

# tecno metal

INOVAÇÃO NAS EMPRESAS DE  
METALURGIA E METALOMECÂNICA

Bimestral Maio|Junho 2014 7,50€



**Criação de valor sustentável numa  
organização**

**A ISO 50001  
- Sistemas de Gestão de Energia**

**TecnoMetal entrevista  
Ana Teresa Lehmann,  
Professora na Porto Business School  
e Professora Associada na FEP-UP**



## Ferramentas avançadas para o desenvolvimento de novos produtos, sistemas e serviços

A abordagem inserida no Projeto Mobilizador PRODUTECH PTI - PPS 2.1

O presente artigo insere-se no contexto da divulgação de atividades e resultados dos projetos mobilizadores PRODUTECH PSI<sup>(1)</sup> e PRODUTECH PTI<sup>(2)</sup>, os quais integram o projeto-âncora "Investigação, Desenvolvimento e Demonstração" do Polo das Tecnologias de Produção e são apoiados pelo Sistema de Incentivos à Investigação e Desenvolvimento Tecnológico do QREN – Quadro de Referência Estratégico Nacional e do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional da União Europeia.

### Enquadramento

O projeto PRODUTECH PTI - Novos Processos e Tecnologias Inovadores para a Fileira das Tecnologias de Produção, visou o aumento de competitividade e de sustentabilidade das empresas da fileira das tecnologias de produção, através da utilização de modelos de negócio inovadores e adaptados aos novos requisitos dos mercados mais exigentes, do desenvolvimento e implementação de novas metodologias e ferramentas, nomeadamente no desenvolvimento de produto e incorporação de novas tecnologias nos seus produtos/ serviços. No sub projeto PTI-PPS2 – Ferramentas Avançadas para o Desenvolvimento de Produtos e Sistemas, foram criadas metodologias e implementadas ferramentas avançadas para o desenvolvimento de novos produtos, sistemas e serviços, com especial ênfase nas áreas do desenvolvimento de novos produtos (Atividade 2.1), conceção ecológica e eco-eficiente (Atividade 2.2), modelização e simulação de sistemas de produção (Atividade 2.3) e conceção e construção de equipamentos do tipo multi-operação (Atividade 2.4).

Texto: António Baptista, João Paulo Pereira [INEGI – Instituto de Engenharia Mecânica e de Gestão Industrial]; Marco Leite, António Relógio Ribeiro [IST – Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa]

(<sup>1</sup>) O Projeto Mobilizador PRODUTECH PSI – Novos Produtos e Serviços para a Indústria Transformadora, reunindo um consórcio de 40 parceiros (24 empresas e 16 Entidades do Sistema Científico e Tecnológico Nacional), tem como objetivo o desenvolvimento de novos produtos e serviços, integrando soluções inovadoras e tecnologicamente avançadas, que serão comercializados no futuro por empresas da fileira das Tecnologias de Produção, contribuindo assim para a diferenciação e competitividade da Indústria Nacional.

(<sup>2</sup>) O Projeto Mobilizador PRODUTECH PTI – Novos Processos e Tecnologias Inovadoras para a Fileira das Tecnologias de Produção, reunindo um consórcio de 19 parceiros (8 empresas e 11 Entidades do Sistema Científico e Tecnológico Nacional), tem como objetivo o desenvolvimento de novas tecnologias, processos e modelos de negócio inovadores para a fileira das Tecnologias de Produção, contribuindo para o lançamento de bases de sustentabilidade e competitividade das empresas pertencentes a esta Indústria.

## Sumário

Com a atividade designada por PTI 2.1 – PD Tools pretendeu-se dar resposta a um conjunto de pressões e requisitos que recaem atualmente sobre o processo de desenvolvimento de novos produtos, ou de bens de equipamento. As tarefas realizadas abordaram um conjunto de áreas, desde a gestão de sistemas complexos; o aumento de eficiência do processo de desenvolvimento de produto; plataformas e modularidade de

sistemas, comunalidade/standardização; ferramentas avançadas de cálculo; fabricação aditiva e desenvolvimento de ferramentas/software de apoio. Os desenvolvimentos efetuados e os resultados obtidos constituem-se de grande pertinência para um posicionamento pró-ativo e competitivo das empresas no lançamento de novos ou melhorados produtos e também do seu nível organizacional e de eficiência de processos internos.

Neste artigo apresenta-se o enquadramento global da atividade PD Tools, a estruturação dos trabalhos desenvolvidos com os diferentes temas estudados e uma síntese dos principais desenvolvimentos e resultados alcançados. Estiveram envolvidas 9 entidades: 3 entidades do sistema tecnológico nacional, INEGI, IST e CENTIMFE; 5 empresas fabricantes de bens de equipamento, ADIRA, CEI, TEGOPI, AZEVEDOS INDÚSTRIA e MJ AMARAL; e 1 empresa desenvolvedora de software de gestão, SISTRADE.

## 1. INTRODUÇÃO

Na presença de um mundo globalizado e contactável instantaneamente em termos de informação e comunicações, a velocidade de mudança e de adaptação ao mercado tornou-se crucial para os fabricantes de produtos e, no caso concreto da fileira dos produtores de bens de equipamento, para os fabricantes de máquinas-ferramenta. Com efeito, para manter uma elevada competitividade face à forte e mundialmente dispersa concorrência, é essencial que as empresas consigam desenvolver os seus produtos de uma forma rápida e funcional garantindo, no entanto, a sua qualidade e uma vantajosa adequação dos produtos às necessidades dos seus mercados. O mercado dos bens de equipamento tem imposto alterações nas empresas a diversos níveis. Dentre os mais relevantes podem ser destacados: a redução das quantidades por encomenda e maior especificidade para a compra (o que força a uma maior capacidade de customização e desenvolvimento de máquinas não standard, ditas “especiais”); a redução dos prazos de fornecimento (o que obriga a uma maior agilidade e capacidade de resposta integral das empresas e da sua cadeia de abastecimento); o aumento da diversidade de modelos e versões para dar resposta às complexas necessidades e solicitações do mercado; respeitar as elevadas exigências legais e normativas; atribuir importância acrescida à eficiência energética e ambiental dos equipamentos; responder à necessidade de integração de tecnologias de ponta quer para os processos de fabrico propriamente ditos, quer para o controlo e interação homem-máquina recorrendo às mais avançadas tecnologias de informação e sensores/instrumentação.

Assim, cada vez mais, os fabricantes líderes de bens de equipamento e dos seus componentes são obrigados a dar mais ênfase ao desenvolvimento de produto das suas soluções. Face a outras décadas, onde o custeio de produção se baseava fortemente nos vetores-custo mão-de-obra e materiais, atualmente, com fatores de competitividade que não são controláveis, tendo em conta a competição desregulada em termos do mercado globalizado, uma res-

posta para garantir a sustentabilidade das empresas produtoras de bens de equipamento (subindo na cadeia de valor por via da diferenciação de produto e das suas capacidades) passa por apostar estrategicamente no desenvolvimento e inovação dos seus produtos.

Aspetos diferenciadores como a funcionalidade e a ergonomia, a otimização do consumo de energia e a eficiência durante o uso de um equipamento traduzem-se em ganhos na produtividade para o utilizador final, o que pode fazer a diferenciação de compra tendo em conta similares ofertas de valor em termos de custo de aquisição. Esta tendência, de os fabricantes apostarem cada vez mais na redução dos custos de utilização dos equipamentos, é cada vez mais patente na exposição e divulgação dos produtos dos grandes fabricantes mundiais.

Por outro lado, a par com a vertente de diferenciação em termos de interação homem-máquina, tecnologias inovadoras ou aumento de eficiência de funcionamento (quer em termos de energia, quer em velocidade de processamento), continua a ser vital a busca contínua para a otimização de custos ao longo do ciclo de desenvolvimento e produção. É deste

modo muito importante a incorporação de processos internos mais focados na geração de valor (redução de desperdício), na procura da otimização do produto (materiais e componentes que o constituem) e do próprio processo de fabrico, que conduzam a menores custos de aquisição e operação por parte do cliente, mantendo ou aumentando a margem de operação por parte da empresa fabricante.

A atividade PD TOOLS, Ferramentas Avançadas para o Desenvolvimento de Produtos e Sistemas, atuou no contexto do projeto mobilizador PTI do polo das tecnologias de Produção PRODU-TECH<sup>(3)</sup> como um dos elementos fulcrais para potenciar o desenvolvimento aplicado de novos métodos e a criação de ferramentas adaptadas à realidade dos desafios das empresas portuguesas produtoras de bens de equipamento. O objetivo fundamental consiste em que os desenvolvimentos sejam devidamente endogeneizados e possam ter impacto efetivo na melhoria dos processos de desenvolvimento e inovação e, conseqüentemente, na competitividade dos novos produtos das empresas.

Os principais objetivos da atividade consistiram:

- ↳ Na demonstração das potencialidades dos modernos sistemas avançados de desenvolvimento de produto assistidos por computador;
- ↳ No fomento do uso das ferramentas, tecnologias e metodologias de desenvolvimento de produto;
- ↳ No desenvolvimento de ferramentas e metodologias para utilização nos processos de desenvolvimento de produto;
- ↳ No desenvolvimento e implementação de módulos ou apli-

cações capazes de integrar no processo de desenvolvimento de produto as melhores práticas

- ↳ Na promoção da endogeneização sustentada pelas empresas de sistemas avançados de desenvolvimento de produto.

As metas da atividade foram estabelecidas e articuladas de acordo com as necessidades e desafios identificados anteriormente, mas que também tiveram em conta o mapeamento da realidade das empresas envolvidas no consórcio e as novidades e tendências tecnológicas surgidas no decorrer do projeto. São listadas abaixo as principais metas delineadas para a atividade:

- ↳ Diminuição do tempo de lançamento de novos produtos;
- ↳ Aumento da qualidade dos produtos desenvolvidos;
- ↳ Diminuição dos processos de validação física por tentativa-erro;
- ↳ Diminuição global de custos;
- ↳ Melhor resposta às necessidades do cliente;
- ↳ Competências acrescidas da equipa de desenvolvimento de produto;
- ↳ Melhor gestão da produção.

A estratégia para constituição do consórcio da atividade assentou na complementaridade dos conhecimentos e experiências das empresas produtoras de bens de equipamento, desenvolvimento de software e das entidades do Sistema Científico e Tecnológico (SCT): INEGI, IST, CENTIMFE participantes neste projeto. As entidades do SCT ficaram encarregues do desenvolvimento de metodologias e ferramentas de apoio ao processo de desenvolvimento de produto na vertente de gestão de processos complexos (processos colaborativos e envolvimento de clientes); na aplicação de princípios de Lean Management; e na introdução de ferramentas de gestão de conhecimento e automatização de tarefas. As empresas ADIRA, AZEVEDOS INDÚSTRIA, CEI, TEGOPI e M.J. AMARAL atuaram, numa primeira fase, na identificação de necessidades e de que modo estas se manifestam na sua área específica de atividade, conduzindo assim à especificação das metodologias, ferramentas e aplicações de software a ser desenvolvidas. Numa segunda fase, as empresas aplicaram os novos métodos e ferramentas no seu processo de desenvolvimento, atuando assim na implementação prática de melhorias e validação das metodologias desenvolvidas. A empresa SISTRADE foi responsável pelo desenvolvimento de novas ferramentas e aplicações que permitiram o teste dos desenvolvimentos desta atividade, nomeadamente de interface CAD-ERP e na implementação de um novo Software de Gestão Operacional de Projetos designado de MyPLANUS.

<sup>(3)</sup> [www.produtech.org](http://www.produtech.org) e <http://mobilizadores.produtech.org/pt>

## 2. METODOLOGIA SEGUIDA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS

A metodologia utilizada para escolher e implementar métodos para atingir melhorias no processo de desenvolvimento de produto corresponde a uma combinação de abordagens: uma revisão da literatura, um estudo quantitativo inicial dos parâmetros do processo de desenvolvimento de produto (número de pessoas envolvidas, o número de projetos, número de peças envolvidas em cada produto, esquema de fornecedores, entre outros), um questionário diferenciado entre os gestores os engenheiros seguidos de entrevistas informais com pessoas envolvidas e observação direta das práticas das empresas (Sessões *Gemba*).

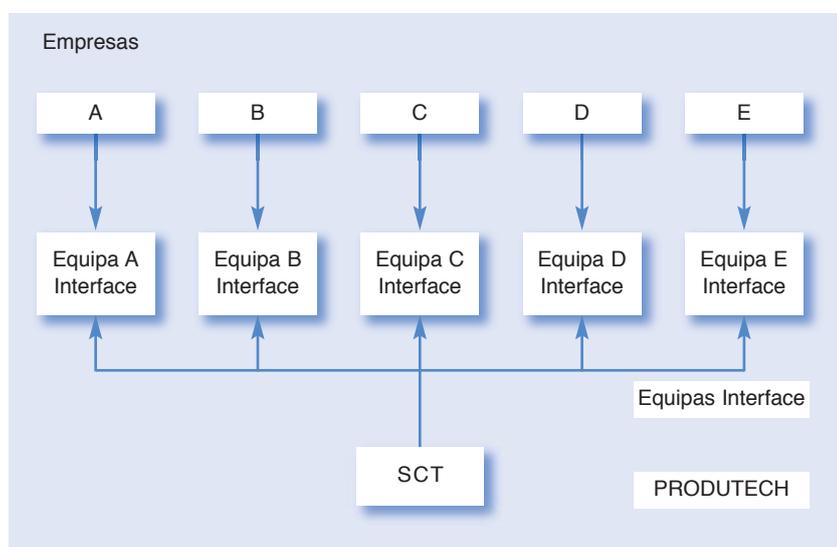


Figura 1 – Equipas de interface entre as empresas e o SCT

Estas sessões *Gemba* revelaram ser de extrema importância, visto serem a principal plataforma de troca de informações entre as empresas e os elementos do SCT. Seguidamente apresenta-se o procedimento desenvolvido no consórcio para obter mudanças no processo de desenvolvimento de produto.

Para cada empresa foi criado um elemento de ligação, um objeto de fronteira, para gerir a comunicação entre os responsáveis da empresa e do SCT. As equipas formadas eram mistas e cada membro era responsável pela recolha e divulgação de informações dentro de suas organizações. Uma vez que uma das responsabilidades de cada equipa é ser um objeto de fronteira entre a universidade e a empresa, foram intituladas de equipa de interface. A Figura 1 apresenta, de forma esquemática, as equipas de interface. De notar que se pro-



Figura 2 – Metodologia de implementação da mudança

curava que, do lado da empresa, toda a empresa participasse, sendo fundamental existir uma ligação constante entre os vários parceiros.

Em variados pontos do processo, cada um dos membros da equipa de interface considerava a necessidade de interligar outros elementos da empresa ou da universidade para reunir dados, responder a questionários ou fornecer qualquer outra informação ou sugestão.

Para o desenvolvimento dos trabalhos, as várias equipas de interface seguiram uma abordagem por fases para desenvolver a aplicação de técnicas que aumentassem as capacidades dos seus departamentos de engenharia. Em primeiro lugar, foi executada uma fase de identificação, seguindo-se a priorização e as fases de implementação e de divulgação. Note-se que a disseminação foi feita dentro da empresa e também ao nível do consórcio para a generalização das questões/soluções e em artigos de divulgação científica para conhecimento geral. Procurou-se assim obter um efeito de mobilização sectorial que é o objetivo base do projeto PRODUTECH PTI(Figura 2).

Na etapa de identificação, foram realizadas três sessões de *Gemba* com a equipa de interface para observar o processo atual (à data do projeto) de desenvolvimento de produto. Deste modo foi possível a observação do processo no local. As entrevistas com os engenheiros e técnicos permitiram a elaboração de documentação sobre as suas necessidades e também deu oportunidade aos mesmos de apresentar o seu ponto de vista, fundamental na filosofia Lean. Além das entrevistas aos engenheiros e projetistas, realizaram-se entrevistas a outro nível com os gestores de topo, para compreender as necessidades e o estágio de maturidade de cada empresa.

Um questionário comum foi produzido e enviado para cada empresa. Este questionário permitiu que a equipa de interface beneficiasse de uma imagem

global do perfil das empresas em relação ao desenvolvimento de produtos e temas ligados ao Lean. O desenvolvimento do questionário decorreu de forma simultânea com as sessões Gemba. Um resultado interessante da abordagem foi compreender as diferentes perspetivas sobre a realidade da empresa entre a gestão de topo e os engenheiros.

Visto que a lista de necessidades identificadas em cada empresa foi grande, com mais de 20 itens a serem necessários tratar, foi necessário efetuar uma priorização das necessidades que depois deram lugar ao estudo, criação e implementação de melhorias de processo. As questões identificadas também se caracterizaram por ter uma perspetiva muito diversa no objetivo e no enquadramento, desde simples tarefas como a implementação de "caixa de sugestões virtual", a grandes mudanças no sistema de informação. A sistematização da importância de cada questão foi discutida pela equipa de interface e foi produzido um "formulário do modelo" para cada empresa com os seguintes campos: Necessidade, Ação / Medida, Objetivos, Prazo de execução, Prioridade, Ganho qualitativo e quantitativo, Tempo de implementação e o "Stopper" (elemento ou ação que garantisse o não-retrocesso da melhoria).

Com a lista de prioridades para cada empresa apresentada e discutida, foi possível passar à fase de criação de melhorias e, de modo diferenciado para cada empresa, avançar com a fase de implementação. Nesta fase, a equipa de interface foi responsável por validar os esforços da empresa em relação a melhoria, contabilizar os ganhos e produzir a documentação.

Na fase de divulgação, os resultados de cada empresa foram apresentados, primeiro na própria empresa, depois em sessões do consórcio e finalmente em revistas e jornais de divulgação científica. Os resultados foram avaliados por cada empresa e foram efetuadas algumas generalizações para outras secções das mes-

mas. No final de todo o processo, as empresas ficaram com um roteiro para a implementação de técnicas de desenvolvimento de produto *Lean* nas suas equipas de desenvolvimento.

Deve ser realçado que este processo não é um processo estático, mas sim um verdadeiro processo de melhoria contínua do ciclo de desenvolvimento de produto semelhante ao Plan-Do-Check-Act que Deming propôs em seu trabalho de referência [1].

Na Figura 3, é apresentado o diagrama resumo da metodologia seguida. O ciclo "Identificação-Priorização-Implementação-Divulgação" (IPID) poderá ser seguido para a gestão da mudança dentro das organizações. Neste caso particular, a presença em consórcio de empresas permite-lhes uma aceleração do processo, visto que todos podem observar as lições e caminhos seguidos por

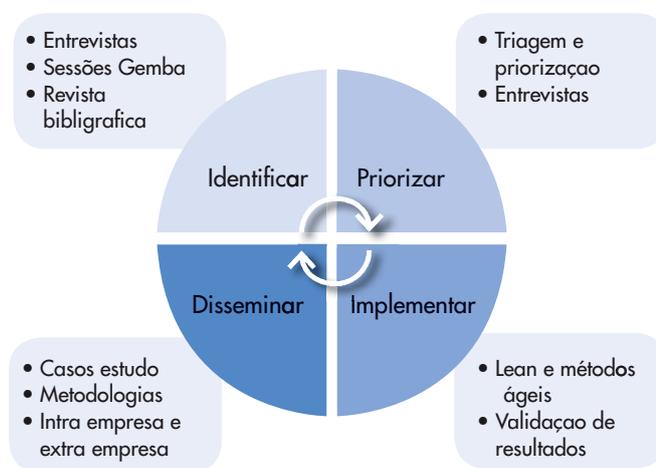


Figura 3 – Ciclo IPID para a gestão da mudança em ambiente de consórcio

outros.

### 3. PRINCIPAIS DESENVOLVIMENTOS ALCANÇADOS

Neste capítulo, apresentam-se os desenvolvimentos que já foram avaliados cientificamente em teses de mestrado [2, 3], congressos da especialidade [4, 5] e artigos científicos [6] e os resultados que não estão sujeitos a confidencialidade por parte das empresas envolvidas.

Ao longo do decurso do projeto, foram sempre tidos em conta dois pilares essenciais da Filosofia Lean: o Respeito pela Humanidade das pessoas e o foco na Melhoria Contínua. Nesse contexto, procurou-se valorizar a compreensão pela gestão de topo de utilizar a componente humana dos seus colaboradores como uma vantagem competitiva e que possa atuar no sentido de concretizar, em particular criando uma dinâmica de melhoria contínua dos seus processos e eliminação dos desperdícios.

Um dos desenvolvimentos mais apreciados e que está subjacente à adequada utilização dos colaboradores em termos de capacidades e respeito pela sua opinião, consistiu na criação de uma metodolo-

Nome:			Função:		
Avaliação	5 = Muito Bom	4 = Bom	3 = Médio	2 = Baixo	1 = Muito Baixo
Tipo	Área	Instituição	Especialização	Avaliação (Escala 0/20)	Nível
Formação					

Tipo	Área	Designação	Avaliação	Motivação intrínseca
Experiência	Profissional	N.º de Anos de Experiência Profissional		
Experiência	Projetos	N.º de Projetos em que Participaste (Estimado)		
Áreas de Conhecimento	CAE	Estático		
Áreas de Conhecimento	CAE	Dinâmico		
Áreas de Conhecimento	CAE	Fadiga		
Áreas de Conhecimento	CAE	NVH – Noise, Vibration, Harshness		
Áreas de Conhecimento	CAE	Otimização		
Áreas de Conhecimento	CAE	Processo		
Áreas de Conhecimento	Desenhos de fabrico	Desenhos de conjunto e detalhe 2D com tolerâncias de fabrico		
Áreas de Conhecimento	EcoDesign	LCA - Life Cycle Assessment		
Áreas de Conhecimento	EcoDesign	LCC - Life Cycle Cost		
Áreas de Conhecimento	Gestão de Projetos	Gestão de Projetos		

Figura 4 – Lista parcial da matriz de competências e motivações para um colaborador

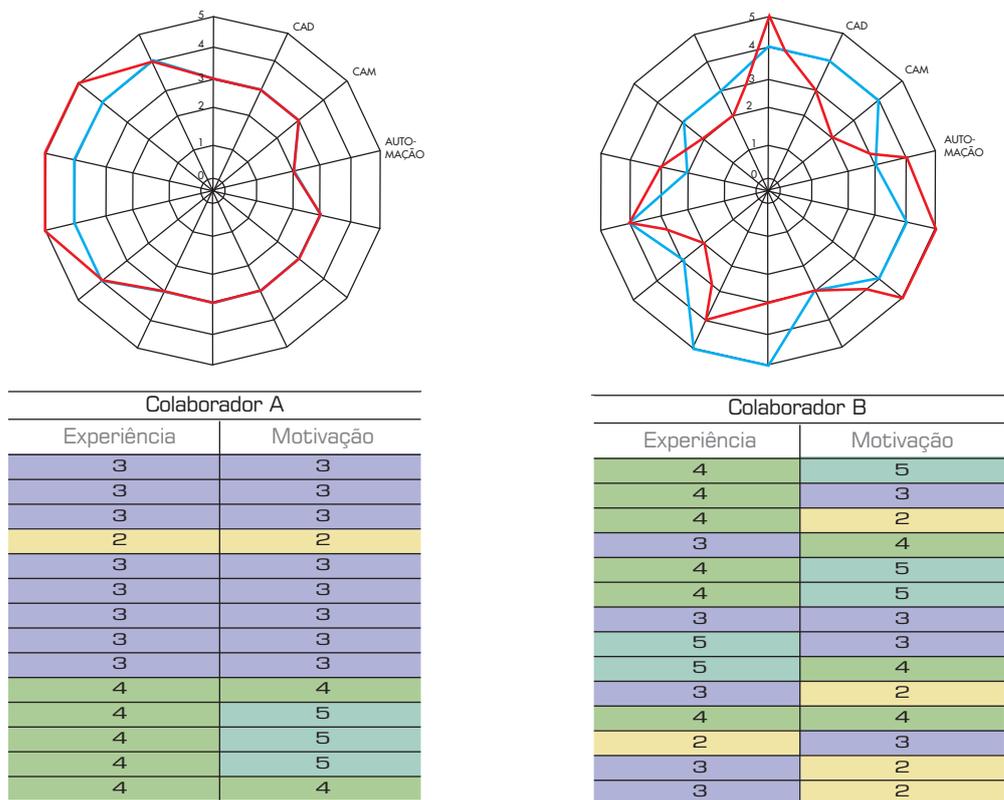


Figura 5 – Vista da matriz de competências e motivações consolidada para dois colaboradores (a linha azul representa a competência e a vermelha a motivação intrínseca associada).

gia e ferramenta designada por Matriz de Competências e Motivações Intrínsecas (Figura 4 e Figura 5). A metodologia passa inicialmente pela recolha de indicadores em regime de autoavaliação (numa escala de 0 a 5) que permitam avaliar as suas competências técnicas nas várias áreas relacionadas com o desenvolvimento de produto, e as motivações intrínsecas para cada uma dessas áreas. Estes dois indicadores não devem ser dissociados, pois o facto de um colaborador ainda não ter experiência em determinadas áreas iria consequentemente resultar em baixas autoavaliações de competência técnica e o seu potencial em termos de motivação seria ignorado pela empresa. Por outro lado, existem estudos que relacionam a motivação intrínseca com o aumento de desempenho, pelo que potencialmente existe uma vantagem competitiva em associar às tarefas os colaboradores mais predispostos para as executar. Assim, haverá mais persistência na procura de atingir os resultados pretendidos e de se atingir um maior nível de capacidade técnica como resultado da insistência na aprendizagem. Segundo Volmaer, et al. [7] a motivação afeta a intensidade e duração das atividades de aprendizagem e afeta a persistência e, se houver tempo suficiente disponível, então haverá maior tempo despendido na atividade de aprendizagem. Por consequência, tal como descrito em Bloom [8], a persistência e frequência afetam o desempenho e quanto mais tempo uma pessoa dedica a aprender uma tarefa, ou quanto mais interage com ela, melhor será o seu desempenho.

Além do potencial aumento de desempenho, esta abordagem permite aumentar a satisfação dos colaboradores, pelo facto de o seu trabalho incidir sobretudo nas áreas com que mais se identificam, reduzindo assim a rotação dos colaboradores (saídas e entradas na empresa), o que também deve ser visto como vantagem competitiva, pois é reduzido o custo de ineficiência

associada à integração de novos colaboradores. Adicionalmente, esta medida vai de encontro à afirmação anteriormente referida por Sugimori [9] em que permitir que os colaboradores sejam plenamente capazes de exhibir as suas capacidades, é, conceptualmente, a fundação de um ambiente de respeito pela humanidade dos indivíduos da mais alta ordem.

Os indicadores devem ser atualizados pelos colaboradores periodicamente, sendo recomendada uma nova ronda de consulta com 6 a 12 meses de intervalo e sempre que há admissão de novos colaboradores ou mudança relevante que o justifique (ação de formação específica ou extraordinária).

A utilização da matriz compilada de competências e motivações da equipa de desenvolvimento (ou outro departamento) de uma empresa pode ser utilizada, com mais-valias sob vários aspetos de gestão de colaboradores. São elencadas abaixo algumas das vantagens mais significativas:

- ↳ Alocação inicial ou substituição de colaboradores em equipas, garantindo um nível mínimo de competência técnica em cada área específica do projeto e tendo em conta a motivação do colaborador para essa área técnica;
- ↳ Identificar pontos insuficiências técnicas dentro da organização e dar suporte ao reforço de competências por contratação ou na planificação de formações
- ↳ Identificar talentos desconhecidos em determinadas áreas técnicas
- ↳ Suporte à gestão de carreiras e evolução de colaboradores, sabendo as áreas para as quais estão mais motivados
- ↳ Localizar situações em que colaboradores estão alocados em projetos cujas áreas de atuação, apesar de serem competentes, não estão motivados (minimizar elevadas rotatividade por abandono da empresa por desmotivação técnica)
- ↳ Ser uma ferramenta capaz de apoiar a gestão de conhecimento na organização, na vertente mais complexa e oculta que corresponde ao conhecimento detido pelos próprios colaboradores (intangível no seu valor e de difícil retenção documental e/ou de recuperação uma vez perdido)
- ↳ Possibilidade de localizar facilmente, através de procura rápida, quem na equipa/organização pode dar resposta adequada a um dado desafio técnico, consoante a complexidade exigida.

O segundo desenvolvimento criado e validado na aplicação das melhorias nas empresas consistiu no que foi denominado de conceito “**stopper**”. O ciclo “*Plan-Do-Check-Act*” (PDCA), ou também designado por Ciclo de Deming acima referido, assenta no fundamento que pressupõe que a execução contínua do ciclo irá sempre trazer mais conhecimento sobre o processo, uma vez que as medidas implementadas traduzir-se-ão sempre em efeitos que são registados e estudados e, assim sendo, cada ciclo completo fará com que se fique mais perto do objetivo pré-estabelecido para uma dada ação de melhoria. Se executarmos o ciclo continuamente

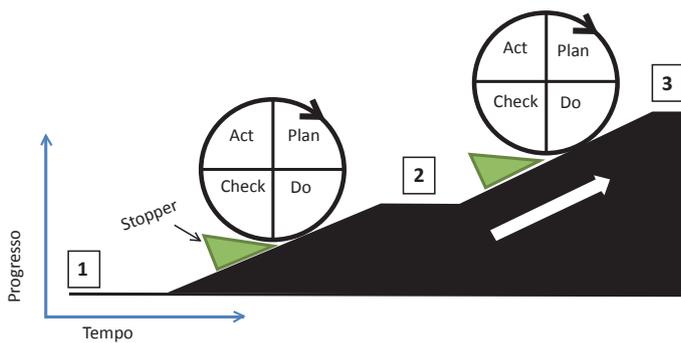


Figura 6 – Ilustração do conceito stopper e dos vários estados de um processo em melhoria

estaremos a caminhar para a perfeição do processo, para o seu desempenho máximo. No entanto, neste percurso de melhoria contínua surge a necessidade de um elemento que garanta a consolidação das melhorias que vão sendo alcançadas entre estados. Na implementação de um processo de melhoria contínua esta é uma das questões mais importantes a ter em conta.

A Figura 6 ilustra o conceito *stopper*, identificando-se que entre o estado “1” (estado inicial) e o estado “2” (objetivo) o processo não está consolidado e que a ausência de um *stopper* (mecanismo de bloqueio) implicaria o retrocesso gradual do processo até ao estado inicial. Deve ser esclarecido que o *stopper* se distingue do conceito de patamar de standardização sustentada obtido no final de cada ação de melhoria, previsto nos fundamentos de Deming (ilustrado com os patamares “2” ou “3” da Figura 6). Com o *stopper* pretende-se que, no período de transição que medeia a introdução e estabilização de um novo processo resultante de uma ação de melhoria, exista um mecanismo que preveja os pontos fracos ou potenciais modos de falha da própria ação de melhoria. A implementação de uma oportunidade de melhoria só pode ser considerada completa e efetiva (perdurável no tempo e com o passar das pessoas pelas organizações) assim que a ausência do *stopper* não implique o retrocesso do processo a estados anteriores.

Se não for previsto, numa dada ação de melhoria, um *stopper* que garanta o não-retrocesso dessa evolução de melhoria, incorre-se no risco de todo o esforço (e custo) de melhoria ser desperdiçado passado pouco ou algum tempo, com reflexos negativos, não só para o processo que regressa ao estado inicial ineficaz, mas também com reflexos na desmoralização dos colaboradores face ao processo de melhoria. É um exercício interessante e produtivo, consoante o estado de maturidade da organização para com as diversas ferramentas Lean, apresentar o conceito *stopper* como um desafio em termos do estudo dos modos potenciais de falha e, para cada um deles, desenhar um bloqueio (plano de prevenção) que evite o retrocesso da melhoria em causa. Uma das boas práticas para a criação de *stoppers* consiste em desenhar mecanismos do tipo “passa-não passa” à prova de erros (*Poka-Yoke* na terminologia original japonesa), nomeadamente utilizando os sistemas de informação, caso seja possível ou aplicável ao domínio da melhoria. Só em último recurso deve ser considerado um *stopper* baseado

apenas no controlo humano, que se observou, como seria de esperar, ao longo do projeto como sendo um *stopper* fraco e a utilizar só como último recurso. Além de bloqueios propositalmente para evitar o retrocesso da melhoria, por vezes um bom *stopper* pode ser uma mistura de bloqueio através de sistema de informação, coadjuvado com forte motivação ou propensão para que a melhoria seja embebida o mais naturalmente possível pela organização. Nomeadamente, podem ser descritos a aplicação de ideias dos próprios colaboradores (para minorar a resistência à mudança) ou a intervenção de colaboradores cujo impacto da melhoria seja tão evidente que farão tudo para que a mesma se transforme em prática e processo standard corrente na organização. Nesse sentido, o conceito *stopper* pode e deve ser também aplicado em ações de melhoria que tentem resolver problemas recorrentes, após se ter aplicado a procura de causas-raiz para esses problemas.

Além dos dois desenvolvimentos atrás descritos, foram desenvolvidos outros conceitos inovadores que irão ser publicados no futuro nesta revista e uma série de concretizações de ações de melhorias nas empresas do consórcio. Listam-se abaixo alguns dos tipos de implementações levados a cabo e teste de metodologias ou ferramentas de desenvolvimento de produto!

- ↳ Adoção de ferramentas devidamente estruturadas para o registo, controlo de implementação e valorização de sugestões de melhorias, ou registo de problemas frequentes e sua causa-raiz;
- ↳ Criação de documentos orientadores (*templates*) para gestão de projetos e obras de modo eficiente;
- ↳ Criação de *templates* para registo simplificado de intervenções e alterações ao longo da construção e instalação de equipamentos;

- ↳ Desenvolvimento de metodologias de avaliação da eficiência de projetos;
- ↳ Desenvolvimento de um conceito de concentrador-difusor de ligações estruturadas (Portal) para minorar o acesso à informação dispersa, atuando como facilitador, de modo temporário ou permanente, aos processos de gestão de mudança que envolvem reestruturação de localização de documentos;
- ↳ Desenvolvimento de codificação de ficheiros e estrutura standardizada de pastas de projetos;
- ↳ Desenvolvimento de metodologia simplificada para gestão da standardização de componentes;
- ↳ Teste e demonstração dos mais avançados equipamentos de fabrico aditivo com o suporte do CENTIMFE;
- ↳ Desenvolvimento de ferramentas ou softwares de gestão operacional de projetos.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desenvolvimentos alcançados durante a atividade PD Tools revelaram-se relevantes em termos técnico-científicos, com as publicações científicas já efetuadas e interesse despertado em conferências da especialidade [4, 5, 6], mas também valorizados pela sua aplicabilidade e inerente simplicidade. Este último fator permitiu que fossem adotadas grande parte das novas metodologias por parte das empresas do consórcio e que surgisse um resultado adicional ao projeto com a implementação de muitas das metodologias e abordagens sob a forma de Software de gestão operacional de projetos, a ser comercializado pela SISTRADE com o nome MyPLANUS.

A aplicação da metodologia desenvolvida para escolher e implementar melhorias no processo de desenvolvimento de produto (Ciclo IPID) mostrou as suas potencialidades em cada uma das empresas alvo de estudo de melhorias. A realização de reuniões intercalares, com todas as entidades envolvidas no processo de melhorias, revelou-se, como esperado, fonte de multiplicação de conhecimentos e experiências acumuladas em cada um dos projetos piloto de melhorias em cada empresa e, assim, acelerando o processo de disseminação de boas práticas envolvendo os conceitos Lean no desenvolvimento de produto.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Deming, W.E.: "The New Economics". MIT Press, Cambridge, MA 1993.
- [2] Soares, D.: "Aplicação da Metodologia de "Lean Management" no Processo de Desenvolvimento de Produto", MSc Thesis. ISEP, Porto 2012.
- [3] Ribeiro, I.: "Gestão de Multi-projeto no Processo de Desenvolvimento de Produto", MSc Thesis. ISEP, Porto 2013.
- [4] Soares, D. Bastos, J. Pereira, J.P. Gavazzo, D. Baptista, A.J.: "Lean Management Methods in Product Development—A Case Study Advances in Sustainable and Competitive Manufacturing Systems".
- [5] Baptista, A.J. Ribeiro, I. Pereira, J. Ribeiro A.S. Bastos, J.: "Lean and efficient project management: new concepts and tools", Proceedings of the 14th International Conference on Project Management and Scheduling March 30th – April 2nd 2014, TUM School of Management, 2014.
- [6] Soares, D. Bastos, J. Pereira, J.P. Gavazzo, D. Baptista, A.J.: "Lean Management Methods in Product Development – A case study based on human respect with productivity focus", International Journal of Lean Enterprise Research, Article in Press
- [7] Vollmeyer, R. and F. Rheinberg, "Does Motivation Affect Performance Via Persistence?" Learning and Instruction 10, 2000.
- [8] Bloom, B.S. "Human Characteristics and School Learning", McGraw-Hill, 1976.
- [9] Sugimori, Y. Kusunoki, K. Cho, F. Uchikawa, S.: "Toyota Production System and Kanban System Materialization of Just-in-Time and Respect-for-Human System", International Journal of Production Research 15 (6), 1977.

#### Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Projeto PRODUTECH PTI (n.º 13851) – Novos Processos e Tecnologias Inovadoras para a Fileira das Tecnologias de Produção, do Programa do Sistema de Incentivos à Investigação e Desenvolvimento Tecnológico nas empresas, no âmbito do COMPETE – Programa Operacional Fatores de Competitividade do QREN (Quadro de Referência Estratégico Nacional – 2007-2013) e Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional de União Europeia e o apoio da ADI – Agência da Inovação.

Apoios:

