

A INTEGRAÇÃO MULTIDISCIPLINAR APLICADA NA INICIAÇÃO CIENTÍFICA DE UM PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UMA AERONAVE RÁDIO CONTROLADA

VANESSA STEPHANI PAULA DE SOUZA^{1*}; FERNANDO MONTANARE BARBOSA²; DANIEL JOSÉ LAPORTE³; CÁSSIMA ZATORRE ORTEGOSA⁴

¹Graduanda em Engenharia Civil, ANHANGUERA, Campo Grande-MS, eng.van@icloud.com

²Dr. Pesquisador, UCDB, Campo Grande-MS, montanare@gmail.com

³Ms. Engenharia Mecânica, UCDB, Campo Grande-MS, danielaporte84@gmail.com

⁴Ms. Engenharia da Computação, IFMS, Aquidauana-MS, cassima.ortegosa@ifms.edu.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016

29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: A Equipe Tuiuiú desenvolve seus trabalhos nas dependências da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB) e é precursora na área de engenharia aeronáutica no estado de Mato Grosso do Sul. Sabe-se que gerenciar um projeto ou a construção de um produto não é uma tarefa simples, e garantir uma boa visibilidade do que está acontecendo, priorizar as histórias certas e transmitir mensagens claras para toda equipe é sempre um grande desafio. Por esse motivo, cada vez mais os métodos ágeis tem feito parte do dia a dia no desenvolvimento de um projeto. O artigo tem como objetivo mostrar os benefícios que um projeto de pesquisa traz para os acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica, fazendo uma análise sobre a interação entre as disciplinas do curso e o projeto. A aplicação da teoria à prática foi alcançada, verificando a importância destas disciplinas na construção da aeronave rádio controlada.

PALAVRAS-CHAVE: AeroDesign, Engenharia Aeronáutica, SAE Brasil, Metodologia Ágil.

THE INTEGRATION OF MULTIDISCIPLINARY APPLIED IN THE SCIENTIFIC INITIATION OF A DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN AIRCRAFT RADIO CONTROLLED

ABSTRACT: The Team Tuiuiú develops its works at University Catholic Dom Bosco (UCDB) and is a forerunner in aeronautical engineering in the state of Mato Grosso do Sul. Managing a project or building a product is not a simple task and ensure visibility what is happening , prioritize stories and transmit clear messages to the team is always a challenge. For this reason, increasingly agile methods has been part of everyday life in the development of a project. The article aims to show the benefits that a research project brings to the students of the course Mechanical Engineering, make an analysis of the interaction between the course subjects and the project. The application of theory to practice was achieved by checking the importance of these disciplines in the construction of radio controlled aircraft.

KEYWORDS: AeroDesign , Aeronautical Engineering , SAE Brazil , Agile Methodology.

INTRODUÇÃO

A Equipe Tuiuiú foi fundada em 2011 e desenvolve seus trabalhos nas dependências da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB). Ela é precursora na área de engenharia aeronáutica no estado de Mato Grosso do Sul, sendo a primeira equipe a participar da competição SAE Brasil Aerodesign em 2012, e por consequência disto recebeu grande destaque na mídia visual e escrita, fato este que continua acontecendo, pois a equipe mantém suas atividades continuamente e neste de 2016 irá participar novamente na competição realizada pela Sociedade de Engenheiros da Mobilidade – SAE

Na competição procura-se incentivar o desafio e criatividade para os integrantes da equipe, habilidade, conhecimento para projetar e construir uma aeronave rádio controlada, com maior capacidade de carga útil possível, incentivando os acadêmicos a praticarem pesquisa de alto nível e inovação, aliando a teoria à prática (SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS, 2008).

Uma análise criteriosa deverá ser seguida com intuito de delinear a melhor configuração possível para a execução da construção, priorizando a seleção adequada dos materiais com o melhor custo benefício.

A equipe foi dividida em 4 áreas, sendo elas: Projeto e Construção, área responsável por desenvolver os projetos de *layout* (software AutoCad, *Solid Works* e *X-Foil*) e executar o projeto de execução da aeronave; Cálculo, sendo responsável pelos cálculos para o dimensionamento da aeronave, através de planilhas de cálculos, posteriormente transmitidos para a área de projeto e construção; Elétrica, responsável pela construção do sistema elétrico da aeronave, baseando-se no regulamento da competição; e Marketing, responsável pela divulgação do projeto, com intuito de atrair novos patrocinadores externos à instituição, e organizar toda a documentação necessária para a participação da equipe na competição.

Para a área de projetos foi necessário um estudo detalhado sobre a dinâmica de fluidos que fornece soluções a problemas complexos em hidrodinâmica, projetos de edificações, aeronaves, navios e veículos espaciais, em hemodinâmica e em biofísica. Nestas áreas a obtenção e o de tratamento de soluções consideram um elevado número de dados, informações e variáveis, resultando em densos sistemas de equações. A modelagem computacional propõe um conjunto de métodos e técnicas para a abordagem destes problemas (BERTIN, 1998).

Nos métodos computacionais um modelo matemático é desenvolvido, com base na fenomenologia do problema considerado. A partir deste modelo, geralmente um sistema de equações diferenciais parciais ou equações diferenciais ordinárias, é desenvolvido um modelo computacional ou utilizado um código computacional comercial, para a execução de simulações numéricas, em fluidodinâmica computacional, obtendo-se assim projeções temporais da solução do problema. Esta solução é condicionada pelas condições iniciais e condições de contorno do problema, que estabelecem as condições de evolução deste no tempo e no espaço (BRUHN, 1973).

Ainda na área de projetos, houve a necessidade da compreensão do funcionamento de vários programas de desenho e simulação, entre eles destacam-se o *Solid Works* e o *X-Foil* que além de possibilitarem a construção do modelo físico do projeto, também fazem simulações de esforços e escoamento de fluidos (HOERNER, 1951).

É importante observar que este projeto permite aos membros da equipe a troca de conhecimentos e experiências com novos integrantes, pois ao participar do projeto o aluno se envolve com um caso real de desenvolvimento, desde a sua concepção, projeto detalhado, construção e testes.

Sendo assim, o artigo tem como objetivo mostrar os benefícios que um projeto de pesquisa traz para os acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica, fazendo uma análise sobre a interação entre as disciplinas e o projeto.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nas disciplinas tradicionais da engenharia, o desenvolvimento do sistema é dividido em duas fases distintas, primeiramente o sistema é planejado e, depois do planejamento pronto, o sistema é construído.

As metodologias tradicionais são completamente baseadas na predição, ou seja, na convicção daquilo que poderá acontecer num momento futuro. Cada etapa de desenvolvimento do projeto é baseada na etapa anterior; isto funciona adequadamente se a concepção do sistema não sofrer nenhuma alteração. No entanto, quando se percebe que uma definição não foi a mais acertada, a tendência

natural deste tipo de metodologia é resistir às mudanças, prejudicando a evolução do sistema (MÜLLER, 2009).

Na maioria das vezes a análise dos resultados apresentados pelo uso destas metodologias não é satisfatória, pois os projetos gerenciados extrapolam seus cronogramas e orçamentos. As equipes trabalham desmotivadas e acabam não sendo produtivas como deveriam ser. Os produtos entregues são muitas vezes cheios de defeitos e nem sempre contém o conjunto de funcionalidades que melhor atendem a seus usuários.

Este quadro tem gerado uma reflexão quanto a esta ser realmente a melhor forma de se fazer um projeto. Neste contexto, surge um novo paradigma para o desenvolvimento de projetos, as chamadas metodologias ágeis. Esta metodologia se baseia no fato de que os projetos mudam durante o seu desenvolvimento, pois à medida que o desenvolvimento ocorre, mais se conhece sobre o problema que o projeto deseja resolver e melhores soluções podem ser encontradas. Os processos são orientados para adaptar o projeto a mudanças durante todo o tempo, ou seja, o projeto possui características dinâmicas para ser construído de forma preditiva, como é feito nos modelos tradicionais (GOMES, 2016).

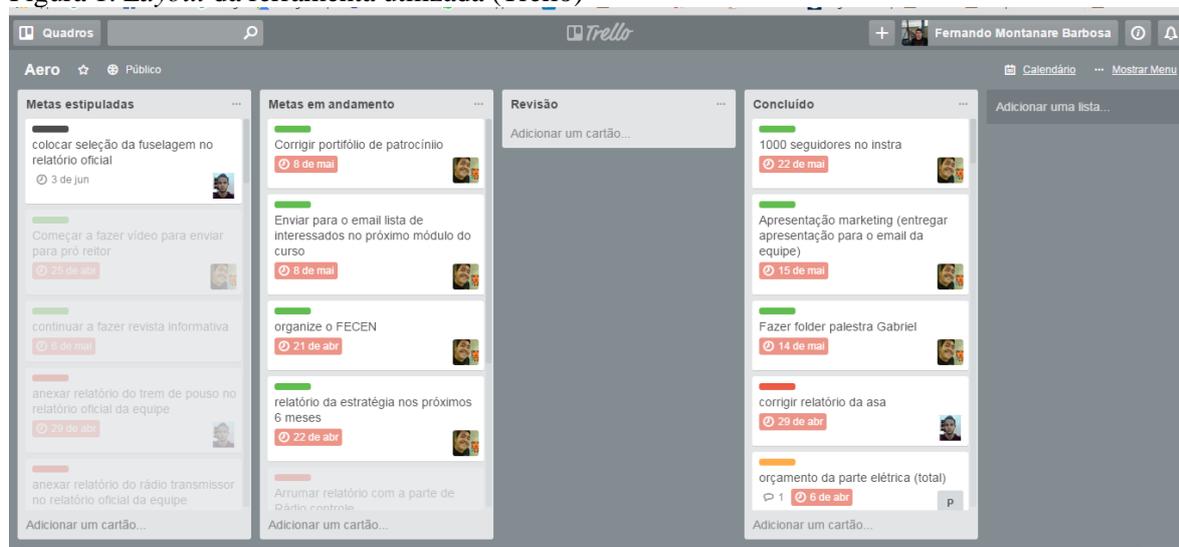
As metodologias ágeis, por sua natureza adaptativa e pelo seu foco em resultados, atende melhor às necessidades de cada uma das partes envolvidas no processo. Os usuários têm a oportunidade de obter um sistema mais próximo de suas necessidades, pois o modelo permite que, durante o seu desenvolvimento, o valor de cada característica seja reavaliado. As funcionalidades dispensáveis podem ser abandonadas e as funcionalidades essenciais podem ser melhoradas.

Gerenciar um projeto ou produto não é uma tarefa fácil. Garantir uma boa visibilidade do que está acontecendo, priorizar as histórias certas e transmitir mensagens claras para toda equipe é sempre um grande desafio. Por esse motivo, cada vez mais os métodos ágeis e tem feito parte do dia a dia no desenvolvimento de um projeto.

Para auxiliar neste processo de gerenciamento baseado nos métodos ágeis foi utilizada a ferramenta Trello (disponível em: <https://trello.com/>). Esta ferramenta representa de forma *online* um quadro Kanban, que permite um controle detalhado de produção com informações sobre quando, quanto e o que produzir. A forte natureza visual do Kanban permite que as equipes se comuniquem com mais facilidade, organizando e melhorando o que e quando deveria ser feito.

O Kanban foi inicialmente aplicado em empresas japonesas de fabricação em série e está estreitamente ligado ao conceito de “just in time”, ou seja, no momento certo. A empresa japonesa de automóveis Toyota foi a responsável pela introdução desse método devido a necessidade de manter um eficaz funcionamento do sistema de produção em série (GHISI, 2016). Desta forma, a ferramenta Trello permite assimilar e controlar o progresso das tarefas de forma visual, conforme Figura 1 mostrada abaixo.

Figura 1. *Layout* da ferramenta utilizada (Trello)



Fonte: Autor.

Primeiramente, será definido como a ferramenta foi configurada:

1. O seu cadastro é composto por diferentes “Boards”, que são quadros que reúnem diversas listas e informações.
2. Logo ao fazer o *login* no site, depara-se com todos os “Boards” dos quais faz parte, podendo criar mais alguns.
3. Os “Boards” são caracterizados por possuírem várias colunas de listas, todas dispostas horizontalmente.
4. Essas colunas de listas contêm os chamados “Cards”, que são cartões em que se pode adicionar tópicos específicos, ou também chamados tarefas.
5. Dentro das tarefas, é permitido escrever comentários, adicionar links, salvar anexos, determinar prazos e acrescentar imagens, especificando o assunto de cada um deles. Esses cartões podem ser movimentados entre as colunas de um mesmo quadro, de modo que se possa realizar transições de um tópico para as demais colunas, até que a mesma seja finalizada. O diferencial é que elas não são simples notas, porém “cards” que realmente podem receber informações mais complexas, com todos os itens acima listados. Inclusive, é permitido adicionar prazos e checklists dentro dos “Cards”, de modo que você vê o progresso da atividade em níveis de porcentagem.

Ao olhar para o *layout* mostrado é fácil enxergar como o trabalho individual e da equipe fluem, permitindo não só comunicar o *status*, mas também dar e receber *feedbacks*.

A interface do Trello é especialmente útil para trabalhos em equipe. Os “Boards” podem ser compartilhados com qualquer um com cadastro no Trello, e as pessoas podem ser marcadas em múltiplos cartões, sendo possível determinar as funções de cada membro da equipe de trabalho ao marcá-lo em um “Card” diferente, de modo que todas as pessoas daquele “Board” estejam cientes sobre em cada um está trabalhando no momento. Além disso, existe um sistema de “Labels” por cores. Essas “Labels” são etiquetas coloridas que podem ser utilizadas para sinalizar o status de determinado projeto ou atividade.

Esta metodologia contribuiu na divisão da equipe em algumas áreas:

- ◆ Calculo: responsável por todo o projeto teórico da aeronave
- ◆ Projeto/construção: responsável por fazer os desenhos em CAD, fazer a simulação dos componentes e a construção da aeronave
- ◆ Elétrica: projeta todos os componentes elétricos da aeronave, tais como rádio controle, servos, bateria.
- ◆ Marketing: responsável pela divulgação da equipe, capacitação de recursos financeiros e organização de documentos para a competição.
- ◆ A figura 1 ilustra o quadro Kanban utilizado pela equipe, representado através da ferramenta Trello, permitindo a todos os integrantes um controle em tempo real do andamento do projeto.

Cada área possui um gerente responsável pelas metas que são estipuladas nos encontros do projeto, que são adicionadas no Trello.

Para uma melhor organização da equipe e para uma melhor divisão das responsabilidades de cada membro, foi criado um organograma organizacional, que é ilustrado na Figura 2 abaixo.

Figura 2. Organograma organizacional da equipe



Fonte: Autor.

A partir da implementação do organograma, as responsabilidades de cada membro ficaram bem evidentes, facilitando a execução das metas propostas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

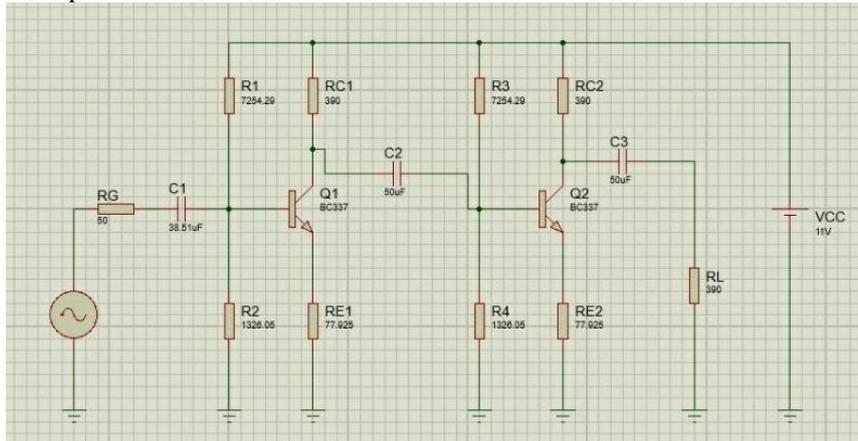
Como dito anteriormente, foi aplicada uma metodologia de gerenciamento deste projeto, chamada de Metodologia Ágil, que caracteriza um sistema de gestão para dar agilidade à execução do projeto. Utilizou-se o quadro Kanban online (Trello), amplamente empregado em empresas de Engenharia, o que faz com que os envolvidos no projeto se familiarizem com o mercado de trabalho.

No decorrer do projeto foram realizadas reuniões quinzenais, onde o coordenador da equipe estipula metas para cada área (Cálculo, Projeto e Construção, Projeto elétrico e Marketing). Estas são atribuídas diretamente ao Gerente de cada área, que fica responsável por dividí-las entre os demais membros da equipe. Todas estas metas são discutidas em reunião e adicionadas ao Trello. Com isso todos os integrantes conseguem visualizar em tempo real o andamento do projeto.

Com a implementação do Trello, juntamente com o organograma, integrantes da equipe vivenciaram ambiente empresarial onde prazos, metas e responsabilidade são itens cobrados constantemente. Aliado a isto, o conhecimento adquirido pela disciplina de Controle de Produção, ministrada no 8º semestre do curso de Engenharia Mecânica da UCDB, enumerou os princípios de organização empresarial, entre eles o sistema Kanban.

Dando continuidade, para o projeto elétrico, foram utilizadas as ferramentas *Proteus*, *Orcad* e *Ewb*, possibilitando fazer o dimensionamento da bateria, rádio controle, servos e projeto elétrico dos componentes. Para a utilização destas ferramentas e a execução destes projetos, foram fundamentais os conceitos das disciplinas Eletrônica e Laboratório de Eletrônica. A Figura 3 abaixo ilustra um projeto elétrico implementado com a ferramenta Proteus.

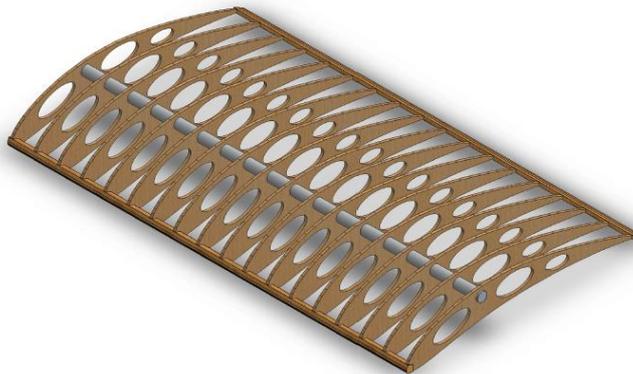
Figura 3. Projeto implementado na ferramenta Proteus



Fonte: Autor.

É importante observar que na área de Projeto e Construção, foram utilizadas as ferramentas *Solid Works* e *AutoCad*, que permitem fazer todo o projeto da aeronave e, também realizar simulações de esforços atuantes, como ilustrado na Figura 4.

Figura 4. Projeto da asa da aeronave implementado na ferramenta *Solid Works*.



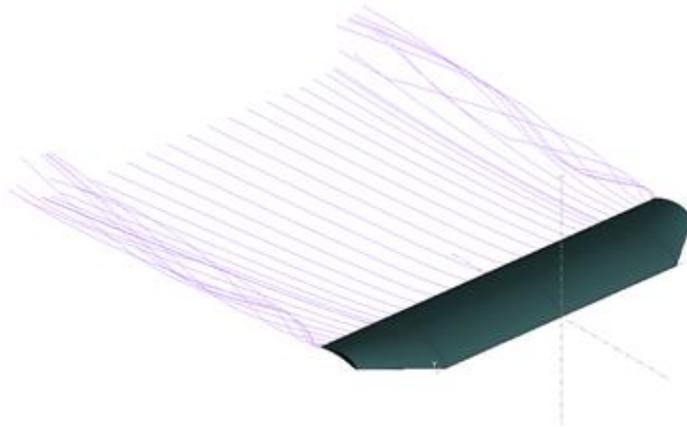
Fonte: Autor.

O conhecimento necessário para a implementação do projeto acima na ferramenta *Solid Works*, foi adquirido pelas disciplinas de Desenho técnico I e Desenho técnico II. Nestas disciplinas os alunos do curso de Engenharia Mecânica aprendem os conceitos sobre a utilização destas ferramentas, e nas disciplinas de Resistência dos Materiais I, Resistência dos Materiais II e Projeto de Máquinas, aprendem todos os conceitos teóricos sobre esforços e tensões necessários para a implementação do projeto.

Para a construção da aeronave é necessário conhecimento sobre o conceito de materiais, que possibilita uma adequada seleção do material utilizado, contribuindo na escolha de materiais que possam reduzir o peso da aeronave e conseqüentemente melhorar seu desempenho no consumo de combustível. Ainda neste contexto, é importante ressaltar que na disciplina de Materiais de Construção, aprende-se a fazer a seleção correta de materiais para cada tipo de aplicação.

Todo o projeto de dimensionamento da aeronave é feito pela equipe de cálculo, características tais como configuração da asa, dimensão do profundor, leme e compartimento de carga. Para realizar estas análises a equipe utiliza as ferramentas *Microsoft Excel* e *X-Foil*. No *X-Foil* foram realizadas simulações de escoamento na asa da aeronave, como ilustrado na Figura 5. Para a implementação deste projeto na ferramenta citada, é necessário conhecimento dos conceitos de comportamento dos fluidos, ensinado na disciplina de Mecânica dos Fluidos.

Figura 5. Simulação de vórtices na asa da aeronave pela ferramenta *X-Foil*



Fonte: Autor.

A equipe de marketing foi responsável pela divulgação, captação de recursos, organização e planejamento para a competição. Os membros da equipe tiveram que desenvolver algumas habilidades primordiais para o mercado de trabalho, tais como: falar em público, organizar reuniões, palestras e cursos, e implementação de cronogramas.

CONCLUSÃO

Como visto, na organização inicial do projeto, fez-se o seguinte planejamento: divisão das áreas, definição das funções e metodologia de gerenciamento pela ferramenta Trello, demandando grande parte do tempo. Este período de estudo e implementação do método de gerenciamento, propiciou posteriormente maior agilidade ao andamento do escopo do projeto, demonstrando a eficácia da metodologia utilizada no gerenciamento, pela sua natureza adaptativa e pelo seu foco em resultados.

É importante ressaltar que as disciplinas do curso de Engenharia Mecânica, citadas anteriormente, foram essenciais para o desenvolvimento do projeto, pois propiciaram aos membros da equipe aliar a teoria aprendida em sala de aula com a prática necessária a vida profissional.

Com isso, o objetivo da construção da aeronave para competição foi atingido, onde cada área pode contribuir com os conhecimentos necessários adquiridos.

AGRADECIMENTOS

À UCDB por propiciar o desenvolvimento da pesquisa, através do programa de Iniciação Científica Pibic.

À CNPQ por incentivar os pesquisadores através dos recursos oferecidos.

REFERÊNCIAS

BERTIN, John J.; SMITH, Michael L. *Aerodynamics for Engineers*. 3. ed. New Jersey: Prentice-hall, 1998.

BRUHN, Elmer Franklin et al. *Analysis and Design of Flight Vehicle*. 2. ed. Dallas, Texas: Tri-state Offset Company, 1973.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. X Competição SAE Brasil AeroDesign/ Classes Regular e Aberta. Regulamento da Competição, 2008.

HOERNER, S.F. (1951). *Fluid-dynamic drag: practical information on aerodynamic drag and hydrodynamic resistance*. Midland Park, Hoerner Fluid Dynamics.

PRES, Adriano; BARBI, Ivo; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Centro Tecnológico. *Uma nova família de inversores com comutação suave empregando a técnica de grameamento ativo*, 2000. 162p, il. Tese (Doutorado).

MÜLLER , Gert Uchôa Neto; UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO. Métodos tradicionais versus ágeis: um estudo comparativo através do trainingcad, 2009. 58p, il. Monografia (Especialização).

GOMES, F. **Uma visão geral sobre Metodologia Ágil.** Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/uma-visao-geral-sobre-metodologia-agil/27944>> Acesso em: 09 maio 2016.

GHISI, T. **Kanban no desenvolvimento de projetos de software.** Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/kanban-no-desenvolvimento-de-projetos-de-software-revista-engenharia-de-software-magazine-45/23561>> Acesso em: 03 maio 2016.