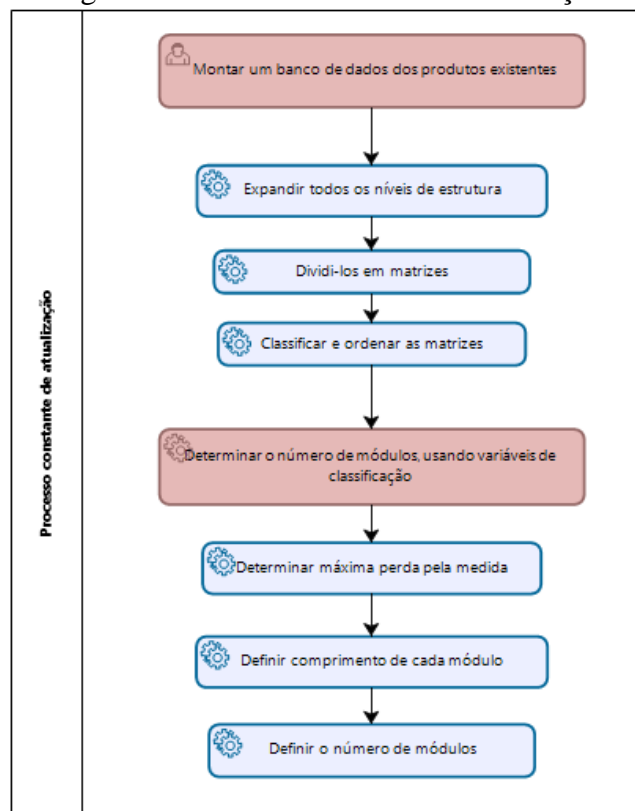
níveis das estruturas existentes de cada produto final e classifica-los através de matrizes 1, 2 e 3 diferenciadas pelas etapas do processamento. Pelo presente estudo estar se referindo especificadamente à modularização de produto logo após o processo de extrusão, é necessário apresentar uma matriz específica de itens com essas características, sempre fazendo alusão aos respectivos itens de venda.

Posterior à divisão dos produtos em tipos de processo, é preciso classificar novamente e ordenar os itens de até 4.400 milímetros que compõem a sua respectiva matriz de acordo com as variáveis pré-definidas. Inicialmente pelo acabamento já mencionado anteriormente e também pelo tamanho considerada ideal de cada perfil e divisor do tamanho final, mensuradas pela fórmula do cálculo da medida específica.

O resultado desta fase é um mecanismo que expanda, ilustre e atualize todos os níveis da estrutura, visto que diariamente acontece a introdução de novos produtos pelo setor de engenharia, conseqüentemente existe a necessidade da renovação dos módulos existentes. Além disso, também é essencial a classificação dos perfis necessários para a aplicação da modularização.

Na segunda etapa, com o banco de dados estruturado e padronizado através das matrizes e respectivas classificações decorrentes das etapas dos processos e níveis da estruturação do produto, o objetivo principal é determinar quais e quantos são os módulos utilizando as duas variáveis de classificação já conhecidas, acabamento do perfil e as medidas de comprimento.

Figura2- Processo constante de atualização



Fonte: autores (2019)

Em relação à variável medida de comprimento, para cada tamanho final é aplicado a fórmula de corte para medida específica com o objetivo de determinar qual é a mensuração ideal do perfil intermediário de até 4.400 milímetros. Logo após, é definida uma perda máxima aceitável para poder fazer os vínculos dos produtos finais junto aos módulos. Paralelo a isso, existe a variável acabamento, onde também é possível visualizar a partir do banco de dados

qual é o acabamento dos perfis intermediários de cada mercadoria final. Fazendo uma associação destas duas variáveis, é possível criar vínculos entre as classificações adotadas dentro das matrizes e determinar qual o número de módulos de maneira que os perfis com as medidas de comprimento ideais definidos pela fórmula se encaixem nas novas adotando uma possível perda já determinada e conseqüentemente, diminua o número destes perfis. Uma das premissas deste estudo é a otimização do estoque intermediário gerado por perfis semiacabados. Com a modularização é possível agrupar vários perfis intermediários através dos módulos criados e posteriormente produzi-los por uma diretriz de processo. O último passo é a verificação do impacto do uso da modularização em perfis plásticos. Esta etapa remete-se à conclusão dos estudos, com comparações entre o processo anterior e posterior às mudanças propostas através do conceito empregado e possíveis melhorias em diversas frentes de trabalho, bem como o método de gerenciamento dos módulos e dos estoques, programação, monitoramento e controle da produção e setups do processo.

3. RESULTADOS

3.1 DESCRIÇÃO DO CASO

Inicialmente foi preciso montar um banco de dados dos produtos existentes. Para isso, foi necessário a utilização do ERP da Akeo Industrial (TOTVS) e, pelo fato da empresa possuir codificações inteligentes e informativas de seus produtos, facilitou bastante o trabalho. Através do software, foi gerado um relatório padrão ilustrando todas as estruturas dos produtos finais e ativos da linha de extrusão.

Este relatório foi de suma importância, pois permitiu identificar e fazer uma espécie de associação dos produtos finais e suas respectivas medidas, bem como saber qual era a proporção entre eles pela quantidade informada, ou seja, foi possível saber por quantos componentes o SKU é formado. Nesta etapa, foram encontradas algumas dificuldades pela grande variedade de itens e processos, como: perfis que eram apenas cortados e possuíam em seu primeiro nível de estrutura apenas uma barra extrusada, perfis divisores de gavetas que em sua estrutura possuíam conjuntos com duas barras de medidas de extrusão diferentes ou também perfis puxadores, aonde o produto final acaba sendo considerado um conjunto pela montagem com bases nas pontas, e sua estrutura de primeiro nível acaba sendo o perfil já cortado.

Para poder organizar todos estes dados e criar as matrizes, foi utilizado o software Microsoft Office Excel, através de uma conexão de dados externa por documento de texto. Esse método foi escolhido justamente para facilidade, ótima integração de dados oriundos do sistema de gestão e a facilidade de atualização periódica. Nesta importação, foi utilizado apenas os três primeiros campos aonde referenciava: os códigos dos itens finais, a estrutura de produto no campo central e a proporção na terceira célula (esse método de busca dos dados foi adotado justamente para poder ser atualizado apenas com a renomeação do arquivo, ou seja, será possível ter um sistema contínuo de atualizações sem qualquer tipo de esforço desnecessário pela inclusão de novas informações no ERP, fazendo alusão ao macro fluxo da Figura 1). Com os dados plotados nas primeiras células da pasta de Excel, foi possível fazer os passos seguintes da Figura 2, expandindo os níveis da estrutura e dividindo-os em matrizes através dos acabamentos e comprimentos. A Tabela 1 exemplifica o banco de dados e pode ser interpretada da seguinte maneira:

- a) as colunas A, B, C e D estão os dados obtidos do relatório;
- b) a coluna E foi criado um algoritmo que exibisse o código final de cada item, com o intuito de deixar mais limpa e organizada para os próximos passos;
- c) as colunas F, G e H serviram especificadamente para expandir todos os níveis de estrutura de produto. Como já citado anteriormente, pela variedade de restrições de

cada produto, é necessário saber exatamente qual a medida de corte de cada item final para montar os módulos, e essa verificação poderia estar em outro nível diferente do primeiro;

- d) a coluna I determina a proporção da estrutura de produto para o item final. Esse campo é importante nos estudos posteriores para determinar a curva ABC dos módulos;
- e) as colunas J e K servem para clarificar as variáveis acabamento e comprimento de corte dos módulos, dividindo-os em duas espécies de matrizes específicas, fundamentais para a modularização;
- f) a coluna L, está ligada diretamente à fórmula de corte para medida específica citada anteriormente. Para poder determinar qual a medida de extrusão específica de cada comprimento de corte, onde alguns valores oriundos do processo foram obtidos, que são:
 - a. O TM (tamanho máximo possível da barra a ser extrusada) é de 4.400 mm, em virtude de restrições físicas do processo;
 - b. O TS (tamanho considerado de segurança) é de 60 mm, determinado como ideal para o operador conseguir efetuar os cortes com segurança;
 - c. A MP (medida de perda com o corte da serra) é de 5 mm, considerado a espessura do disco de corte;
 - d. A MF (medida final com precisão que o perfil deverá ser cortado) está presente na coluna K.
 - e. Sabendo exatamente o acabamento de cada produto e a medida específica de extrusão de cada comprimento de corte, é possível classificar e ordenar as matrizes, como está demonstrado na Tabela 2. Para isso, é utilizado a ferramenta de tabela dinâmica presente na coluna O, fazendo uma conexão entre os acabamentos e a variedade de barras extrusadas que foram constatadas.

Tabela 1 - Formação do banco de dados no Microsoft Office Excel

AXEO INDUSTRIAL LTDA		Estrutura S		Exportação de dados por conexão: Relatório gerado automaticamente de ERP com a explosão de estruturas de produtos.	Validação deste campo para utilização do código em outras fórmulas.	Representação do código semiacabado extrusado atual da estrutura de produto.	Representação do código semiacabado corte atual da estrutura de produto.	Este campo serve para futuras análises de demanda e produção, representando quantas peças cortadas existem em um produto final.	Separação das variáveis da geometria do produto e o respectivo acabamento.	Separação das variáveis da geometria do produto e o respectivo acabamento.	Cálculo da medida de extrusão específica para criação dos módulos.
Grupo Estoque: BD	INOME?	O									
Item	Descrição	Compos/Desc	Quantidade								
				CÓDIGO DO PRODUTO FINAL	VALIDAÇÃO CÓDIGO FINAL	CÓDIGO PRODUTO SEMIACABADO EXTRUSADO	CÓDIGO PRODUTO SEMIACABADO CORTADO	PROPORÇÃO: ITEM FINAL x COMPONENTES CORTADOS	CÓDIGO DO PRODUTO E ACABAMENTO	MEDIDA DE CORTE DO PERFIL	MEDIDA DE EXTRUSÃO ESPECÍFICA
20001-6004-0520	PERFIL "T" 15x652	6mm ARGENTO RH5	0,125	20001-6004-0520	20001-6004-0520	20001-6004-4255	20001-6004-0520	1	20001-6004	520	4155
	20001-6004-4255		2								
	EMB-C01										
20002-6013-0915	PERFIL "T" 7,2x3	6x0915mm CROMADO RH5	0,25	20002-6013-0915	20002-6013-0915	20002-6013-3735	20002-6013-0915	1	20002-6013	915	3735
	20002-6013-3735										
20002-6013-1815	PERFIL "T" 7,2x3	6x1815mm CROMADO RH5	0,5	20002-6013-1815	20002-6013-1815	20002-6013-3295	20002-6013-1815	1	20002-6013	1815	3295
	20002-6013-3295										
20005-0052-0950	PERFIL JUNCAO CHA PA 15x0950mm CINZA MISTY		0,25	20005-0052-0950	20005-0052-0950	20005-0052-3875	20005-0052-0950	1	20005-0052	950	3875
	20005-0052-3875										
20005-0244-1272	PERFIL JUNCAO CHA PA 15x1272mm CHAMPAGNE BLE		0,33333333	20005-0244-1272	20005-0244-1272	20005-0244-3890	20005-0244-1272	1	20005-0244	1272	3886
	20005-0244-3890										
20005-0244-1272C	PERFIL JUNCAO CHA PA 15x1272/1255mm CHAMPAGN		1	20005-0244-1272C	20005-0244-1272C	20005-0244-1372	20005-0244-1372	1	20005-0244	1372	4186
	20005-0244-1372										
20005-6004-0672	PERFIL JUNCAO CHA PA 15x672/843mm ARGENTO RH			20005-6004-0672	20005-6004-0672	20005-6004-4267	20005-6004-0672	1	20005-6004	672	4117

Fonte: autores (2019)

Tabela 2 - Classificando e ordenando a matriz de variáveis

O	
Rótulos de Linha	
20001-6004	4255
20002-6013	3295
	3735
20005-0052	3875
20005-6004	3330
	3535
	3544
	3596
	3685
	3760
	3765
	3810
	3851
	3885
	3915
	3930
	4117
	4147
	4267
	4275
	4285
	4315
	4330
	4375
20005-6013	3025

Fonte: autores (2019)

Depois de saber exatamente quais eram os produtos e acabamentos existentes cadastrados e tê-los ordenados na matriz, foi possível avançar mais um passo no macro fluxoda Figura 2. Uma das variáveis (acabamento) já fazia uma associação às medidas de extrusão ativas e era necessário encontrar os módulos através desses comprimentos. Para ter uma otimização quanto a esse número, foi necessário inverter a posição desses dados de vertical para uma maneira horizontal. Tudo isso em virtude dos algoritmos e fórmulas utilizados na planilha. O intervalo de células P até CS foi utilizado exatamente para isso, ou seja, o código do produto serviu como referencial e posteriormente estavam todas as medidas existentes, de acordo com a Tabela 3.

Para o agrupamento e definição da medida ideal foi necessário determinar uma medida de perda aceitável e teoricamente, quanto maior essa medida adotada, menor o número de módulos gerados. Para um período de modelagem e testes, foi utilizado 150 mm, ou seja, em um intervalo desse comprimento seria possível agrupar os perfis de um mesmo acabamento. Sabendo que este número também poderia ser alterado conforme o tempo, também foi desenvolvido uma espécie de matriz de cálculos, onde é possível determinar essa medida máxima aceitável de perda e também a medida máxima de cálculo (conforme destacado anteriormente, foi utilizado 4.400 mm em virtude das restrições físicas do processo), fazendo uma conexão a todas as fórmulas criadas.

Tabela 3 - Parte da ordenação de variáveis (acabamento e comprimento)

Rótulos de Linha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20001-6004	20001-6004	4255											
4255													
20002-6013	20002-6013	3295	3735										
3295													
3735													
20005-0052	20005-0052	3875											
3875													
20005-6004	20005-6004	3330	3535	3544	3596	3685	3760	3765	3810	3851	3885	3915	3930
3330													
3535													
3544													
3596													
3685													
3760													
3765													
3810													
3851													
3885													
3915													
3930													
4117													
4147													
4267													
4275													
4285													
4315													
4330													
4375													
20005-6013	20005-6013	3025	3305	3341	3425	3635	3640	3685	3735	3915	3965	3994	4030
3025													

Fonte: autores (2019)

Junto a essa matriz de cálculos foram criados algoritmos específicos para definição dos módulos. As fórmulas identificam a menor medida por acabamento dentre todas destacadas na tabela 3 e acrescentam a medida aceitável de perda máxima para procurar se existe outra medida aceitável dentre essa margem, se estiver ela adota a medida com a perda máxima, se não existir nenhuma, ela determina que a medida tem de ser a ideal. Caso exista um intervalo que a medida de segurança da menor medida para a medida subsequente, automaticamente na próxima célula ela determinará a menor medida excluindo a anterior e repetirá o algoritmo.

Ao realizar alguns testes, foi verificado que com a utilização deste método, não teria nenhum acabamento com mais de 8 medidas de extrusão e por isso foram colocadas especificadamente 10 espaços para definições de medidas ideais de acordo com a lógica acima.

Ao lado da medida determinada ideal, também foi colocado o número de itens que poderiam ser produzidos de acordo com o comprimento e acabamento informado. Isso foi feito para uma conferência com a coluna CU, que indica o número total de medidas de cada acabamento. A coluna CT se refere a validação destas informações, ou seja, automaticamente fará uma espécie de revisão entre os números de itens agrupados em cada medida ideal e o total e informando a palavra “OK” se os dois dados estiverem iguais. A tabela 4 demonstra exatamente isso.

Tabela 4 - Determinação dos módulos

CAMPOS DE CÁLCULOS																
		Aceitável maior: 150			Medida Máxima: 4400											
Validação	Nº Itens	Menor:	1ª (menor) medida	Nº Itens totais:	2ª medida	Nº Itens	3ª medida	Nº Itens	4ª medida	Nº Itens	5ª medida	Nº Itens	6ª medida	Nº Itens	7ª medida	Nº Itens
OK	1	4255	4255	1												
OK	2	3295	3295	1	3735	1										
OK	1	3875	3875	1												
OK	20	3330	3330	1	3685	4	3910	5	4065	2	4267	3	4400	5		
OK	22	3025	3025	1	3455	3	3785	4	4065	5	4269	6	4400	3		
OK	8	3607	3757	2	4190	6										
OK	2	4387	4387	1	4395	1										
OK	5	3600	3750	2	3975	1	4330	2								
OK	1	4255	4255	1												
OK	10	3065	3215	3	3465	1	3765	1	4240	4	4375	1				

Fonte: autores (2019)

Dessa maneira, encerra-se a etapa da Figura 2, “Processo constante de atualização”, continuando o macro fluxo do processo, presente na figura 1. O mecanismo de atualização como também já foi citado se refere à conexão entre o software MS Excel e o sistema de ERP TOTVS, que com simples relatórios gerados pelo sistema, é possível atualizar o caminho atual de conexão com a planilha e assim ter as informações atualizadas, visto que as fórmulas criadas permanecem e possuem características padrões, baseadas no processo atual.

3.2 ANÁLISE DO CASO

Após a implementação do projeto, foi possível observar os impactos durante 4 meses, que mesmo sendo um período relativamente pequeno, servirá como amostragem para a análise deste caso.

A maior premissa deste projeto era a redução das 523 medidas intermediárias mencionadas no capítulo 3 pela utilização de possíveis módulos gerados do projeto. Após a atualização de todas as estruturas de produto no sistema ERP TOTVS da Akeo Industrial, foi possível chegar à uma diminuição de 214 perfis intermediários, resultando em 309 módulos. Nessa mudança, é possível destacar algumas melhorias qualitativas e quantitativas. Uma delas é redução de trabalho pela engenharia da empresa no que diz respeito à manutenção e criação dessas estruturas de produto: no procedimento do setor, está a revisão periódica de todos os itens da estrutura de produto, bem como o seu cadastro diário de acordo com a demanda comercial. Por essa redução, os vínculos de medida final e intermediária estarão muito mais agregados e podem de maneira mensal, serem atualizados sistematicamente, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Dados finais do projeto de modularização

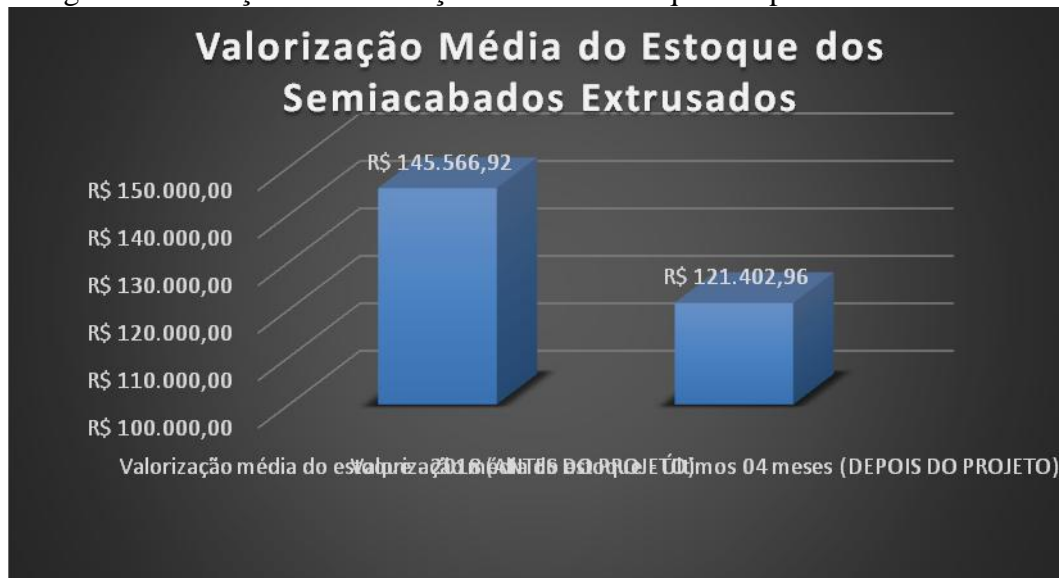
	PRÉ-PROJETO DE MODULARIZAÇÃO	PÓS-PROJETO DE MODULARIZAÇÃO	REDUÇÃO PELA MODULARIZAÇÃO
NÚMERO DE PERFIS INTERMEDIÁRIOS	523	309	214
PERCENTUAL	100%	59,1%	40,9%

Fonte: autores (2019)

Menor valor de estoque: consequentemente a curva ABC em relação à demanda diária também se tornou mais enxuta com o agrupamento das medidas intermediárias, e com isso o nível de estoque baixou cerca de 16,6%, conforme a Figura 3. No passado, os perfis eram processados de acordo com decisões empíricas e pelo fato de existir várias medidas em determinadas situações, acabava-se produzindo muitos perfis para estoque em que o período de venda se tornava mais longo, tendo um maior giro de estoque. Pela criação destes módulos, foi possível concentrar a produção em medidas específicas por uma curva A e praticamente

diminuir este giro. Este percentual ainda pode ser tornar maior, considerando o curto espaço de tempo da análise e os perfis ainda recorrentes do passado.

Figura 3 - Redução da valorização média do estoque dos perfis semiacabados



Fonte: Autor (2019)

Troca de ferramentas e setups na extrusão: para essa análise, foi feito um comparativo pelo valor gasto anteriormente ao projeto e o valor atual nesses últimos meses do projeto. O resultado foi praticamente nulo, mesmo após a implementação de uma nova política de produção da curva A baseando-se em previsões de demanda. Especificadamente, isso é em função do mix de vendas, que apresentou uma maior variação de acabamentos destes perfis quando comparado à análise anterior. Em função disso, a comparação neste caso leva em consideração apenas os módulos que foram de maior demanda e que teriam de ser produzidos menos vezes do que realmente foram antes da implementação do estudo de modularização. Os gráficos das Figuras 4 e 5 ilustram esse comportamento nas duas máquinas de extrusão, que resultou em uma redução do custo total de setup de R\$3.813,02 ou respectivamente 19% sobre apenas o total analisado ao longo dos 3 últimos meses à aplicação do projeto.

Figura 4– Gráfico do custo de setup na extrusora 02



Fonte: autores (2019)

Figura 51– Gráfico do custo de setup na extrusora 04

Ao final desse estudo, foi plausível analisar e comparar os principais objetivos e motivações do projeto. No que diz respeito ao conceito de modularização, foi possível replicar com sucesso todas as premissas teóricas esperadas através do sistema desenvolvido e executável, conforme as etapas planejadas, como por exemplo: a criação de um banco de dados com as informações do processo, a determinação final do número de módulos criados através das variáveis de classificação e por fim, a verificação do real impacto econômico, financeiro e de qualidade sobre o novo conceito de produção.

A principal vantagem do sistema desenvolvido está no conceito de melhoria contínua, em que a facilidade de sua atualização está presente de uma maneira tão trivial que os dados aparecem quase de maneira instantânea. Todo esse método de gerenciamento serve para obter resultados como os da tabela 5 ou das figuras 3, 4 ou 5 também de maneira periódica pela empresa.

Além disso, também é importante salientar a necessidade de integração deste estudo diretamente no sistema de informação da empresa, visto a necessidade de uma ferramenta que utilize esses algoritmos de maneira imediata no momento do cadastro de um novo produto.

5. REFERÊNCIAS

CARNEVALLI, José; VARANDAS JÚNIOR, Angelo; CAUCHICK MIGUEL, Paulo. Uma Investigação sobre os Benefícios e Dificuldades na Adoção da Modularidade em uma Montadora de Automóveis. **Produto & Produção**, v. 12, n.1, p. 60-90, 2011.

HUANG, Y. Y.; LI, S.J. Suitable applications situation of different postponement approaches: Standardization vs. Modularization. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 27, p. 111-122, 2008.

MILLER, Thomas D.; ELGARD, Per. **Defining Modules, Modularity and Modularization – Evolution of the Concept in a Historical Perspective**, 1998.

MIKKOLA, J.H. **Product Architecture Design: Implications for Modularization and Interface Management**. LINK Workshop. Copenhagen Business School, 2000.

NUNES, Fabiano de Lima; ROCHA, Mauro Vinícius; ANTUNES JÚNIOR, José Antônio Valle. Modularização – Conceitos, Abordagens e Benefícios: Uma revisão teórica. **Anais... Tecnologia e Tendências – Ano 13, vol. 10, n° 2, 2° sem. 2014.**

PELEGRINI, Alexandre V. **O Processo de Modularização em Embalagens Orientado para a Customização em Massa: Uma contribuição para a gestão do design**. Curitiba, 2005.

PINE, J. **Personalizando Produtos e Serviços – Customização Maciça**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1994.