

Modelo para geração de inovação sustentável: Utilização conjunta da metodologia TRIZ e da ferramenta *Eco-Compass*



Rodrigo Boavida

Recém-Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Universidade NOVA de Lisboa

r.boavida@campus.fct.unl.pt



Helena V.G. Navas

Professora na Faculdade de Ciências e Tecnologia

Universidade NOVA de Lisboa

Investigadora do UNIDEMI

hvgn@fct.unl.pt

Resumo:

Nos últimos anos tem sido observado um aumento cada vez maior na adoção de ferramentas de qualidade por parte das empresas. Fator este, que contribuiu para um crescimento do clima de competitividade vivido por estas, exigindo uma nova postura organizacional de forma a se adaptarem aos novos desafios apresentados. Como tal, tem sido notado uma aposta cada vez maior em inovação por parte das organizações, quer a nível de serviços como de produtos, de forma a obter vantagens competitivas nos seus respetivos mercados.

Devido a este dinamismo, o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias ganhou um enfoque na criação de valor económico, tendo no entanto, como consequência, assumido um papel cada vez mais central no desenrolar da crise ambiental vivida atualmente.

Neste contexto, o objetivo do estudo efetuado visa a proposta de um modelo para a utilização conjunta da metodologia para geração de inovação sistemática TRIZ, com a ferramenta de avaliação de impacto ambiental *Eco-Compass*, de modo a permitir às empresas a possibilidade de gerar consistentemente soluções inovadoras que permitam a evolução de um dado sistema e tendo em conta critérios de sustentabilidade definidos antecipadamente, possibilitando um melhor controlo do impacto ambiental provocado por estas.

O estudo efetuado consiste na construção de um modelo de utilização conjunta da TRIZ e *Eco-compass*, e a validação do modelo, através da realização de um estudo de caso num contexto de industria de telecomunicações.

O modelo foi validado, tendo sido obtida uma ferramenta de simulação que irá permitir a redução do tempo de disrupção das equipas operacionais durante o processo de reestruturação de serviços ou processos, e conseqüentemente uma redução dos custos associados a esse procedimento.

Introdução

A presente era da qualidade vivida, deu origem a um conjunto variado de ferramentas e metodologias, com o intuito de melhorar o desempenho de conhecimentos aplicados em organizações. Devido a um crescimento cada vez maior na sua adoção por parte destas, o fator diferenciador tornou-se, não só o aumento de competitividade através de ganhos de eficiência nos seus processos internos, mas também na criação de novos produtos que a competição não consiga oferecer.

O desenvolvimento de novas tecnologias tomou então um papel extremamente importante no crescimento económico atual, mas infelizmente também assumiu o mesmo papel no desenrolar da crise ambiental vivida atualmente. Quando inovação é gerada, normalmente aspetos económicos tomam maior relevância na sua conceção, sendo que o seu impacto ambiental é posto em segundo plano, ou então negligenciado.

Recentemente esta mentalidade tem sofrido alterações, sendo que as empresas e organizações começam a adotar também, cada vez mais, medidas de desempenho não-económicas para as suas atividades, tais como impacto ambiental ou desempenho em termos de sustentabilidade, dos seus produtos. Isto deve-se facto de ter sido detetada uma relação entre lealdade de clientes e um esforço de sustentabilidade por parte das empresas, devido a um aumento da perceção pública sobre a questão do impacto do ser humano no ambiente, e da necessidade de o reduzir ou inverter de forma a minimizar potenciais alterações ambientais futuras que possam afetar as suas vidas.

No sentido de responder a essa crescente necessidade, novas metodologias e ferramentas começaram a ser desenvolvidas no mundo académico e empresarial com um enfoque em design de produtos tendo em conta o seu impacto ambiental.

Neste contexto, filosofias tal como a teoria da resolução inventiva de problemas (TRIZ), ganharam relevância, ao permitir que os seus utilizadores possam aceder a métodos que possibilitam resolver problemas técnicos considerados difíceis, e necessitando de soluções criativas de forma consistente e estruturada. Estas características mencionadas, desassociam o processo de inovação ou resolução de problemas, da ideia de que estas apenas ocorrem em momentos de inspiração, permitindo uma

dinâmica de gestão e planeamento ativa. Empresas multinacionais tal como Samsung, Hitachi e Siemens, já apresentaram resultados positivos na aplicação da TRIZ, assim como também PME's na europa e estados unidos, demonstrando que existe vantagens resultantes da utilização desta.

No entanto existe limitações às ferramentas empregadas pela TRIZ, sendo que este tópico é alvo de um extensivo trabalho académico e de pesquisa, na procura de combinações com outras metodologias, de

forma a colmatar esses mesmos limites. O presente trabalho propõe direcionar a aplicação desta teoria no sentido de gerar soluções que cumpram certos valores pré-estabelecidos de parâmetros de sustentabilidade, ao combinar a sua utilização com a ferramenta Eco-Compass.

A ferramenta Eco-Compass foi desenvolvida com o propósito de avaliar o desempenho de sustentabilidade de produtos/serviços, caracterizando-se como sendo de utilização intuitiva, tornando-a bastante relevante no campo de inovação ecológica devido à sua popularidade. Esta foi criada com o intuito de condensar parâmetros associados ao tema de sustentabilidade do produto ou serviço em análise, num modelo simples, de forma a poder proceder a uma análise comparativa deste com um cenário base. Desta forma é possível realizar uma avaliação da evolução do design desses no decorrer das suas várias etapas de conceção, em termos ecológicos.

Esta ferramenta foi selecionada devido à compatibilidade apresentada para com a matriz de contradições pertencente à TRIZ, permitindo explorar a sua aplicação conjunta e colmatar os limites que cada apresenta.

O objetivo deste estudo visa desenvolver um modelo de aplicação da teoria de resolução inventiva em conjunto com a ferramenta de inovação ecológica Eco-Compass, de forma a obter soluções a problemas que apresentem um aumento de performance de certos parâmetros ambientais, promovendo assim inovação sustentável.

Duas aplicações deste são expostas e posteriormente analisadas, sob o formato de estudos de caso, de modo a testar o método proposto num contexto de serviços, e avaliar a sua validade e receção.

Modelo proposto

Foi então elaborado um modelo de forma a integrar a TRIZ e Eco-Compass tendo como objetivo atingir inovação tendo em conta o seu impacto ecológico.

Utilizando a compatibilidade entre as ferramentas Eco-Compass e matriz de contradições, a lógica apresentada toma a forma do formato genérico de utilização da TRIZ, integrando a ferramenta ecológica como mecanismo de controlo de qualidade no final do processo de geração de soluções. Desta forma, é possível obter inovação de

acordo com um determinado nível de parâmetros ambientais estabelecido, e ao mesmo tempo resolver o problema inventivo identificado mantendo as funções do sistema.

O fluxograma da figura 1 demonstra a metodologia proposta, sendo que uma breve explicação de cada etapa será realizada.

figura 1

Análise do sistema e identificação de problemas

No decorrer do funcionamento do sistema em questão diversos problemas podem ocorrer, sendo que alguns podem ser resolvidos prontamente, e outros exigem/sugerem soluções inovadoras. Esta etapa consiste em realizar um levantamento de problemas, sendo que é recomendado diálogos com utilizadores que interajam regularmente com o sistema, de forma a obter um melhor entendimento da situação, e a utilização de modelos substância-campo de forma a detetar elementos ou interações problemáticas.

Compreende-se que a vantagem da utilização de modelos substância-campo deve-se ao facto de que para a construção destes, é necessária a análise dos elementos existentes no sistema e suas interações. Após a sua construção são então utilizadas as sete soluções gerais aplicadas a modelos substância-campo, de forma a detetar eventuais interações prejudiciais ou incompletas, permitindo um enfoque para o enunciado de problema a utilizar.

Caso nenhum problema seja detetado, deve-se assumir que esse facto se deve a alguma omissão da análise efetuada, tendo em mente de que é extremamente improvável de que não exista nenhum aspeto ou situação que possa ser alterado ou melhorado.

Formulação do problema

Após identificar o problema, seguindo uma das guias da TRIZ, é importante uma correta formulação deste. Se o problema for mal definido, então as soluções geradas para resolver este também não irão ser apropriadas para melhorar o sistema em questão.

De modo a se proceder corretamente nesta etapa, é necessário agregar os resultados obtidos das etapas antecedentes, e entender qual será o enfoque da resolução de problemas a efetuar, sendo que este terá impacto direto na utilização das ferramentas empregadas nos futuros passos, e como tal, nos resultados obtidos.

Geração de soluções

Consoante o problema identificado, contradição física ou técnica, a TRIZ sugere a aplicação de determinadas ferramentas específicas, de forma a obter soluções abstratas, para depois serem contextualizadas na situação a ser abordada.

É importante referir que o utilizador poderá não se cingir apenas às ferramentas propostas, tendo liberdade para se servir de ferramentas com as quais tem mais experiência de utilização. Isto deve-se ao facto de que é reconhecido que em processos de resolução de problemas inventivos, existe uma correlação direta entre experiência do utilizador com dadas ferramentas e a produção de resultados efetivos através dessas mesmas.

No entanto recomenda-se a utilização dos 40 princípios de invenção de Altshuller de forma a ter acesso à base de dados resultante dos estudos efetuados pelos praticantes da TRIZ, permitindo um enfoque pertinente do espaço de soluções disponível e agilizando o processo de resolução do problema.

É também aconselhado um emprego da ferramenta janelas múltiplas no tempo, possibilitando usufruir da análise contextual do sistema, supersistema e subsistemas em termos históricos, e a definição de um conceito de idealidade para o sistema. Ajudando a estipular um objetivo a alcançar através da resolução do problema e estruturar requisitos necessários para eventuais soluções.

Sugere-se também a utilização da análise substância-campo nesta etapa, de forma a diagnosticar eventuais efeitos indesejados ou insuficientes na solução obtida, podendo ser estas complementadas através da aplicação das 7 soluções gerais. Assim é possível corrigir essas interações antecipadamente antes de se proceder à implementação desta.

Se, a partir deste passo, for obtida alguma solução passível de ser executada na situação em análise, então prossegue-se para a avaliação desta. Caso contrário, é necessária uma reformulação do problema, permitindo uma nova perspetiva sobre o sistema em si.

Avaliação da solução obtida com *Eco-Compass*

Nesta etapa é feita uma avaliação da solução obtida, em termos de parâmetros ambientais, através da comparação da solução obtida com o cenário base. Consoante a informação disponível, esta apreciação pode ser feita de forma qualitativa ou quantitativa.

É necessário um reconhecimento do perfil de sustentabilidade desejado para a solução obtida, sendo que essa definição pode ser efetuada em conjunto com os *Stakeholders*, ou pode ser enquadrada com os objetivos ambientais declarados pela organização responsável.

O resultado obtido pode tomar diversos formatos em termos de perfil apresentado. Em situações onde o perfil obtido se encontra no limite dos critérios estabelecidos, é recomendado uma reconfirmação destes, de modo a definir se se quer considerar a solução aprovada ou não.

Se cumprir os requisitos estipulados pela empresa/*stakeholders*, a solução final é aprovada. No entanto, se essa condição não se cumprir, os parâmetros de engenharia associados aos cabeçalhos ambientais em falha são identificados, e uma nova aplicação das ferramentas TRIZ é necessária, sendo que o sujeito será agora a solução proposta.

Reformulação da nova solução

Um novo problema é então identificado, derivado da avaliação reprovada através da aplicação da ferramenta *Eco-Compass*. Os parâmetros de engenharia obtidos a partir da associação com os cabeçalhos em falha desta já se encontram identificados, sendo que é necessário identificar em que componentes do novo sistema se deve atuar. Para esse efeito, é recomendada uma nova aplicação de modelos substância-campo em conjunto com as sete soluções gerais.

Após a sua identificação, uma reiteração da fase de geração de soluções é efetuada, sendo que os parâmetros de engenharia previamente mencionados, iram ser encarados como novos requisitos desejados para uma eventual solução, e utilizados na construção da matriz de idealidade correspondente.

Se nenhuma solução for obtida, é necessário reexaminar o problema inicialmente identificado. No entanto se a etapa for concluída com sucesso, uma nova fase de avaliação é realizada, mantendo o cenário base utilizado inicialmente, como base de comparação.

Estudo de caso

O estudo de caso foi realizado no âmbito de melhoria de processos de uma empresa dedicada a serviços aplicados a infraestruturas de telecomunicação.

Análise do sistema e identificação do problema:

A empresa encontrava-se numa fase de reestruturação de serviços após um processo de fusão, exigindo novas ferramentas, métodos de trabalho e realocação de recursos humanos. No entanto, devido à complexidade, dimensão e competitividade dos serviços, a gestão encontra-se sob uma grande pressão para cumprir certos objetivos definidos de produtividade, e ao mesmo tempo, aumentar sua eficiência das suas atividades.

Neste contexto, as camadas de gestão apresentavam bastantes reservas na adoção de novas ferramentas ou métodos para as suas equipas operacionais, com medo de que estas se provem inefetivas, e a curto prazo pudessem causar disrupção no funcionamento normal destas. Tendo estipulado que é necessária uma argumentação sólida para as razões de adoção de uma determinada nova medida, e a apresentação de resultados de implementação prática, através de casos de usabilidade.

No entanto, as equipas de transformação também sofriam pressão por parte da organização para a procura de oportunidades de melhoria para as equipas operacionais, não conseguindo, no entanto, a colaboração dos departamentos responsáveis pela execução dos serviços comerciais.

Devido a este facto, as ações do departamento de transformação cingiam-se a projetos que eventualmente apresentavam deslizes de orçamento ou de tempo efetivo para conclusão, efetuando análises de causa, de forma a compreender a razão de tal se ter sucedido. Geralmente, destes estudos resultava medidas de reestruturação de recursos humanos, ao detetar-se rendimentos destes abaixo do que era requerido para os parâmetros de projeto estipulados.

Do contacto com membros das equipas de transformação, foi inferido que estes se queixavam de não existir metodologias efetivas para a introdução de novos processos ou ferramentas, que pudessem permitir um trabalho efetivo de melhoria dos serviços de portefólio de uma forma não invasiva.

Sendo que contacto com as equipas operacionais permitiu identificar, que existia um receio por parte destes em permitir livre acesso de informação aos engenheiros de processos, devido à associação percecionada entre as suas atividades e despedimentos.

Depara-se então com um cenário estagnado em termos de evolução de desempenho de sistema, onde mudança é encarada com bastante resistência, mas, no entanto, é necessária.

Utilizando o modelo de substância-campo, pretende-se identificar que elementos do sistema constituem a situação problemática, e que em qual/quais se deve atuar.

Em primeira instância é necessário identificar quais os constituintes presentes, para de seguida poder proceder à análise das suas interações, e recorrer às 7 soluções gerais propostas por Altshuller e colegas, de forma a determinar um foco para o processo de resolução de problemas.

Após detetado um efeito prejudicial no sistema através da interação dos engenheiros de processos e as equipas operacionais, selecionou-se o modelo correspondente, representado na figura 2, que traduz a situação identificado no sistema.

Figura 2

Neste contexto considerou-se que, S1 representa o engenheiro de processos, responsável pela proposta de alterações dos processos do serviço, S2 refere-se às tarefas operacionais das equipas de execução, e F1 alude à metodologia de implementação de casos de usabilidade.

Observa-se então que existe uma interação prejudicial entre o engenheiro de processos e a operação das equipas de trabalho quando é utilizada a metodologia de implementação de casos de usabilidade. Esta deve-se ao fato de as equipas terem de alocar recursos, tempo ou até interromper as suas atividades, de forma a aplicar essa mesma metodologia.

Analisou-se as soluções gerais a ser aplicadas a modelos substância-campo, propostas pela TRIZ, e foi então selecionada a solução geral número 4 pertencente a essas (figura 3), que sugere a alteração do campo F1 para um F'1, de forma a permitir que o modelo possa efetuar a ação desejada.

Figura 3

Foi então definido que o enfoque processo de resolução de problemas irá concentrar os seus esforços na transição do campo F1 para F'1, ou seja, na sugestão de uma nova metodologia de interação entre os agentes de transformação e os sujeitos desta.

Formulação do problema:

Tendo sido feito um levantamento de efeitos indesejados no sistema, e determinado em que elementos se pretende atuar, é necessário então efetuar a formulação formal da questão a ser abordada. Da junção destes dois fatores obteve-se o seguinte enunciado:

“Que metodologia utilizar para teste de novas configurações de trabalho, ou ferramentas, de forma a não causar disrupção no funcionamento normal das equipas de projeto.”

Geração de soluções:

Em primeiro lugar, de forma a ajudar a definir qual o conceito de solução ideal do problema, a ferramenta das janelas múltiplas, pertencente ao corpo da TRIZ, foi aplicada.

O primeiro passo consistiu no preenchimento da janela relativa ao sistema no presente, com a informação da origem do problema. De seguida, procedeu-se à identificação do supersistema e subsistema dentro da mesma linha temporal tendo esse processo permitido a compreensão do contexto da situação presente do sistema e envolventes.

Após efetuada essa etapa, as outras células da matriz foram preenchidas, noutras linhas temporais, permitindo entender a progressão do sistema até o presente, e qual a tendência preferencial para a sua evolução futura.

Deste exercício foi possível compreender, que a resistência das camadas de gestão a propostas de alterações de processos foi aumentando ao longo do tempo. Este facto deve-se provavelmente ao aumento da competitividade do mercado de telecomunicações e a necessidade de manter a satisfação dos seus clientes, fazendo com que atrasos a nível de operações possam ter consequências grandes para a empresa.

Foi também identificado, através do preenchimento das colunas relativas ao período temporal do futuro que, de forma a sustentar a política de dinamismo de portefólio, e reduzir a resistência das camadas de gestão a novos métodos propostos, é necessária uma melhor integração dos processos de melhoria com os departamentos de execução. Concluiu-se que a solução ideal pode então ser definida como a ausência de necessidade de interromper a operação das equipas de trabalho para testar as diversas configurações de serviços ou ferramentas, permitindo um maior grau de liberdade para efetuar medidas de melhoria de desempenho destes.

De forma a definir então, quais as características desejadas para a solução ao problema exposto, procedeu-se à definição de requisitos que esta deverá cumprir, tendo em conta a análise efetuada até ao momento.

Compreendeu-se que é desejado que o método utilizado para criar a argumentação para a adoção de novas medidas ou casos de usabilidade seja de fácil utilização, permitindo que os seus vários utilizadores sejam capazes de usufruir da ferramenta, sem necessidade de um período extenso de treino. Que os resultados apresentados sejam de confiança, atribuindo validade aos resultados obtidos, e concedendo uma maior capacidade argumentativa dos casos de usabilidade efetuados. Não interrompa a atividade das equipas em operação, evitando a um decréscimo do rendimento destes e ao mesmo tempo reduzindo a reticência das camadas de gestão em efetuar novos casos de usabilidade. Que exija um baixo nível de manutenção, reduzindo custos diretos associados à manutenção da ferramenta em questão e encorajando a sua implementação e uso, e finalmente, que seja versátil, de forma a poder testar várias hipóteses possíveis de medidas de melhoria, e atribuindo uma maior capacidade de adaptação da ferramenta fazendo com que, no caso de um planeamento de caso de usabilidade ter sido mal efetuado, ou um contratempo seja detetado a meio deste, seja possível responder positivamente a este, não desperdiçando o investimento de recursos ou tempo já efetuado.

Após identificado os requisitos desejados para a solução a obter, procedeu-se a um trabalho de interpretação destes sob o formato dos 39 parâmetros de engenharia, definidos por Altshuller, de forma a melhor se enquadrarem na metodologia da TRIZ.

Deste exercício foram obtidos os seguintes requisitos:

- Usabilidade -> Conveniência de uso.
- Validez dos resultados obtidos -> Fiabilidade.
- Tempo alocado, de uma equipa em operação -> Efeitos colaterais prejudiciais.
- Nível de manutenção necessário da ferramenta -> Nível de automação.
- Capacidade de teste de diferentes configurações -> Adaptabilidade.

Tendo os parâmetros de engenharia definidos, é então possível aplicar estes na construção da matriz de idealidade do sistema (Tabela 1), de forma a detetar o tipo de interações que ocorrem entre estes. Uma interação pode classificar-se como positiva (+), negativa (-) ou não existentes, sendo que estas são identificadas a partir da questão de “se melhorar um dado parâmetro, o que acontece ao outro?” para cada combinação possível destes.

Tabela 1

Após a identificação das interações negativas, é torna-se então possível, através da matriz de contradições, retirar princípios de invenção pertencentes à TRIZ que sugiram soluções que não contenham essas interações negativas.

Os princípios identificados encontram-se ainda sob um formato genérico, é então necessário contextualizar estes para o problema específico, de forma a poder utilizar estes no processo de formalização de uma solução específica.

Procedeu-se então à análise de cada princípio de invenção identificado, de forma a entender se existe então, uma aplicação destes no contexto em análise. Para este efeito, tratando-se de um serviço, utilizou-se como referência o trabalho de compilação efetuado por Gennady Retseptor, de forma a entender como cada *item* pode ser interpretado na situação analisada.

De forma a facilitar o processo de consulta para a elaboração de uma solução específica, os princípios identificados foram compilados numa tabela, assim como as suas possíveis aplicações e frequência com que foram referidos para as várias contradições (Tabela 2)

Tabela 2

Como é possível observar, a conjunção dos princípios transformação do estado físico ou químico, extração, e cópia, remetem para uma possível solução que utilize modelos de simulação e a combinação de transformação do estado físico ou químico e inversão, sugere explorar a hipótese de alargar o acesso à ferramenta para além de apenas os engenheiros de processos.

O princípio cópia também alude ao fato de ser necessário pensar na gestão da base de dados responsável pela alimentação de dados a um possível modelo de simulação.

Aplicando mais uma vez os modelos de substância-campo verificou-se a configuração da solução estruturada, permitindo também identificar se existe uma necessidade de introduzir ou alterar algum dos seus elementos.

Os elementos existentes no sistema mantêm-se como os agentes que propõe as medidas de melhoria, as tarefas ou processos operacionais, tendo sido substituída a metodologia a ser aplicada pela nova solução obtida.

O modelo representado na figura 4 traduz o novo sistema concessionado, sendo que este ainda apresenta uma interação insuficiente entre o engenheiro de processos e as equipas operacionais. Neste caso S1 refere-se ao utilizador que quer realizar o caso de usabilidade, S2 alude às tarefas das equipas operacionais, e F'1 é a nova metodologia para elaboração de casos de usabilidade, através de modelos de simulação.

Figura 4

O efeito insuficiente deve-se ao facto de ser necessária a recolha de dados sobre configurações dos processos em análise, tempos, custos e outras variáveis pertinentes. Podendo necessitar bastante tempo de atividade para o agente S1, e/ou afetar o funcionamento de S2. Como tal, o sistema ainda pode ser sujeito a melhorias.

É recomendado que, ao utilizar o modelo substância-campo, quando uma situação de efeito desejado insuficiente é identificada, deve-se proceder à alteração de S1, S2 ou F'1, ou então introduzir uma nova substância S3 de forma a produzir o efeito desejado. O modelo substância-campo irá então se apresentar sob o formato exposto na figura 5.

Figura 5

Essa substância S3, utilizando o princípio de inovação identificado na aplicação de matriz de contradições, será então a base dados responsável pela alimentação contínua do *software* de simulação utilizado.

Analisando os recursos disponíveis no sistema e perto da fronteira, foi identificado que existe já uma equipa responsável pelo mapeamento dos processos e subprocessos dos serviços oferecido pela empresa. A sua função é entrevistar os responsáveis por cada um destes recolher os últimos dados disponíveis, e registar estes sob o formato BPMN, numa base de dados interna.

Foi então sugerido criar um elo entre esse trabalho efetuado, e possível metodologia de simulação para a elaboração de casos de usabilidade. Os responsáveis pelas equipas de mapeamento de processos ficaram entusiasmados com a proposta, pois o *software* onde a base de dados era registada continha funções de simulação integradas, mas não exploradas.

A equipa responsável por esse *software* apresentou-se interessada na proposta, sendo que o trabalho de adaptação da ferramenta foi então iniciado.

O novo desafio consiste então por definir um processo através do qual essa base de dados possa obter informação atualizada sobre variáveis mais específicas dos processos e subprocessos em questão, tal como tempos de atividade, recursos utilizados e outras.

Determinou-se que a equipa de mapeamento de processos irá tomar a responsabilidade de manter os modelos de simulação atuais em termos de estrutura e morfologia, nos seus diversos níveis de funcionamento. Sendo que a recolha de dados necessária para alimentar esses mesmos, terá que ser abordada através de outros métodos.

O processo de recolha de dados a nível de processos, ou mais popularmente referente como *Data Mining* devido ao seu volume, trata-se de um novo problema complexo aos quais diversas empresas dedicam muito esforço para desenvolver e implementar.

Como tal, esta atividade necessita de uma equipa responsável para o seu planeamento, elaboração e execução. Tendo esta, a responsabilidade de identificar cada um dos processos dentro do âmbito de trabalho, planejar a sua abordagem e elaborar *software* capaz de registar a informação necessária tais como tempos, custos associados e outras variáveis pertinentes para a elaboração de modelos de simulação.

Foi então nomeado um responsável por esta iniciativa, sendo que as suas atividades não se encontram incluídas neste estudo de caso.

Apresentação da solução final:

A solução final, de forma a responder ao problema identificado, passou pela adaptação de uma ferramenta já existente, atribuindo-lhe capacidades de simulação e integrando o trabalho de mapeamento de processos com o trabalho de construção dos modelos para a simulação. Para além de ser uma solução que utiliza recursos já existentes no sistema, permitiu também construir um argumento para aumentar o grau de adesão

dos PM's à recolha de informação sobre os serviços, de forma a poderem beneficiar das funções de planeamento de métodos e ferramentas alternativos, e ao mesmo tempo justificar uma maior alocação de servidores dedicados à ferramenta, melhorando o seu desempenho e experiência de utilizador.

Avaliação com o *Eco-Compass*:

Foi então realizado a avaliação de sustentabilidade da solução final, através da ferramenta *Eco-Compass*, sendo que é importante referir que a empresa em questão possui uma política de encorajamento de iniciativas que promovam sustentabilidade.

No entanto nenhum nível de cabeçalhos ambientais foi especificado, e como tal, a condição para avaliar se a solução é considerada apropriada para ser apresentada, é “a melhoria de pelo menos dois parâmetros sem piorar os outros”. Por não existirem dados disponíveis para elaborar uma avaliação quantitativa, foi utilizada uma apreciação qualitativa de forma a poder aplicar a ferramenta.

Numa primeira fase, foi necessário identificar o ciclo de vida associado ao cenário base, sendo que como não se trata de um produto, mas sim de um serviço, compreende-se que é necessário que exista, após o início deste, uma determinada sequência de passos até à sua resolução.

O cenário base (figura 6) apresenta dois momentos, após a implementação do caso de usabilidade, nos quais poderá ser necessário redefinir as alterações propostas, e reiniciar o fluxo de trabalho. No entanto, se existir a necessidade de efetuar cenários de usabilidade adicionais, será necessária a alocação de recursos para tal efeito, podendo estes ser necessários para outras operações da empresa. Por essa razão, existe um elevado nível de exigência por parte das camadas de gestão para a aprovação da implementação do caso de usabilidade.

Figura 6

Já o novo cenário introduz alterações significantes ao substituir as etapas de “implementação do caso de usabilidade” e “compilação de resultados”, por “simulação de cenários desenhados”. Essa substituição ocorre devido às funcionalidades do *Software* de simulação, que permitem a compilação automática dos resultados obtidos, exigindo efetuar apenas a sua análise.

A razão de esta etapa se encontrar definida no plural, deve-se ao facto de ser possível simular mais que um cenário simultaneamente, não implicando a utilização de recursos adicionais relevantes. Consequentemente, as etapas de “definição de alterações de processos a efetuar” e “planeamento de caso de usabilidade” também irão ter uma

dinâmica diferente, ao existir a capacidade de serem analisados mais que uma proposta de transformação sem custos acrescidos.

Da mesma forma, caso haja necessidade de reiniciar o fluxo devido a problemas detetados ou não aprovação dos resultados obtidos após a sua análise, uma menor quantidade de recursos terá sido investida na construção dos casos de usabilidade. Por essa razão, a resistência por parte das camadas de gestão para a aprovação da iniciativa, irá diminuir.

A figura 7 apresenta o fluxo de trabalho associado à metodologia proposta.

Figura 7

Tendo os diagramas de ambos os cenários delineados, é possível então proceder à comparação de cada um dos índices da *Eco-Compass*, entre os dois cenários em análise. Os parâmetros do cenário base são fixados com o valor 2 numa escala de 1 a 5, e os critérios do novo cenário proposto são determinados relativamente a esse, sendo que devido à ausência de dados disponíveis para efetuar cálculos quantitativos, foi utilizada uma abordagem qualitativa.

Figura 8

A solução final, tendo sido aprovada de acordo com os critérios estabelecidos, foi então proposta às camadas de gestão do departamento de desenvolvimento, sendo que um caso de usabilidade foi construído, baseado num dos subprocessos de um dos serviços disponíveis no portefólio, para demonstrar, num contexto prático, a utilidade da ferramenta em questão.

Conclusões

O estudo efetuado centrou-se no desenvolvimento de uma metodologia incorporando a TRIZ e a ferramenta *Eco-Compass*, de forma a gerar soluções a problemas inventivos tendo em conta o seu impacto ambiental. Posteriormente, a sua aplicação foi testada num estudo de caso, de forma a observar a sua performance e receção.

A aplicação da metodologia TRIZ, no seu formato básico, revelou-se intuitiva na sua aprendizagem e útil pelos seus resultados, sendo que permitiu gerar soluções que foram recebidas com entusiasmo por parte das empresas onde foi aplicada. No entanto foi entendido que o facto de ser necessário um investimento razoável de tempo para a sua compreensão, e apesar de esta ser bastante conhecida em certas organizações

específicas, a sua divulgação não tomou a proporção esperada por Altshuller, provavelmente devido à pouca quantidade relativa de estudos efetuados dentro do tópico, em contexto atual.

A introdução da ferramenta *Eco-Compass* combinada com a metodologia TRIZ, mostrou-se promissora devido à compatibilidade dos seus cabeçalhos com os parâmetros de engenharia definidos por Altshuller. No entanto, a alteração proposta para a relação entre estes dois não foi passível de ser testada. Isto devido ao facto de o nível de exigência em termos de parâmetros ambientais, requisitados por parte da empresa envolvida no caso de estudo, não foi muito elevado e, como tal, parte da metodologia proposta, associada ao decisor de avaliação da solução obtida, não foi testada. A aplicação desta ferramenta no âmbito de serviços também necessita de ser explorada, devido à dificuldade de obter uma comparação quantitativa neste contexto, sendo que as utilizações de métodos qualitativos incorrem o risco de enviesar eventuais resultados.

A partir das conclusões inferidas no decorrer do estudo realizado, e de forma a assegurar uma continuidade do trabalho efetuado, a realização de mais estudos de caso irá ser efetuada, tendo em conta a necessidade de um reforço, por parte das organizações, na insistência de critérios de sustentabilidade mais exigentes para as soluções obtidas, de forma a estudar o impacto dos parâmetros de engenharia, derivados a partir da aplicação da *Eco-Compass*, e eventual retrabalho necessário. Como tal, um enfoque dos futuros trabalhos realizados será tomado, em empresas ou programas que apresentem perfis mais centrados em sustentabilidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa (FCT NOVA), à Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Mecânica e Industrial (UNIDEMI), à empresa onde o estudo foi desenvolvido e à Fundação Portuguesa para a Ciência e a Tecnologia (FCT) pelo apoio dado ao trabalho de investigação através do Projeto Estratégico UID/EMS/00667/2013 – UNIDEMI .