

APLICAÇÃO DA GESTÃO AVANÇADA COMO FERRAMENTA DE AUMENTO DE PRODUTIVIDADE

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 e fazer parte da sua 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 corrimãos de borracha para escadas e esteiras rolantes. As ações tradicionais envolveram a aplicação de conceitos da metodologia 5S e a simplificação e padronização de etapas do processo. Paralelamente, ações tecnológicas foram direcionadas à substituição de quatro formulações de borracha por apenas duas formulações sendo uma derivada da outra por meio da adição de apenas mais um componente, obtendo-se melhores propriedades físicas da borracha vulcanizada e menor tempo de vulcanização, além de reduzir o custo e o tempo necessário para gerir apenas duas formulações e não mais quatro. Estima-se que o efeito conjunto das ações realizadas resulte na redução de custos da ordem de 10% e no aumento de produtividade da ordem de 20%, 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 uma instituição centenária, vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, do Estado de São Paulo, que mantém políticas

públicas para o processo de desenvolvimento do País. O Instituto conta atualmente com 36 laboratórios capacitados em vários campos do conhecimento, atuando nas seguintes grandes áreas: inovação, pesquisa, desenvolvimento e extensão tecnológica; serviços tecnológicos; metrologia; informação e educação em tecnologia. Uma das suas unidades é o NT-MPE - Núcleo de Apoio 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 ferramentas tecnológicas:

- 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 explicita o fato de que um dos tradicionais desafios enfrentados pela indústria, principalmente pelas micro, pequenas e médias, é fazer a gestão adequada do seu processo produtivo integrando-a com ações de ordem tecnológica aplicadas ao setor produtivo com foco em redução de custos, aumento de produtividade e melhoria de qualidade. Segundo Katayama *et al.* (2018), essa união de gestão e tecnologia, denominada Gestão Avançada, é essencialmente constituída pela combinação de atividades 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. A conceituação de Gestão Avançada apoia-se no fato de que as atividades para melhorar tanto a gestão quanto o processo tecnológico, são sempre bem-vindas e resultam em melhorias. Entretanto, sendo esses dois tipos de ações relativamente interdependentes já que, uma alteração tecnológica no processo acarreta modificações na sua gestão, verifica-se que, os resultados obtidos em aumento de produtividade, geralmente são superiores à soma dos ganhos particulares de cada atividade.

Com esse foco, conduziu-se trabalho em empresa do ramo de transformação da borracha com o objetivo de padronizar e melhorar o processo produtivo do “Corrimão de borracha para escada rolante”, contribuindo no desenvolvimento de novos compostos de borracha, na redução do tempo de vulcanização, no aumento da produtividade, no controle dos parâmetros críticos de processo, na padronização das atividades produtivas e na melhor uniformidade do produto, mediante o conhecimento do processo produtivo atual, dos insumos e recursos técnicos disponíveis e do acompanhamento da implementação de melhorias propostas para a fabricação do respectivo produto, visando aprimorar o sistema de gestão da produção, a qualificação do produto e a organização industrial. Naturalmente, nesse cenário é vislumbrado o aumento de produtividade da empresa e, conseqüentemente, redução de custos.

2. Ações tradicionais de gestão

A análise do processo produtivo com foco na sua gestão foi realizada a partir do reconhecimento inicial da unidade fabril. Nesse processo buscou-se observar condições limitantes operacionais das máquinas e as condições ambientais de trabalho. Complementarmente, por intermédio de visitas e reuniões, procurou-se identificar indicadores de produtividade, a existência de registros de parâmetros operacionais do processo produtivo e de controles da produção.

Nesse contexto, tendo em vista o observado na empresa, sugeriu-se 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 modificar os procedimentos de fabricação, e a padronização das atividades produtivas, buscando a 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.

Complementarmente, foi desenvolvido um processo indireto de treinamento por meio de discussões e de reuniões com operadores e líderes visando mostrar caminhos para a produtividade. Ao longo desse processo foram tratados assuntos tais como: redução de tempos improdutivo, aplicação da metodologia 5S, a necessidade de padronização dos

processos e a necessidade de utilização de indicadores de produção. A abordagem desses temas teve como meta o aprimoramento da cultura de produção da empresa e dos seus colaboradores.

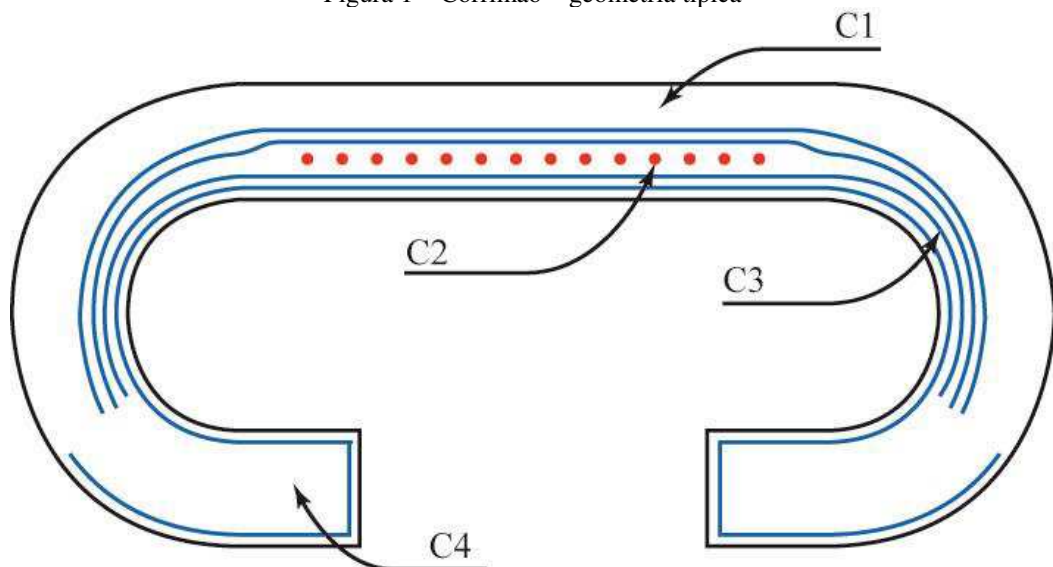
3. Ações tecnológicas

A partir do conhecimento do processo produtivo verificou-se que a empresa originalmente fabricava corrimãos a partir de quatro tipos de componentes básicos produzidos a partir de compostos de borracha distintos, aqui denominados C1, C2, C3 e C4, a seguir descritos:

- a) C1 – composto de borracha destinado à cobertura do corrimão, sem lona têxtil.
- b) C2 – cabo de aço envolvido com composto de borracha;
- c) C3 – composto de borracha calandrado, com lona têxtil; e
- d) C4 – composto de borracha extrudado (perfil).

Na Figura 1, que representa um corte típico de corrimão de escada rolante, ilustra-se a aplicação desses materiais.

Figura 1 – Corrimão – geometria típica



Fonte: autores

Buscando ampliar o nível de padronização dos produtos e dos seus processos produtivos para, principalmente, facilitar a produção e aumentar a produtividade, foram sugeridas e desenvolvidas duas novas formulações de borracha, com o propósito de substituir as quatro utilizadas, eliminando assim, etapas do processo produtivo.

Tendo em vista essa orientação tecnológica, utilizou-se a seguinte metodologia:

- a) caracterizar tecnicamente os compostos de borracha atualmente utilizados pela empresa, bem como, avaliar o seu atual processo produtivo;
- b) a partir das características técnicas assim conhecidas, propor formulações que propiciassem, pelo menos, o mesmo padrão de desempenho e qualidade;
- c) produzir os compostos de borracha elaborados a partir das novas formulações; e
- d) caracterizar os compostos de borracha visando à confirmação da sua aplicabilidade.

3.1 Caracterização das matérias-primas

As matérias-primas originariamente utilizadas, foram caracterizadas por meio do levantamento de curvas reométricas e da avaliação das suas propriedades com base em normas técnicas, conforme exposto no Quadro 1.

Quadro 1 - Propriedades

Propriedade	Norma técnica	Quantidade de corpos de prova usados por ensaio	Quantidade de determinações por corpo de prova
Dureza Shore A	ASTM D2240-15	1	10
Resistência à tração	ASTM D412-06 ^a	3	1
Resistência ao rasgamento	ASTM D624-00	3	1
Densidade	ASTM D297-15	3	1
Resistência à abrasão	ABNT NBR ISO 4649	3	1

Fonte: autores

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

3.1.1 Resultados da determinação de propriedades

Os resultados das determinações das propriedades físicas dos compostos originalmente utilizados são apresentados nas Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5.

Observa-se que as determinações da densidade e da resistência à abrasão dos compostos C2 e C4, ver as Tabelas 4 e 5, não foram realizadas por não terem sido consideradas, no momento, relevantes.

Tabela 1 – Resultados de ensaio – Dureza Tipo A

Compostos	Dureza Tipo A (pontos)	
	Mediana	Desvio padrão
C1	77	1,42
C2	75	0,56
C3	53	0,61
C4	80	0,83

Fonte: autores

Tabela 2 – Resultados de ensaio – Resistência à tração

Compostos	Resistência à tração				
	Tensão de ruptura (MPa)	Alongamento na ruptura (%)	Módulo (MPa)		
			100%	200%	300%
C1	13,88	390,1	3,93	7,74	11,48
C2	11,19	331,0	3,65	6,64	10,07
C3	9,52	508,6	1,42	2,84	4,81
C4	4,55	199,3	2,74	---	---

Fonte: autores

Tabela 3 – Resultados de ensaio – resistência ao rasgamento

Compostos	Resistência ao rasgamento (N/mm)
C1	90,26
C2	61,59
C3	33,86
C4	31,28

Fonte: autores

Tabela 4 – Resultados de ensaio – densidade

Compostos	Densidade (g/cm ³)	
	Mediana	Desvio padrão
C1	1,21	0,02
C2	Ensaio não realizado	
C3	1,17	0,00
C4	Ensaio não realizado	

Fonte: autores

Tabela 5 – Resultados de ensaio – Resistência à abrasão

Compostos	Resistência à abrasão (mm ³)		
	Média	Mediana	Desvio padrão
C1	177,01	178,06	3,47
C2	Ensaio não realizado		
C3	196,10	197,93	3,62
C4	Ensaio não realizado		

Fonte: autores

3.1.2 Resultados dos ensaios de reometria

Os ensaios de reometria para a determinação do tempo de cura/vulcanização foram realizados em conformidade com as *diretrizes gerais* da ASTM D2084-11. Esses ensaios produziram um conjunto de informações que, em parte, estão sistematizadas, na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados de ensaio – Reometria

Compostos	T1	T2	T90
	(s)	(s)	(s)
C1	180	215	531
C2	127	146	756
C3	203	241	697
C4	178	224	944

Fonte: autores

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.

3.2 Novas formulações

A partir da caracterização das matérias primas utilizadas, foram desenvolvidos dois compostos. O primeiro trata-se de um composto base denominado IPT-01. Esse composto é basicamente constituído por: borracha natural; ativadores; antioxidantes e antiozonantes; agentes de pegajosidade; cargas pretas (negros de fumo); cargas brancas (minerais); agente de cura e aceleradores. Esse composto tem como destino a substituição dos compostos C1, C2 e C4 originariamente utilizados. O segundo composto, denominado IPT-02, foi obtido do primeiro a partir da adição de óleo aromático para melhor impregnar o composto na lona e, naturalmente, tem como propósito a substituição do composto C3 utilizado para a impregnação de lonas. Como o segundo é essencialmente igual ao primeiro, somente o composto IPT-01 foi caracterizado tecnicamente obtendo-se as propriedades constantes do Quadro 2.

Além da determinação das propriedades, também foi realizada a análise reométrica nas duas formulações, obtendo-se os dados constantes da Tabela 7.

Quadro 2 – Propriedades do composto IPT-01

Propriedades	Resultados		
Dureza Tipo A	Mediana: 77 pontos		Desvio padrão: 1,42 pontos
Resistência à tração	Tensão de ruptura: 16,05 MPa		
	Alongamento na ruptura: 468,9%		Módulo (MPa) 100% 2,74%
Resistência ao rasgamento	85,53 N/mm		
Densidade (g/cm ³)	Mediana: 1,18 g/cm ³		Desvio padrão: 0,0 g/cm ³
Resistência à abrasão	Média: 141,3 mm ³	Mediana: 140,13 mm ³	Desvio padrão: 2,58 mm ³

Fonte: autores

Tabela 7 – Resultados de ensaio – Reometria

Composto	T1 (s)	T2 (s)	T90 (s)
IPT-01	232	255	427
IPT-02	257	281	574

Fonte: autores

3.3 Comparação entre formulações

3.3.1 Propriedades

Analisando-se as propriedades experimentalmente determinadas, verifica-se:

- a) a dureza do composto IPT-01 é semelhante às dos compostos C1, C2 e C4 e superior à do composto C3;
- b) a resistência à tração do composto IPT-01 é superior às dos compostos C1, C2, C3 e C4;
- c) a resistência ao rasgamento do composto IPT-01 é semelhante à do C1 e significativamente superior às dos compostos C2, C3 e C4;
- d) a resistência à abrasão apresentada pelo composto IPT-01 é inferior às dos compostos C1 e C3. No entanto os valores obtidos são adequados à fabricação dos corrimãos; e
- e) a densidade do composto IPT-01 é semelhante às dos compostos C1 e C3.

3.3.2 Reometria

Os resultados das análises reométricas indicam que o T90, que é o tempo considerado como sendo necessário para atingir um estado adequado de vulcanização, avaliado para o composto IPT-02 (574 s) é significativamente menor do que o T90 do composto C4 (944 s) que é, do ponto de vista de vulcanização, o composto crítico. Esse resultado sugere que o tempo de vulcanização dos produtos a serem produzidos com as novas formulações poderá ser significativamente menor, impactando de forma positiva a produtividade.

3.4 Outras ações tecnológicas

Além das ações referentes à gestão do processo produtivo e da proposição de novas formulações e das melhorias disso derivadas, sugeriu-se:

- a) realização de manutenção da tubulação de distribuição de vapor que apresentava pequenos vazamentos;
- b) alterações na geometria dos pré-formados dos compostos, tendo sido sugerido o aumento das suas espessuras reduzindo o número de etapas de montagem causadas pela necessidade de sobreposição de várias camadas finas desse composto; e
- c) realização do controle do peso e da espessura dos pré-formados aliado a outros controles de parâmetros de produção.

4. Resultados

A essencialidade do trabalho foi o foco no aumento de produtividade e redução de custos. Por esse motivo, o conjunto completo de ações que caracterizam a gestão avançada, ou seja: atividades de gestão tradicional do processo produtivo aliadas a ações tecnológicas sobre o produto e seu processo, foi orientado com foco na mudança da cultura da empresa, na melhoria da qualidade do produto e, sobretudo, no aumento de produtividade.

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 duas formulações de compostos de borracha com propriedades físicas, em média, superiores às dos quatro compostos anteriormente utilizados, abriu espaço para a redução dos tempos de vulcanização e para a melhoria da qualidade dos produtos. Complementarmente, as alterações nas geometrias dos pré-formados, a realização do controle dos seus pesos e espessuras contribuíram para o aumento de produtividade.

Tendo em vista esse cenário virtuoso, estima-se que o aumento de produtividade foi de 20%, acompanhado pela redução dos custos de produção da ordem de 10%.

Deve ser notado que somente o desenvolvimento de duas novas formulações com propriedades melhores do que as quatro anteriormente utilizadas, certamente promoveria o aumento de produtividade e redução de custos, semelhantemente as ações sobre o processo de gestão também produziram melhora da produtividade. Entretanto, o trabalho conjunto envolvendo as duas frentes 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 D297**: Standard Test Methods for Rubber Products — Chemical Analysis. Pensilvânia: ASTM, 2015.

_____. **ASTM D412**: Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers — Tension. Pensilvânia: ASTM, 2016.

_____. **ASTM D624**: Standard Test Method for Tear Strength of Conventional Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers. 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.