

MÉTODO PARA DIAGNÓSTICO E PRIORIZAÇÃO DE MELHORIAS DE PRODUTIVIDADE NA GESTÃO DO CICLO DE VIDA DE PRODUTOS

Vinícius Picanço Rodrigues (viniciuspr88@gmail.com) - Universidade Federal de São Carlos

Eduardo de Senzi Zancul (ezancul@usp.br) - Universidade de São Paulo

Resumo

A gestão do ciclo de vida de produtos (do inglês Product Lifecycle Management - PLM) visa a configuração otimizada dos processos de negócio relacionados com os produtos. Dentro deste contexto, um especial destaque neste trabalho é dado para o PLM como ferramenta para aumentar a produtividade da engenharia nas empresas. Dessa forma, torna-se crucial entender a situação atual das empresas do ponto de vista de adoção de ferramentas e práticas de PLM para elencar oportunidades de melhoria visando ganhos em produtividade. O objetivo deste trabalho é apresentar e discutir um método para priorizar oportunidades de melhoria em PLM baseado em análise das lacunas que afetam mais gravemente o maior número de pessoas nas empresas. O método apresentado foi aplicado em uma empresa localizada no Brasil que comercializa produtos complexos com intensa atividade de engenharia. Os resultados obtidos na aplicação indicaram que o método foi útil para prover direcionamento na adoção do PLM nessa empresa.

Palavras-chave: Gestão do ciclo de vida de produtos; Product Lifecycle Management; PLM

Área: Gestão de Desenvolvimento de Produto

1. INTRODUÇÃO

A gestão do ciclo de vida de produtos ou *Product Lifecycle Management* (PLM) é uma abordagem que apoia a gestão dos processos de negócio e das informações relacionadas ao ciclo de vida dos produtos. O PLM visa aumentar a produtividade e melhorar a efetividade dos processos de negócio relacionados com o planejamento, desenvolvimento, fabricação, manutenção e retirada de produtos do mercado. Para isso, o PLM contempla métodos e ferramentas para aumentar o nível de integração dos processos, das informações e das pessoas envolvidas ao longo de todas as etapas do ciclo de vida, desde a ideia inicial até a disposição final dos produtos após o seu uso.

A gestão dos processos de negócio e das informações relacionadas ao ciclo de vida dos produtos tem se tornado mais complexa. Com o aumento da sofisticação dos produtos, diversas disciplinas (mecânica, eletrônica, *software*, entre outras especialidades) precisam trabalhar conjuntamente de maneira efetiva (ISERMANN, 2008). As competências necessárias estão distribuídas entre várias empresas da cadeia de valor, seguindo tendência de maior especialização e de foco em atividades-chave, exigindo maior integração entre os parceiros de negócio. Há também maior necessidade de padronização de informações e de integração entre os sistemas de tecnologia da informação (TI), uma vez que as atividades de desenvolvimento de produtos são, cada vez mais, realizadas com auxílio de *softwares* e da simulação (KRASTEL; MERKT, 2004).

Uma das principais consequências das tendências citadas é o aumento da complexidade dos produtos e dos processos para o seu desenvolvimento. A quantidade de atividades e de interações aumenta, exigindo que as empresas implementem mecanismos que resultem em maior domínio dos processos de engenharia. Além da capacitação para a gestão dos processos, é necessário aumentar o desempenho na realização das atividades, pois o desenvolvimento de um novo produto demanda cada vez mais esforço de engenharia. Tais fatores indicam a necessidade de maior produtividade e efetividade da engenharia de desenvolvimento de produtos (ZANCUL, 2009).

O objetivo do PLM é, portanto, a configuração otimizada dos processos garantindo, por exemplo, que todas as informações atualizadas sobre os produtos possam ser acessadas diretamente por todas as pessoas autorizadas, a qualquer momento. Isso possibilita reduzir o tempo necessário para desenvolver novos produtos com menores custos, dentre outros benefícios (SAAKSUVUORI; IMMONEN, 2004; ARNOLD et al., 2005; SCHEER et al., 2006; ABRAMOVICI, 2007; FELDHUSEN; GEBHARDT, 2008).

Dentro deste contexto, um especial destaque neste trabalho é dado para o PLM como ferramenta para o aumento de produtividade nas empresas. Dessa forma, torna-se crucial

entender a situação atual das empresas do ponto de vista de adoção de ferramentas e práticas de PLM com o objetivo de elencar oportunidades de melhoria para ganhos em produtividade. O principal insumo para definir as lacunas da situação atual a serem exploradas é o impacto no trabalho das pessoas envolvidas com os processos de negócio associados ao ciclo de vida do produto.

O objetivo deste trabalho é apresentar e discutir um método para priorizar oportunidades de melhoria em PLM baseado em uma análise das lacunas que afetam mais gravemente o maior número de pessoas na organização. O método foi aplicado em uma empresa instalada no Brasil que comercializa produtos complexos com uma intensa atividade de engenharia e seus principais resultados são apresentados.

Este artigo apresenta um referencial teórico básico em PLM, contendo as principais definições, processos e módulos de funcionalidades de sistemas (seção 2). Posteriormente, o método de diagnóstico e priorização de oportunidades em PLM é descrito em detalhes (seção 3), o qual é acompanhado da descrição sucinta de um caso de aplicação em uma empresa brasileira de produtos complexos (seção 4). Por fim, são apresentadas as principais conclusões (seção 5).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico compreende a definição de PLM, seus principais processos e a descrição sucinta dos módulos de funcionalidades que compõem os sistemas PLM.

2.1. Definição de PLM

O PLM baseia-se nos conceitos de integração definidos originalmente na década de 80 pela abordagem conhecida como *Computer-Integrated Manufacturing* (CIM). O principal objetivo é viabilizar o fluxo de informações entre os departamentos de uma empresa, integrando os sistemas de informação através de bases de dados únicas e compartilhadas. Apesar dos grandes benefícios potenciais da integração, as tentativas iniciais de implementação do CIM não foram bem sucedidas devido a uma série de limitações técnicas e organizacionais existentes na época (ABRAMOVICI et al., 2004; SCHEER, 1987; ZANCUL, 2009).

Segundo Stark (2006), a definição de PLM guarda similaridades dentro de uma variedade de visões de negócio, enfatizando a gestão integrada das informações e dos processos relacionados aos produtos em seu ciclo de vida. A maior parte das definições destaca que o PLM não se limita aos sistemas de informação, pois se estende como uma abordagem ampla de integração e de gestão de processos.

Uma das definições mais aceitas de PLM pode ser encontrada em CIMData (2002):

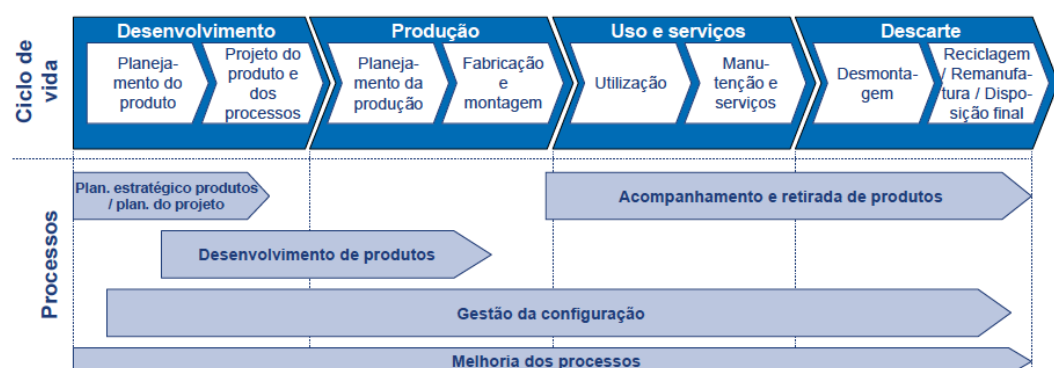
“Uma abordagem estratégica de negócio que aplica um conjunto consistente de soluções para apoiar a criação, gestão, disseminação e uso das informações de produto de forma colaborativa, através de toda a cadeia de valor, do conceito ao fim de vida, integrando pessoas, processos e informação.”

Essa definição explora o conceito de estratégia de negócios de maneira colaborativa na chamada empresa estendida, a qual possui influência e interface ao longo de toda a cadeia produtiva. Assim, essa definição possui um forte viés gerencial, assim como a apresentada por Saaksvuori e Immonen (2004), que associam PLM como um conceito para a gestão de processos e controle das informações dos produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida. A importância fundamental da TI (Tecnologia da Informação) no PLM é enfatizada por Ma e Fuh (2008). Segundo os autores, o PLM é uma abordagem abrangente de gestão de empresas baseada em um sistema de informação integrado, que pode atender aos requisitos de informação de produtos e de processos em um ambiente dinâmico e colaborativo.

2.2. Processos de PLM

De acordo com Zancul (2009), são definidos cinco processos de gestão do ciclo de vida de produtos (PLM): planejamento estratégico de produtos e planejamento do projeto; desenvolvimento de produtos; acompanhamento e retirada de produtos; gestão da configuração; melhoria dos processos. Estes processos podem ser dispostos ao longo de todo o ciclo de vida do produto, conforme mostra a figura 1.

Figura 1 – Processos de gestão do ciclo de vida do produto



Fonte: Zancul (2009, p.39)

2.3. Módulos e grupos de funcionalidades do sistema PLM

Zancul et al. (2013) apresentam um modelo de referência de sistemas PLM organizado em três níveis de detalhe: módulos, grupos de funcionalidades e funcionalidades. No primeiro nível de detalhes, o modelo consiste de 9 módulos, apresentados na figura 2.

Figura 2 – Módulos de um sistema PLM



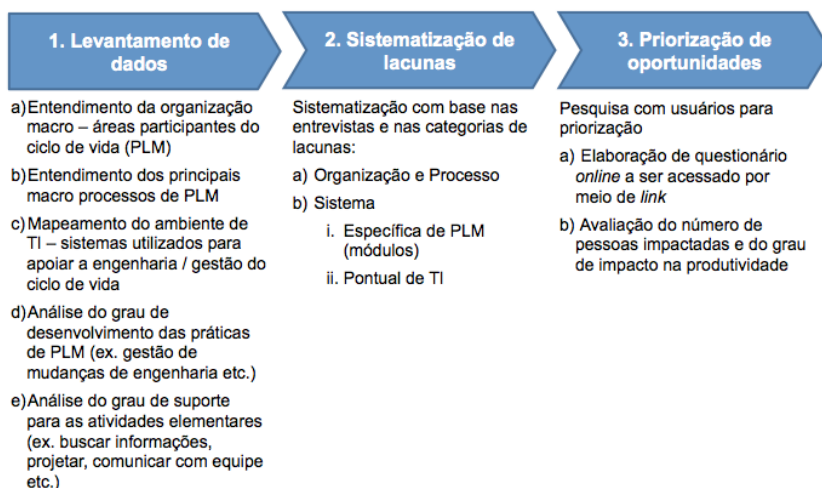
Fonte: Adaptado de Zancul et al. (2013)

Os módulos 1 e 2 relacionam-se com o planejamento e gestão do ciclo de vida do produto. Já os módulos 4 e 9 têm em sua estrutura funcionalidades que abrangem todo o ciclo de vida do produto, do começo ao fim. No centro da figura 1, encontra-se o módulo 3, cujo foco é a estrutura do produto responsável pelo gerenciamento central dos dados, e os módulos 5, 6 e 7, que são responsáveis por criar dados sobre o produto, focando, respectivamente, em processos de produção, qualidade e sustentabilidade. Por fim, o módulo 8 representa os serviços que são realizados à jusante do ciclo de vida do produto (uso e serviços; descarte).

3. MÉTODO DE DIAGNÓSTICO E PRIORIZAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIA EM PLM

O método para diagnóstico e priorização de oportunidades em PLM é composto por 3 principais fases: levantamento de dados, sistematização de lacunas e priorização de oportunidades. A figura 3 apresenta o detalhamento em etapas de cada uma dessas fases.

Figura 3 – Etapas do método para diagnóstico e priorização de oportunidades em PLM



Fonte: Elaborado pelos autores

3.1. Levantamento de dados

A fase de levantamento de dados inicia-se com a aplicação de entrevistas não-estruturadas com objetivo de desenhar a situação atual da empresa com riqueza de detalhes. A etapa (a) deve ser conduzida em nível de diretoria para que sejam levantadas a estrutura organizacional da empresa, o portfólio de programas e projetos e as interfaces entre as áreas participantes da gestão do ciclo de vida do produto. Nessa etapa, é necessário conhecer os principais atores envolvidos nos processos. Já a etapa (b) deve contemplar entrevistas com os níveis gerenciais e de operação com o intuito de modelar os principais macro processos de PLM, de forma a compreender o fluxo de informação e as reais interfaces existentes entre as áreas de engenharia e as de suporte. Nessa etapa, é importante utilizar ferramentas de modelagem de processos de negócio, tais como o *Business Process Model and Notation* (BPMN), fornecido pela *Object Management Group* (OMG, 2013).

A etapa (c) pressupõe o mapeamento dos sistemas de TI mais utilizados pela engenharia e áreas correlatas ao longo do ciclo de vida de produto. Nessa etapa, é importante entrevistar os níveis gerenciais da área de TI, bem como os usuários das principais áreas envolvidas com ciclo de vida, com o objetivo de conhecer o real uso dos sistemas de informação, destacando o relacionamento entre sistemas legados, caso existam. Uma visão útil a esse mapeamento é a categorização dos sistemas utilizados com base nos principais programas e projetos mantidos pela organização, com base em portfólio de produtos definido em níveis executivos (diretoria). Dessa forma é possível entender quais sistemas são utilizados por determinados programas ou projetos, evidenciando oportunidades de integração ou substituição de sistemas.

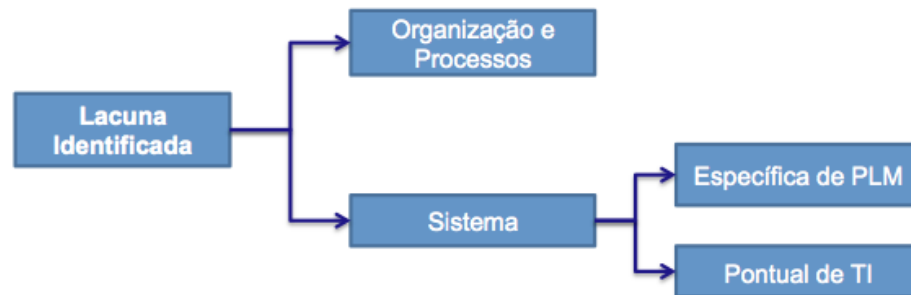
Com base nas etapas de entrevistas, modelagem de processos e mapeamento de sistemas, é possível avançar para a etapa (d), a qual contempla uma análise qualitativa do desenvolvimento das principais práticas de PLM, verificando quais delas existem na organização. Por fim, a etapa (e) encerra a fase de levantamento de dados com uma análise qualitativa sobre o grau de suporte dos sistemas e áreas correlatas às atividades elementares da gestão do ciclo de vida do produto.

Destaca-se que essa fase possui caráter de diagnóstico e deve ser desenvolvida em poucas semanas dentro da organização. Na etapa de entrevistas, é importante valorizar o contato com o maior número possível de áreas, em detrimento da profundidade com que são abordados os temas dentro das entrevistas. Essa visão permite entender a empresa de uma forma mais abrangente e integrada e favorece o diagnóstico de lacunas de integração entre áreas, que se configura como uma importante fonte de falta de produtividade.

3.2. Sistematização de lacunas

Com a consecução do levantamento de dados, é possível então sistematizar as principais lacunas em PLM existentes na empresa, que se configuram como oportunidades de melhoria. Inicialmente, classificam-se as lacunas conforme as 4 categorias indicadas pela figura 4.

Figura 4 – Classificação das lacunas identificadas



Fonte: Elaborada pelos autores

As lacunas devem ser categorizadas de acordo com a natureza da sua causa raiz em lacunas de organização e processos ou lacunas de sistema. Essas últimas, por sua vez, são divididas em lacunas específicas de PLM e pontuais de TI.

Em organização e processos estão as lacunas que ocorrem devido à estruturação organizacional intrínseca da empresa, seja pela disposição inadequada de tarefas e áreas ou definição de processos mal estruturados que dificultam a comunicação e o fluxo de informações. Exemplos típicos dessa categoria de lacuna são: baixa integração entre áreas, baixa padronização e detalhamento de documentos e procedimentos, retrabalho, duplicidade de informações, dentre outros.

As lacunas cuja causa raiz é um sistema de informação, podem ser divididas em lacunas específicas de PLM e as pontuais de TI. As primeiras são lacunas que tratam explicita e especificamente de algum dos 9 módulos apresentados na seção 2.3 deste trabalho – tomando o módulo “Gestão de Documentos”, exemplos típicos de lacuna são: descentralização de documentos, falta de controle de acesso, modificações de documentos não notificadas, fluxos de aprovação manuais ou lentos, dentre outros. Já as lacunas pontuais de TI são geralmente apontadas pelos usuários entrevistados devido à falta de funcionalidades em alguns *softwares*, incompatibilidade entre versões de sistemas, procedimentos e cálculos manuais para entrada de dados, falta de integração entre sistemas da mesma área, dentre outros.

3.3. Priorização de oportunidades de melhoria

O primeiro passo para priorizar as lacunas levantadas na fase 2 é submetê-las à análise dos usuários das áreas envolvidas com PLM com base em duas dimensões: criticidade (impacto em tempo e gravidade do problema) e número de pessoas afetadas. Isto gera um questionário *online* que deve ser respondido pelo maior número possível de pessoas. Essas duas dimensões permitem avaliar objetivamente o impacto das lacunas de PLM na produtividade das pessoas envolvidas. Para cada uma das lacunas, são realizadas as perguntas descritas na tabela 1.

Tabela 1 – Tipos de pergunta realizados para cada lacuna no questionário *online*

Tipo de Pergunta	Possíveis respostas				
	Pessoas afetadas		Impacto (Peso)		
Pessoas afetadas	Não conheço o problema		Conheço, mas não sou afetado nas minhas atividades		Sou afetado pelo problema em minhas atividades
Impacto (Peso)	Não conheço (0)	Nada crítico (1)	Pouco crítico (2)	Crítico (3)	Muito crítico (4)

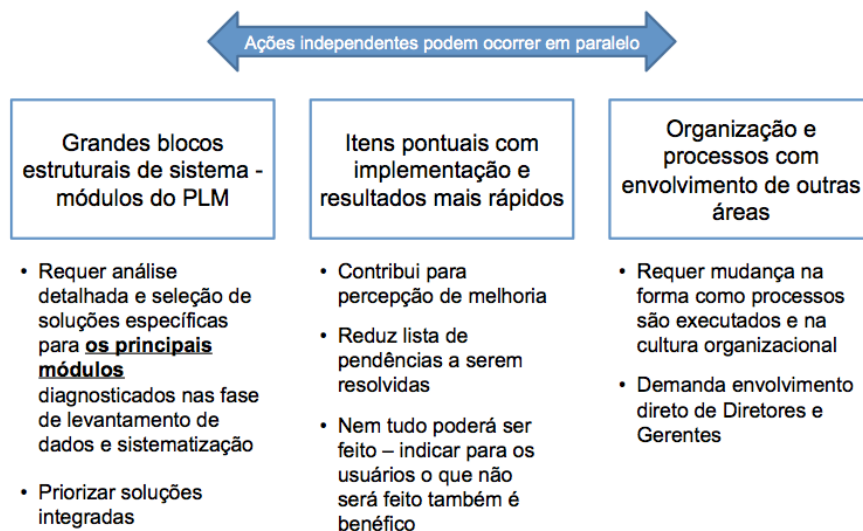
Fonte: Elaborado pelos autores

Para as perguntas sobre o número de pessoas afetadas, é considerada apenas a resposta “sou afetado pelo problema em minhas atividades”.

Para a pergunta de impacto, é designado peso de 0 a 4, de tal forma a possibilitar a priorização das lacunas identificadas de acordo com a sua gravidade. Nessa dimensão, uma possibilidade é relacionar o peso atribuído com o impacto da lacuna na produtividade de cada profissional, medida em termos de tempo. Por exemplo, peso 1 para problemas que afetam o profissional em até 30 minutos por semana, peso 2 para problemas que afetam o profissional em até 4 horas por semana e assim por diante para até 8 horas/semana e mais de 8 horas/semana. Com base nas duas dimensões é possível gerar um gráfico de dispersão com todas as lacunas levantadas, priorizadas de acordo com as duas dimensões avaliadas.

Em seguida, cada uma das categorias listadas na fase 2 de sistematização de lacunas deve gerar um plano de ação específico no sentido de abordar as oportunidades de melhoria. A figura 5 apresenta um modelo de abordagem baseado nas lacunas levantadas.

Figura 5 – Modelo para abordagem de oportunidades de melhoria em PLM



Fonte: Elaborado pelos autores

A primeira dimensão, denominada de grandes blocos estruturais de sistema (módulos de PLM), referem-se àqueles módulos que foram levantados ao sistematizar as lacunas e, portanto, encontram-se classificadas como específicas de PLM. Para estas lacunas, torna-se necessária uma análise detalhada para selecionar soluções específicas que atendam os módulos necessários. Recomenda-se, neste ponto, priorizar soluções comerciais de PLM que se integrem com os demais sistemas de informação já existentes na empresa. Além disso, é importante aplicar algum método de seleção de sistemas como, por exemplo, o apresentado em Zancul (2009).

As lacunas que se apresentam como pontuais de TI devem ser tratadas separadamente das demais pois algumas delas configuram-se dentro do domínio específico da área de TI e podem ser facilmente implementadas gerando resultados rápidos e percepções instantâneas de melhoria. Além disso, atacar essas lacunas inicialmente reduz a lista de pendências a serem resolvidas de forma mais rápida e disponibiliza recursos para serem concentrados nas lacunas mais complexas.

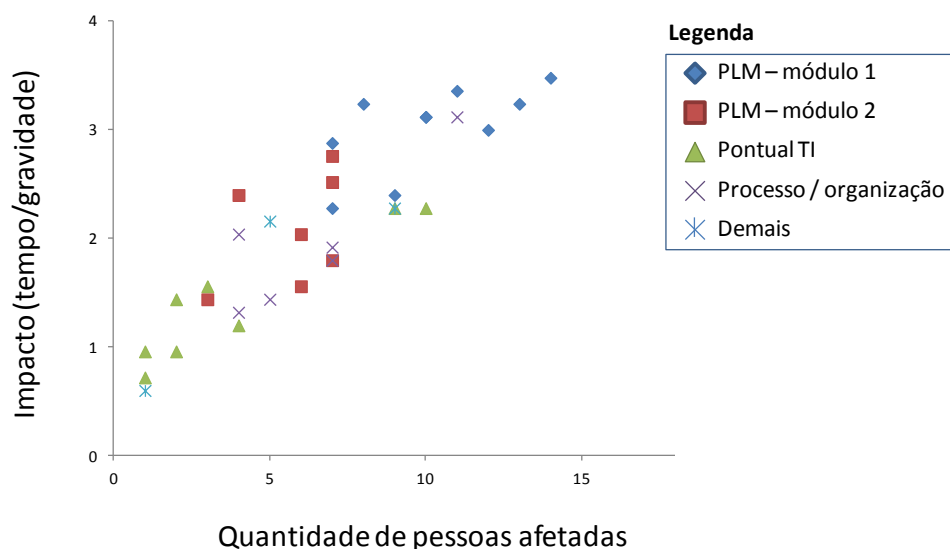
Por fim, as lacunas referentes a organização e processos são complexas de serem tratadas e requerem alterações mais profundas na definição de processos e na cultura organizacional. Em geral, estas lacunas só podem ser tratadas se tiverem o envolvimento direto da alta gestão e seu patrocínio diante de toda a empresa, pois envolvem questões que necessitam de um suporte integrado de diferentes áreas e processos.

4. APLICAÇÃO EM CASO EXEMPLO

Este método foi aplicado em uma empresa que comercializa produtos complexos e possui uma intensa atividade de engenharia, área que possui a maior responsabilidade pelos processos de PLM dentro da empresa. Foram realizadas 24 entrevistas ao longo de 5 dias com 32 pessoas de 7 áreas diferentes, incluindo as áreas de Engenharia e Produção. Foram identificados mais de 20 sistemas utilizados pela engenharia e levantadas 47 lacunas para priorização.

O questionário *online* teve 18 respondentes. A figura 6 apresenta um exemplo de gráfico de dispersão para priorização de lacunas em PLM, com base nas dimensões avaliadas no questionário *online*.

Figura 6 – Exemplo de gráfico de dispersão para priorização de lacunas conforme pesquisa (ilustrativo – dados generalizados para não permitir identificação)



Fonte: Elaborado pelos autores

Note que neste exemplo, as lacunas específicas de PLM referem-se a dois módulos de sistemas PLM. Além disso, há lacunas pontuais de TI que apresentam grande impacto na produtividade e podem atacadas pela área para gerar ganhos mais rápidos de produtividade.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta um método de diagnóstico de lacunas e de priorização de oportunidades de melhoria na área de gestão de dados de produto no ciclo de vida. O método considera que a principal justificativa para implantar a gestão do ciclo de vida de

produtos nas empresas deva ser a obtenção de ganhos de produtividade nos processos-chave que envolvem a engenharia.

A aplicação do método permite a priorização das oportunidades de melhoria em PLM com base em uma análise das lacunas que afetam mais gravemente o maior número de pessoas na organização, ou seja, que mais prejudicam a produtividade.

O método foi aplicado em uma empresa brasileira que comercializa produtos complexos com uma intensa atividade de engenharia. Os resultados obtidos na aplicação indicaram que o método foi útil para prover direcionamento na adoção do PLM nessa empresa.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVICI, M.; SCHULTE, S.; NAUMANN, U.; LEZKINSKI, S. **Benefits of PLM – Benchmarkstudie 2004 – Nutzenpotenziale des Product Lifecycle Management in der Automobilindustrie**. Bochum: ITM Universität Bochum/IBM, 2004.

ABRAMOVICI, M. Future Trends in Product Lifecycle Management (PLM). **Proceedings of the 17th CIRP Design Conference**, Springer, Berlin, Germany, 2007.

ARNOLD, V.; DETTMERING, H.; ENGEL, T.; KARCHER, A. **Product Lifecycle Management beherrschen: ein Anwenderhandbuch für den Mittelstand**. Berlin: Springer, 306 p., 2005.

CIMDATA. **Product Lifecycle Management: Empowering the Future of Business**. Ann Arbor: CIMData, 2002.

FELDHUSEN, J.; GEBHARDT, B. **Product Lifecycle Management für die Praxis: ein Leitfaden zur modularen Einführung, Umsetzung und Anwendung**. Springer, Berlin, 2008

ISERMANN, R. Mechatronic systems - Innovative products with embedded control. **Control Engineering Practice**, n.16, vol.1, p.14-29, 2008.

KRASTEL, M.; MERKT, W. Integration der Simulation und Berechnung in eine PLM- Umgebung – die Arbeitsgruppe SimPDM. **ProduktDatenJournal**, n.2, p.8-9, 2004.

MAH, Y.S.; FUH, J.Y.H. Product Lifecycle modeling, analysis and management. **Computers in Industry**, v.59, n.2-3, p.107-109, 2008.

OMG. Object Management Group – Business Process Model and Notation. Disponível em: <<http://www.bpmn.org>>. Acesso em: 04/06/2013.

SAAKSVUORI, A.; IMMONEN, A. **Product lifecycle management**. Berlin: Springer, 222 p., 2004.

SCHEER, A.-W.; BOCZANSKI, M.; MUTH, M.; SCHMITZ, W.-G.; SEGELBACHER, U. **Prozessorientiertes Product Lifecycle Management**. Berlin: Springer, 260 p., 2006.

STARK, J. **Product Lifecycle Management: 21st Century Paradigm for Product Realisation**. Springer, 2006.

ZANCUL, E.S. **Gestão do ciclo de vida de produtos: seleção de sistemas PLM com base em modelos de referência**. 212f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.



ZANCUL, E. S. ; PICCINI, L. H. R. ; BERGLEHNER, S. ; LACHENMAIER, L. . Product Lifecycle Management Functional Reference Model for Software Support. In: 23rd CIRP Design Conference, 2013, Bochum. **Smart Product Engineering: Proceedings of the 23rd CIR P Design Conference**. Berlin: Springer-Verlag, v. 1. p. 243-251, 2013.