

## VIABILIZANDO A IMPLANTAÇÃO DE PROCESSO PRODUTIVO POR MEIO DA GESTÃO AVANÇADA

Mari Tomita Katayama (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT)  
katayama@ipt.br

Douglas Martins da Silva (FUNDAÇÃO DE APOIO AO IPT – FIPT) douglasm@ipt.br

João Carlos Martins Coelho (INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA – IMT)  
jcmcoelho@maua.br

Henrique Jun Muramatsu Seguchi (FUNDAÇÃO DE APOIO AO IPT – FIPT)  
hseguchi@ipt.br

### Resumo

O Núcleo de Apoio Tecnológico à Micro e Pequena Empresa – NT-MPE do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT tem trabalhado continuamente com foco no aumento de produtividade das micro, pequenas e médias empresas do Estado de S. Paulo, buscando demonstrar que o aumento de produtividade deve ser resultado de uma atividade contínua naturalmente inserida na cultura empresarial. Com essa visão, um trabalho de gestão avançada, caracterizada por atividades de gestão tradicional do processo produtivo aliadas a ações tecnológicas sobre o produto e o seu processo produtivo, foi conduzido em uma pequena empresa fabricante de componentes para extintores de incêndio, interessada em ampliar sua participação no mercado, deixando de revender produto adquirido de terceiro e optando pela fabricação própria. As ações tradicionais envolveram a aplicação de conceitos da metodologia 5S, o desenvolvimento de *lay-out* adequado e a padronização de etapas do processo. Paralelamente, ações tecnológicas foram direcionadas com o propósito de desenvolver uma formulação de borracha que permitiu a fabricação interna do produto desejado com qualidade superior e custo inferior ao dos produtos adquiridos para comercialização. Estima-se que o efeito conjunto das ações realizadas resultou na redução de custos da ordem de 20% permitindo uma maior participação da empresa no seu mercado, o que ilustra a eficácia da aplicação dos conceitos de gestão avançada.

**Palavras-Chaves:** (gestão avançada, formulação de compostos de borracha, aumento de produtividade, redução de custos)

### 1. Introdução

O IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas é um instituto vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo e há mais de cem anos colabora para o

processo de desenvolvimento do País. Conta com laboratórios capacitados e equipe de pesquisadores, atuando basicamente em quatro grandes áreas - inovação, pesquisa & desenvolvimento; serviços tecnológicos; desenvolvimento & apoio metrológico, e informação & educação em tecnologia.

Uma das suas unidades é o NT-MPE - Núcleo de Atendimento Tecnológico à Micro e Pequena Empresa, unidade voltada para a resolução de problemas tecnológicos, principalmente das micro, pequenas e médias empresas – MPMEs, por meio de ações de desenvolvimento e de extensão tecnológica, no sentido de torná-las cada vez mais competitivas e fortalecê-las para conquistar novos mercados, inclusive os internacionais. Essas ações são conduzidas pelo NT-MPE, principalmente, por meio das seguintes ferramentas:

- a) PROGEX – Programa de Apoio Tecnológico à Exportação;
- b) PRUMO – Projeto Unidades Móveis;
- c) QUALIMINT – Qualificação de Produtos para o Mercado Interno;
- d) GESPRO – Gestão da Produção; e
- e) PROLIMP – Produção Mais Limpa.

A experiência do NT-MPE na condução de trabalhos de extensão tecnológica tem conduzido o Núcleo no fortalecimento da ferramenta GESPRO, já que, para garantir a suas sobrevivências, as empresas precisam, dentre outras atividades, caminhar no sentido de aprimorar a gestão dos seus processos produtivos com foco no aumento de produtividade e redução de custos. Esse fortalecimento tem se dado por meio da união de metodologias de gestão e da aplicação de tecnologia aos processos produtivos. Segundo Katayama *et al.* (2018), essa união de gestão e tecnologia, denominada Gestão Avançada, é essencialmente constituída pela combinação de ações tradicionais de gestão, com ações tecnológicas voltadas ao par produto/processo, que pode, inclusive, criar fundamentos para a aplicação de conceitos da indústria 4.0 ou, ainda, incluir ferramentas típicas da indústria 4.0 como, por exemplo IoT industrial. A conceituação de Gestão Avançada apoia-se no fato de que as atividades destinadas a melhorar tanto a gestão quanto o processo tecnológico, devem ser sempre estimuladas e, usualmente, resultam em melhorias palpáveis. Deve ser notado que esses dois tipos de ação são relativamente interdependentes já que, por exemplo, uma alteração

tecnológica no processo pode acarretar alterações benéficas na sua gestão e, em contrapartida, proposições de novos procedimentos de gestão podem requerer alterações tecnológicas. Assim, esse novo modelo de gestão tem a capacidade intrínseca de conduzir à obtenção de resultados, em aumento de produtividade, geralmente superiores à soma dos ganhos particulares de cada atividade.

No caso particular ora tratado, uma indústria sediada em S. Paulo, fabricante de componentes em material plástico para extintores de incêndio, optou pela inclusão no seu rol de produtos de fabricação própria, de vedações de borracha. Essa opção é derivada da decisão de um dos seus fornecedores de descontinuar a sua linha de fornecimento, tendo oferecido as máquinas constituintes da sua célula de produção para a empresa em questão, que as adquiriu. Tendo em vista que a empresa desconhecia o processo de produção de componentes em borracha, e tendo adquirido a célula de produção, optou-se pelo desenvolvimento do processo produtivo em conjunto com aplicação de metodologias de gestão de forma a atingir a maior produtividade possível.

## **2. Ações tradicionais de gestão**

Como parte da metodologia visando à aplicação de ferramentas de gestão, o estudo do processo produtivo a ser implantado, foi realizado a partir do conhecimento da relação de equipamentos a serem utilizados, do seu local previsto de instalação e da identificação do tipo de produto a ser fabricado, vedações de borracha.

A ação inicial consistiu na definição do *lay-out* e na verificação da necessidade de aquisição de um equipamento adicional, denominado “tamboreador de gelo seco” destinado a rebarbar e dar acabamento às peças produzidas.

Na medida em que o processo foi sendo implantado, por meio da realização de visitas à empresa e de reuniões técnicas, procurou-se identificar indicadores de produtividade a serem futuramente utilizados, estabelecer registros de parâmetros operacionais do processo produtivo e de controles da produção.

Nesse contexto, tendo em vista o observado na empresa, sugeriu-se, inicialmente, a aplicação dos conceitos de 5S. Assim, os colaboradores da empresa foram orientados quanto às práticas de aperfeiçoamento da qualidade, que ajudam a cuidar do ambiente, dos equipamentos, dos materiais, dos métodos, das medidas e principalmente das pessoas, ou seja, senso de utilização, senso de ordenação, senso de limpeza, senso de saúde e senso de autodisciplina.

Outro ponto fundamental foi a proposição de padronizar os procedimentos de fabricação com foco na uniformidade dos produtos e controlando pesos e espessuras dos pré-formados. Para obter maior uniformidade dos produtos, foi sugerido aprimorar o controle de tempo e de temperatura das prensas, entre outros parâmetros operacionais.

Observa-se que, uma parte significativa dos trabalhos de gestão consistiu em um processo indireto de treinamento por meio de discussões e de reuniões com operadores e líderes visando mostrar caminhos para a produtividade. Essa atividade teve como meta o aprimoramento da cultura de produção da empresa e dos seus colaboradores.

### **3. Ações tecnológicas**

Além da concepção do *lay-out* a ser implantado, do ponto de vista de desenvolvimento do novo produto, adotou-se a seguinte metodologia:

- a) Caracterizar tecnicamente produtos similares adquiridos e comercializados pela empresa;
- b) A partir das características técnicas assim conhecidas, propor formulações que propiciassem, pelo menos, o mesmo padrão de desempenho e qualidade;
- c) Produzir amostras dos compostos de borracha elaborados a partir das novas formulações; e
- d) Caracterizar as amostras dos compostos visando à confirmação da sua aplicabilidade.

#### **3.1 Caracterização dos produtos similares**

Foram caracterizados laboratorialmente três produtos similares, doravante denominados P1, P2 e P3, produzidos por diferentes empresas a partir de seus processos e de seus próprios compostos. Para tal, foram ensaiadas amostras, sendo que cada amostra é constituída por uma peça retirada dos estoques da empresa. As propriedades determinadas são as relacionadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Propriedades dos produtos similares

<b>Propriedade</b>	<b>Norma técnica</b>	<b>Quantidade de amostras utilizadas</b>	<b>Quantidade de determinações por amostra</b>
Dureza Shore A	ASTM D2240-15	01 amostra por produto	10
Deformação permanente por compressão	ASTM D395-16	02 amostras por produto	1

Fonte: autores

Deve ser observado que, em todos os trabalhos laboratoriais, foram utilizados instrumentos devidamente calibrados.

Os resultados das determinações das propriedades dos produtos similares são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados de ensaio – Produtos similares

Produto	Dureza Tipo A (pontos)		Deformação permanente por compressão
	Mediana	Desvio padrão	(%)
P1	91	0,43	18,61
P2	92	0,61	54,66
P3	91	0,79	38,17

Fonte: autores

Note-se que, não foram realizados outros ensaios como a resistência ao rasgamento e resistência à tração devido ao fato de se dispor apenas de peças e não dos compostos.

### 3.2 Nova formulação

A partir da caracterização dos produtos analisados, foi desenvolvido um composto de borracha com características específicas, destinado à fabricação dos produtos a serem comercializados. Para atingir o objetivo que foi o de obter uma formulação considerada adequada, foi desenvolvida uma série de formulações, já que as análises dos produtos similares indicaram a necessidade de se atingir dureza extremamente alta (90 a 93 pontos, Shore A) e para que o processo produtivo permitisse a adequada obtenção do produto final, essa formulação deveria ter boa fluidez, baixa viscosidade e bom destacamento do molde. A partir do extenso trabalho realizado, chegou-se a um composto constituído, principalmente,

por: borracha nitrílica, ativadores, antioxidante, cargas pretas (negros de fumo), cargas brancas (minerais), agente de cura e acelerador. Esse composto, doravante denominado P4, foi laboratorialmente caracterizado. Suas propriedades foram determinadas utilizando-se as normas técnicas relacionadas no Quadro 2 e os resultados obtidos encontram-se registrados no Quadro 3. Note-se que, em se tendo partido de um composto, foram preparados corpos de prova para a realização dos trabalhos laboratoriais.

Quadro 2 - Propriedades

Propriedade	Norma técnica	Quantidade de corpos de prova	Quantidade de determinações por corpo de prova
Dureza Shore A	ASTM D2240-15	01	10
Resistência à tração	ASTM D412-16	03	01
Resistência ao rasgamento	ASTM D624-00	03	01
Deformação permanente por compressão	ASTM D395-16	02	01

Fonte: autores

Quadro 3 – Propriedades do composto P4

Propriedades	Resultados		
Dureza Tipo A	Mediana: 91 pontos	Desvio padrão: 0,84 pontos	
Resistência à tração	Tensão de ruptura: 9,52 MPa	Módulo (MPa)	
	Alongamento na ruptura: 233,0%	100%	5,63%
		200%	8,40%
Resistência ao rasgamento	20,58 N/mm		
Deformação permanente por compressão	26,37%		

Fonte: autores

Além da determinação das propriedades, também foi realizada a análise reométrica da formulação desenvolvida. Os ensaios de reometria para a determinação do tempo de cura/vulcanização foram realizados em conformidade com as *diretrizes gerais* da ASTM D2084-17. Esses ensaios produziram um conjunto de informações que, em parte, estão sistematizadas, na Tabela 2.

Nessa tabela, tem-se:

T1: tempo inicial de escoamento e queda da viscosidade do composto de borracha.

T2: tempo de segurança (scorch), que indica o início da vulcanização e mudança do estado plástico para o estado elástico; e

T90: tempo ótimo de vulcanização obtido tecnicamente e conceitualmente em 90% do tempo total de cura.

Tabela 2 – Resultados de ensaio – Reometria

Composto	T1 (s)	T2 (s)	T90 (s)
P4	28	31	54

Fonte: autores

### 3.3 Análise dos resultados laboratoriais

As propriedades fundamentais que caracterizam o produto a ser fabricado são a dureza e a deformação permanente por compressão. Observa-se que a formulação desenvolvida apresenta dureza de 91 pontos que é perfeitamente compatível com as durezas dos produtos similares analisados que são de 91 e 92 pontos conforme pode ser observado na Tabela 1. Complementarmente, a deformação permanente por compressão da formulação desenvolvida é de 26,37% melhor do que a dos produtos P2 e P3, e é adequada por ser assemelhada à do produto P1. Esses resultados indicam que a formulação desenvolvida é perfeitamente adequada à fabricação dos produtos desejados.

As demais propriedades, resistência ao rasgamento e resistência à tração, foram consideradas perfeitamente adequadas, não exigindo nenhum aprimoramento adicional da formulação obtida.

Os resultados da análise reométrica da formulação desenvolvida indica que o T90, que é o tempo considerado como sendo necessário para atingir um estado adequado de vulcanização, avaliado para o composto P4 (54 s) é significativamente pequeno, acarretando a obtenção de alta produtividade.

### **3.4 Outras ações tecnológicas**

Além das ações referentes à gestão do processo produtivo e da proposição da nova formulação e das melhorias disso derivadas, foram sugeridos procedimentos e apresentadas recomendações para a adequada operação da extrusora incluindo a forma de carregamento das tiras de borracha e o resfriamento dessa máquina, sobre o processo de cura da borracha na prensa incluindo a equalização do tempo, temperatura e pressão de vulcanização de forma a se obter um produto de qualidade com produtividade.

## **4. Resultados**

A essencialidade do trabalho foi o foco no desenvolvimento do par produto/processo produtivo de forma a se obter produto com qualidade, produtividade e redução de custos quando comparado com os custos dos produtos adquiridos de terceiros. Com esse foco, ações tais como: aprimoramento do *lay-out*, padronização do processo produtivo, incluindo a padronização das condições operacionais das máquinas, aquisição de tamboreador de gelo seco e o desenvolvimento de uma nova formulação de borracha que permitisse a produção eficaz de um produto com qualidade foram essenciais. O processo de treinamento indireto com foco na metodologia 5S foi realizado com o propósito de contribuir para com o processo de aculturação tecnológico da empresa como um todo, já que ao se adotar procedimentos e rotinas adequadas em um determinado setor de uma empresa, existe a tendência de esse tipo de abordagem ser adotada em outros setores, no caso na área de produção de componentes em plástico.

As ações realizadas levaram à obtenção de resultados segundo duas vertentes básicas. Na primeira observou-se a evolução da cultura empresarial resultando na evolução do comprometimento dos colaboradores da empresa para com a produtividade. Para se obter esse resultado, foi fundamental tratar com os colaboradores da empresa a questão da redução de tempos improdutivo, aplicação da metodologia 5S, a necessidade de padronização dos processos e a necessidade de utilização de indicadores de produção.

A segunda vertente, ação tecnológica sobre o produto e processo produtivo, por meio do desenvolvimento de formulação de compostos de borracha com propriedades que permitiram a fabricação de produto com qualidade superior à dos produtos comercializados pela empresa e com custo inferior ao do mercado. Complementarmente, o estabelecimento de padronização

de processo, contribuiu para se ter uma produtividade considerada boa, condição fundamental para se atingir custo adequado.

Tendo em vista esse cenário virtuoso, estima-se que, além da adequada condição operacional da linha de produção, da mudança comportamental dos colaboradores causado pelo natural acultamento técnico, do desenvolvimento de uma cultura tecnológica com foco na busca pela produtividade, foi obtido produto com custo cerca de 20% inferior ao do mercado.

Deve ser notado que somente o desenvolvimento de formulação com propriedades adequadas, certamente promoveria o aumento de produtividade, semelhantemente as ações sobre o processo de gestão que também produziriam melhora da produtividade. Entretanto, o trabalho conjunto envolvendo as duas frentes, que caracteriza o conceito de Gestão Avançada, emulou um processo que, além de ter a característica de ser contínuo pela mudança da cultura, trouxe benefícios superiores à soma do que seria obtido pela soma dos benefícios individuais das ações desenvolvidas.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 4649**: Borracha, vulcanizada ou termoplástica — Determinação da resistência à abrasão usando um dispositivo de tambor cilíndrico rotativo. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS. **ASTM D395**: Standard Test Methods for Rubber Property — Compression Set. Pensilvânia: ASTM, 2018.

\_\_\_\_\_. **ASTM D412**: standard test methods for vulcanized rubber and thermoplastic elastomers: tension. Pensilvânia: ASTM, 2016.

\_\_\_\_\_. **ASTM D624**: Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers — Tension. Pensilvânia: ASTM, 2012.

\_\_\_\_\_. **ASTM D2084**: Standard Test Method for Rubber Property — Vulcanization Using Oscillating Disk Cure Meter. Pensilvânia: ASTM, 2017.

\_\_\_\_\_. **ASTM D2240**: Standard Test Method for Rubber Property — Durometer Hardness. Pensilvânia: ASTM, 2015.

KATAYAMA, Mari Tomita; COELHO, João Carlos Martins; SEGUCHI, Henrique Jun Muramatsu; OLIVEIRA, Cezar Luciano Cavalcanti de Oliveira; UECHI, Cristina Akemi Shimoda. **Transição das micro, pequenas e médias empresas (MPME) para a indústria 4.0**. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE LABORATÓRIOS, 5., CONGRESSO DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE, PRESENTE E FUTURO, 1., 2018, Lisboa. **Anais...** Lisboa: LNEC/ Relacre/ Felab, 2018. 6 p.