

Definição de indicadores de desempenho para o controlo e monitorização de projetos numa empresa de sistemas de armazenamento automático

Ana Catarina Gonçalves Ferreira

Dissertação de Mestrado

Orientador: Prof. Eduardo José Rego Gil da Costa



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2018-01-22

À minha Mãe.

Ao meu Pai.

Ao meu irmão.

“If you don't know where you are, a map won't help.”

Watts Humphrey

Resumo

A sociedade atual enfrenta fortes vetores de transformação no que diz respeito à envolvente cultural, política, económica e social. Hoje, a globalização assume-se como o maior deles, difundindo de forma exponencial as relações entre as organizações. Se, por um lado, a globalização possibilita às organizações novas oportunidades, por outro lado, apresenta-lhes um vasto conjunto de novos desafios. Torna-se, portanto, imperioso que as empresas tomem consciência desta realidade e implementem novas filosofias e metodologias que as direcionem no sentido de fazerem mais e melhor, reconhecendo os seus pontos fortes e fracos, a fim de definir níveis de desempenho a alcançar e identificar oportunidades de melhoria.

A Consoveyo S.A., antiga Efacec Handling Solutions S.A., é um integrador e fornecedor líder de sistemas de armazenamento automático. Sendo uma empresa relativamente recente, com apenas três anos de existência, assiste-se, diariamente, a mudanças constantes no que diz respeito a melhorias para o alcance do seu sucesso. A persistente dificuldade que se verifica no cumprimento dos prazos e dos custos dos subprojetos de Mecânica, Automação e Software, e, conseqüentemente, dos projetos em geral, impõe a revisão dos procedimentos da empresa, para que seja possível melhorar as práticas existentes e, assim, minorar os efeitos da tendência à entropia.

É nesta conjuntura que se desenvolveu o projeto de dissertação de mestrado em contexto empresarial que o presente documento encerra. O projeto tem como objetivo o controlo e a monitorização dos subprojetos de Mecânica, Automação e Software, executados, respetivamente, nos subdepartamentos de Mecânica, Automação e Software, os quais são transversais a todos projetos da empresa. A fim de se concretizar o presente objetivo procurou-se especialmente adotar e definir indicadores de desempenho e investir na realização de *Dashboards*, necessários ao suporte e visualização dos indicadores criados.

A análise exaustiva da pequena aplicação atualmente utilizada pela empresa, para o controlo e monitorização dos subprojetos de Mecânica, Automação e Software, permitiu identificar algumas limitações no que diz respeito às funcionalidades e à avaliação do desempenho. Para além de não permitir ao utilizador compreender quais são as atividades de execução que estão a contribuir de forma positiva e negativa para a entrega dos subprojetos “*on time*” e “*on budget*”, não possibilita avaliar o progresso de cada subprojeto, apresentando, portanto, indicadores falaciosos que não correspondem à realidade.

Neste sentido, as sugestões de melhoria abordadas propõem aumentar a eficiência dos vários subprojetos, tanto pela alteração e amplificação das funcionalidades existentes na aplicação, promovendo a avaliação do desempenho visual das atividades de execução, como com a implementação de metodologias que permitam avaliar o desempenho dos subprojetos de forma adequada e sustentada. A realização de um novo filtro na aplicação, umas das melhorias propostas e implementadas, leva a que o gestor de cada subdepartamento consiga visualizar o desempenho de cada atividade de execução num qualquer subprojeto pretendido, e, posteriormente, tome medidas corretivas e preventivas. Adicionalmente, a aplicação das metodologias *Earned Value Management*, EVM, e *Earned Schedule*, ES, e a leitura dos principais indicadores que estas disponibilizam e outros indicadores adicionais realizados, torna possível o acompanhamento e a avaliação do progresso dos subprojetos.

Por fim, o último passo do projeto consiste na realização de dois *Dashboards*, visando, o primeiro, a avaliação do desempenho mensal e a transparência no trabalho, para que tudo seja observável, conhecido e entendido por todos os colaboradores e, o segundo, a sustentação dos indicadores propostos para a medição do desempenho, facilitando, numa visualização única e simples, a tomada de decisão do gestor responsável por cada subprojeto.

Considera-se que o objetivo do presente projeto foi cumprido, tendo sido implementadas as várias metodologias e técnicas abordadas no decorrer da presente dissertação.

Definition of performance indicators for the control and monitoring of projects in an automated storage systems company

Abstract

Today's society faces strong transformational vectors regarding the cultural, political, economic and social environment. Nowadays, globalization assumes itself as the biggest of them, spreading exponentially the relationships among organizations. If, on one hand, globalization gives organizations new opportunities, on the other hand, it presents them with a wide range of new challenges. It is, therefore imperative that companies become aware of this reality and implement new philosophies and methodologies that guide them to do more and better, identifying their weaknesses and strengths, in order to establish levels of performance to achieve and outline opportunities for improvement.

Consoveyo S.A., formerly Efacec Handling Solutions S.A., is a leading integrator and supplier of automated storage systems. Being a relatively recent company, there are daily changes when it comes to achieving its success. The frequent difficulty in meeting the deadlines and in not exceeding the costs of the Mechanical, Automation and Software subprojects, leads to the need of the company to review its working methods, in order to minimize the natural tendency to generate entropy and to improve their practices.

It is at this juncture that this dissertation project arose. It was developed in a business context as it will be explained in this report. The project aim is to control and monitor the subprojects of Mechanics, Automation and Software, executed, respectively, in the subdepartments of Mechanics, Automation and Software, in which all the projects of the company cross. In order to achieve this goal, it was sought to adopt and define performance indicators and to invest in the execution of Dashboards, necessary to support and visualize the indicators created.

The exhaustive analysis of the small application being used by the company to control and monitor the Mechanical, Automation and Software subprojects allowed to identify some limitations concerning the functionalities and the performance evaluation. It does not only allow the user to understand which activities in execution are contributing positively and negatively to the delivery of the on-time and on-budget subprojects but it does not also make possible to evaluate the progress of each subproject, presenting, consequently indicators that do not correspond to reality.

In this sense, the proposed suggestions of improvement foresight the rise of the efficiency of the different subprojects, both by altering and amplifying the existing functionalities in the application, promoting the evaluation of the visual performance of the activities in execution, and with the implementation of methodologies that allow to assess the performance of the subprojects in an adequate and sustained manner. The implementation of a new filter in the application, one of the proposed improvements, allows the manager of each subdepartment to visualize the performance of each activity in execution in any desired subproject, and then take corrective and preventive measures. In addition, the application of the Earned Value Management, EVM, and Earned Schedule, ES, methodologies and the reading of the main indicators that were provided and other additional created indicators, make it possible to monitor and evaluate the progress of the subprojects.

Finally, the last stage of the project consists of the execution of two Dashboards. The first aim will assess the monthly performance and the transparency at work, so that every information is visible, known and understood by all the employers and the second, the support of the proposed indicators for the measurement of performance, facilitating, in a simple view, the decision making of the manager responsible for each subproject.

The aim of the present project was fulfilled, having been implemented the diverse methodologies and studied techniques in the course of the present dissertation.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador da FEUP, Engenheiro Eduardo Gil da Costa, cuja disponibilidade e constante apoio contribuíram de forma ímpar para a presente dissertação.

Seguidamente, aos meus orientadores da empresa, Engenheiro Luís Branquinho e Mestre Mara Pereira, pelo apoio, exigência e confiança que demonstraram ao atribuir-me o presente projeto de dissertação. Um particular obrigada à Mestre Mara Pereira, que apesar de não me ter acompanhado até ao final da dissertação, por motivos pessoais, revelou ser uma excelente profissional durante o tempo em que esteve presente, partilhando incansavelmente os seus conhecimentos, embora sempre com o devido cuidado de me conferir a autonomia necessária.

À Consoveyo, por me ter concedido uma experiência enriquecedora em diversos sentidos, principalmente para o crescimento e amadurecimento das minhas convicções profissionais.

Ao Carlos Maldonado, meu colega da frente, um especial agradecimento, por sempre se preocupar e fazer tudo ao seu alcance para melhorar a minha primeira experiência de trabalho. Guardarei para sempre na minha memória a sua simpatia e boa disposição que me transmitia diariamente.

Ao José Magalhães, um enorme obrigada, por todo o auxílio prestado desde o meu primeiro dia na empresa.

Aos Engenheiros Vítor Vaz, José Amaral e Pedro Lima, gestores do subdepartamento de Mecânica, Automação e Software, respetivamente, por todo o tempo que despenderam do seu trabalho para me esclarecer dúvidas.

Ao Flávio, por me fazer sentir parte integrante da empresa, assim como à Rita, à Patrícia, à Filipa, ao José e à Sofia, a quem devo também uma palavra de consideração por todo o companheirismo e amizade durante a hora de almoço.

À FEUP, pelos melhores cinco anos da minha vida, não só por todos os momentos vividos e conhecimentos adquiridos, como também por me ter proporcionado uma das melhores experiências que já tive, o programa Erasmus +.

Um sincero agradecimento ao Professor Américo Azevedo, não só pela incansável motivação que me proporcionou em todos os momentos do projeto, mas principalmente pela enorme vontade que sempre demonstrou em acrescentar conteúdo científico para a presente dissertação.

Ao Professor José Luís Borges, pelo auxílio num momento importante do projeto.

Aos meus pais e ao meu irmão, pela incessante compreensão e paciência durante os momentos de maior aflição.

Às minha amigas Noiala, Sara, Maria e Cansu, a quem devo também uma palavra de respeito, por me mostrarem, diariamente, o valor da amizade.

Por fim, não poderia deixar de expressar a minha gratidão ao meu amigo Hermano, não só pela incessante paciência demonstrada ao longo destes 5 anos, mas principalmente pelo apoio durante a realização da presente dissertação.

A todos, um sincero obrigada.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivação	1
1.2	Apresentação da Consoveyo S.A.	2
1.3	Metodologia	3
1.4	Estrutura da dissertação.....	4
2	Enquadramento Teórico.....	5
2.1	A importância do controlo da gestão e da medição do desempenho nas organizações.....	5
2.1.1	O conceito de indicador chave de desempenho.....	6
2.1.2	A seleção de um indicador	6
2.2	Gestão de Projetos.....	8
2.2.1	Estrutura Analítica dos Projetos	8
2.2.2	Método <i>Earned Value Management</i>	9
2.2.3	Método <i>Earned Schedule</i>	13
2.3	<i>Dashboards</i>	15
3	Caracterização da situação atual	17
3.1	Visão geral dos projetos na Consoveyo	17
3.1.1	Procedimento padrão do desenvolvimento dos projetos	17
3.1.2	Diagrama representativo do planeamento dos projetos	20
3.2	Departamento de Engenharia	21
3.2.1	Subdepartamento de Mecânica.....	22
3.2.2	Subdepartamento de Automação.....	23
3.2.3	Subdepartamento de Software.....	24
3.3	Método de controlo interno dos Subprojetos	24
3.3.1	Relatório Global do Subprojeto.....	24
3.3.2	Folha de Controlo do Subprojeto	29
3.4	Síntese dos problemas encontrados.....	30
4	Melhorias propostas para o controlo dos subprojetos.....	31
4.1	Aplicação de um novo filtro na aplicação atualmente utilizada na empresa.....	31
4.2	Aplicação prática das metodologias EVM e ES.....	32
4.2.1	Recolha e tratamento dos dados	33
4.2.2	Nova linha <i>Earned Hours</i>	34
4.2.3	Indicadores novos baseados na metodologia EVM.....	36
4.2.4	Indicadores novos baseados na metodologia ES	39
4.2.5	Alteração da Folha de Controlo do Subprojeto	40
4.3	<i>Dashboards</i>	41
5	Conclusões e perspetivas futuras	45
	Referências	48
	ANEXO A: Obtenção da % <i>complete</i> e do PH.....	51
	ANEXO B: Cálculo do <i>Earned Schedule</i>	53
	ANEXO C: Tratamento dos dados necessários à construção do <i>Dashboard1</i>	55
	ANEXO D: Diagrama do Modelo Relacional necessário à execução do <i>Dashboard2</i>	57

Siglas

AC	<i>Actual Cost</i> (Custo Real)
AGV	<i>Automated guided vehicle</i>
AH	<i>Actual Hours</i>
AT	<i>Actual Time</i>
BAC	<i>Budget at Completion</i>
BSC	<i>Balanced Scorecard</i>
CPI	<i>Cost Performance Index</i> (Índice de Desempenho dos Custos)
CV	<i>Cost Variance</i> (Variação dos Custos)
EAC	<i>Estimate at Completion</i> (Estimativa de Conclusão)
EAP	Estrutura Analítica dos Projetos
EH	<i>Earned Hours</i>
ES	<i>Earned Schedule</i>
ETC	<i>Estimate to Complete</i> (Estimativa para Completar)
EV	<i>Earned Value</i> (Valor Agregado)
EVM	<i>Earned Value Management</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LAB	<i>Last Approved Budget</i>
NPP	Nova Precisão do Planeamento
PAC	<i>Preliminary Acceptance Certificate</i>
PD	<i>Planned Duration</i> (Duração Planeada)
PF	<i>Performance Factor</i>
PH	<i>Planned Hours</i>
PH _{total}	<i>Total Planned Hours</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PV	<i>Planned Value</i> (Valor Planeado)
RGV	<i>Rail Guided Vehicle</i>
SC	<i>Shuttle Car</i>
SMART	<i>Specific, Measurable, Attainable, Relevant, Timely</i> (Específico, Mensurável, Atínível, Relevante, Temporal)
SPI	<i>Schedule Performance Index</i> (Índice de Desempenho dos Prazos)
STK	<i>Stacker Craine</i>
SV	<i>Schedule Variance</i> (Variação dos Prazos)
TCPI	<i>To Complete Performance Index</i> (Índice de Desempenho de Recuperação de Custos)
TEAC(t)	<i>Time Estimate at Completion</i> (Estimativa do Tempo na Conclusão)
TVAC(t)	<i>Time Variance at Completion</i> (Variação do Tempo na Conclusão)

UML	<i>Unified Modeling Language</i>
VAC	<i>Variance at Completion</i> (Variação Final dos Custos)
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>

Índice de Figuras

Figura 1 - Áreas de negócio do grupo Körber	2
Figura 2 - Indicadores económico-financeiros da Consoveyo S.A.	3
Figura 3 - Abordagem tradicional de tempo e custo	9
Figura 4 - Parâmetros da metodologia EVM.....	10
Figura 5 - Conceito do <i>Earned Schedule</i>	14
Figura 6 - Fluxograma ilustrativo do procedimento padrão dos projetos	18
Figura 7 - Diagrama conceptual UML representativo de um projeto na Consoveyo.....	20
Figura 8 - Estrutura organizacional do departamento de Engenharia	22
Figura 9 - Diagrama representativo do subdepartamento de Mecânica	23
Figura 10 - Diagrama representativo do subdepartamento de Automação	23
Figura 11 - Diagrama representativo do subdepartamento de Software	24
Figura 12 - Filtros disponibilizados pela secção “Relatório Global do Subprojeto”	25
Figura 13 - Representação gráfica da evolução do subprojeto de Mecânica do projeto “J&J Teixeira II”	26
Figura 14 - Exemplo de preenchimento da <i>Timesheet</i>	27
Figura 15 - Filtros disponibilizados pela secção “Folha de Controlo do Subprojeto”	29
Figura 16 - Exemplo de tabela exibida pela “Folha de Controlo do Subprojeto”	29
Figura 17 - Codificação das atividades no planeamento	31
Figura 18 - Novos filtros disponibilizados pela aplicação	32
Figura 19 - Seleção dos filtros pretendidos para aplicação da metodologia EVM e ES	32
Figura 20 - Novo gráfico representativo da evolução do subprojeto em estudo	35
Figura 21 - Representação gráfica do indicador CV	36
Figura 22 - Representação gráfica do indicador SV	37
Figura 23 - Inserção da linha <i>New Forecast</i>	38
Figura 24 - Seleção dos filtros pretendidos a visualizar na secção “Folha de Controlo do Subprojeto”	40
Figura 25 - Nova tabela exibida na “Folha de Controlo do Subprojeto”	41
Figura 26 - <i>Dashboard1</i> , realizado em <i>Microsoft Office Excel</i>	43
Figura 27 - <i>Dashboard2</i> , realizado em <i>Microsoft Power Business Intelligence</i>	44

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Indicadores de desempenho exibidos na secção “Relatório Global do Subprojeto”	27
Tabela 2 - Informações relativas ao subprojeto em estudo	33
Tabela 3 - Organização da informação recolhida em cada período temporal.....	34
Tabela 4 - Valores acumulados de PH, AH e EH em cada período temporal	34
Tabela 5 - Indicadores EVM propostos para o controlo dos subprojetos	36
Tabela 6 - Indicadores EVM e outros indicadores adicionais propostos para o controlo dos subprojetos.....	38
Tabela 7 - Indicadores ES propostos para o controlo dos subprojetos	39

1 Introdução

A presente dissertação, parte integrante do 5.º ano do ciclo de estudos integrado conducente ao grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, consubstancia um projeto realizado em contexto empresarial, neste caso, na Consoveyo S.A., que visou o controlo e a monitorização dos subprojetos de Mecânica, Automação e Software.

Neste capítulo preliminar, organizado em quatro subcapítulos, inicia-se por uma apresentação e contextualização do tema do projeto, mencionando-se a sua importância para a Consoveyo e os motivos que levaram à sua realização. De forma a caracterizar o ambiente em que o projeto se desenvolveu, segue-se uma apresentação geral da empresa, descrevendo-se, inicialmente, o grupo Körber, e, posteriormente, a atividade, dimensão e estrutura da Consoveyo. Seguidamente, é apresentada a metodologia seguida para o alcance do objetivo do presente projeto de dissertação. Por fim, é descrita, sucintamente, a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

O sucesso pode ser entendido como a obtenção, por parte de qualquer organização, de níveis de desempenho que cumpram ou superem o previamente estabelecido (Caldeira, 2012). Tendo por base esta definição, a contínua procura pelo sucesso dos projetos na Consoveyo é um desafio diário, assistindo-se a um esforço constante para que a realização dos mesmos seja tão vantajosa quanto possível, quer para a empresa, quer para os seus clientes.

O sucesso dos projetos na Consoveyo depende essencialmente de três subdepartamentos funcionais, designados de Mecânica, Automação e Software, a partir dos quais se desenrolam, respetivamente, os subprojetos de Mecânica, Automação e Software. Face à dificuldade encontrada no cumprimento dos prazos e dos custos de cada um dos subprojetos, torna-se impreterível controlar e monitorizar o desenvolvimento dos mesmos durante a sua evolução, para que seja possível auxiliar o gestor de cada subdepartamento funcional a tomar decisões atempadamente e a estabelecer medidas preventivas e corretivas no decorrer de cada subprojeto pelo qual é responsável.

A pequena aplicação utilizada pela empresa, para a monitorização dos subprojetos, concebida recentemente, carece de alguns conceitos que são essenciais para a medição do desempenho. Para além de não conter indicadores suficientes que permitam avaliar o desempenho dos subprojetos de Mecânica, Automação e Software, não possibilita avaliar o progresso de cada um deles, apresentando, conseqüentemente, indicadores com resultados distanciados da realidade.

Surge assim, neste contexto, o presente projeto de dissertação, apresentando como objetivo o controlo e a monitorização dos subprojetos de Mecânica, Automação e Software, pelo que, os objetivos parcelares delineados prendem-se com a definição de indicadores de desempenho e a realização de *Dashboards*.

Por fim, é de salientar que o tema em estudo constitui um grande desafio, na medida em que, a correta e adequada monitorização dos subprojetos de Mecânica, Automação e Software poderá

ter, num futuro próximo, um impacto positivo no que diz respeito ao cumprimento dos prazos e dos custos dos mesmos.

1.2 Apresentação da Consoveyo S.A.

A Körber AG, com sede em Hamburgo, é a empresa-mãe de um grupo de tecnologia com cerca de 11500 funcionários em todo o mundo. O grupo é constituído por empresas de elevada tecnologia e mais de 100 entidades de produção, serviços e vendas (Consoveyo, 2017a). Com instalações no mundo inteiro, a Körber combina os benefícios de uma organização presente globalmente com as vantagens de empresas médias, altamente especializadas e flexíveis, que oferecerem soluções, produtos e serviços nas áreas de negócio de Automação, Sistemas de Logística, Máquinas-ferramentas, Sistemas Farmacêuticos, Papel, Tabaco e Investimentos em Capitais de Risco, como se ilustra na Figura 1.



Figura 1 - Áreas de negócio do grupo Körber, adaptado de Körber Group (2017)

A área de negócios de Sistemas Logísticos constitui o principal fornecedor de soluções totalmente integradas para otimizar processos complexos de logística interna e externa. Sob um telhado comum, as empresas desta área de negócios oferecem soluções nas áreas de tecnologia de armazém e transporte, software e controlos de rede logística, bem como integração de sistemas. É, portanto, nesta área de negócios que se encontra enquadrada a Consoveyo S.A..

A Consoveyo S.A., sediada na cidade da Maia, distrito do Porto, é um integrador e fornecedor líder de sistemas de armazenagem e tecnologia de transportadores automatizados. Formalmente conhecida como *Efacec Handling Solutions* até setembro de 2015, a empresa pertencia ao grupo Efacec, a maior corporação portuguesa no campo da eletromecânica e eletrónica, com forte presença em diferentes mercados internacionais. Desde então, com a aquisição do novo nome designado de Consoveyo, a empresa integra a área de negócios de Sistemas Logísticos do grupo alemão de tecnologia Körber AG (Consoveyo, 2017b).

Enquanto empresa dedicada ao fornecimento de sistemas integrados e à implementação de projetos complexos, a Consoveyo constrói soluções automáticas “chave na mão”, tais como armazéns automáticos, sistemas de manuseamento e transporte interno e sistemas de preparação de encomendas. Como fornecedora de produtos, a Consoveyo oferece uma vasta gama de equipamentos, personalizados de acordo com os requisitos do cliente. Por último, enquanto prestadora de serviços, providencia aos seus clientes serviços ao longo de todo o ciclo de vida útil do seu sistema, juntamente com soluções abrangentes, eficientes e economicamente viáveis concebidas para satisfazer os requisitos específicos de qualquer fluxo de materiais (Consoveyo, 2017d).

A empresa encontra-se instalada no polo do grupo Efacec, com escritórios de desenvolvimento e oficinas de montagem. Atualmente apresenta uma vasta presença mundial, com escritórios em Madrid, Praga, S. Paulo, Mumbai e Singapura, além de uma vasta rede de parceiros em

vários países, o que lhe permite uma grande proximidade com os clientes e um serviço de pós-venda eficaz (Consoveyo, 2017a). Tendo completado um grande número de projetos bem-sucedidos, um pouco por todo o mundo, a Consoveyo concebeu os sistemas de entrega e armazenamento de bagagens em aeroportos em Portugal, na Índia e em Singapura, mas também os sistemas de logística dos armazéns da Unicer, em Vialonga, ou do armazém da Coca-Cola, em Madrid, entre outros projetos (Consoveyo, 2017a).

A empresa terminou o ano de 2016 com 129 trabalhadores – 83% dos quais do sexo masculino –, o que representa um aumento de 45 pessoas face ao ano transato (em 2015 existiam 84 trabalhadores e em 2014 existiam 73 trabalhadores).

Na Figura 2 é apresentado um gráfico que reúne informação sobre alguns indicadores económico-financeiros (proveitos operacionais, resultado líquido, ativo e capital próprio) da Consoveyo S.A. nos anos fiscais de 2014, 2015 e 2016.

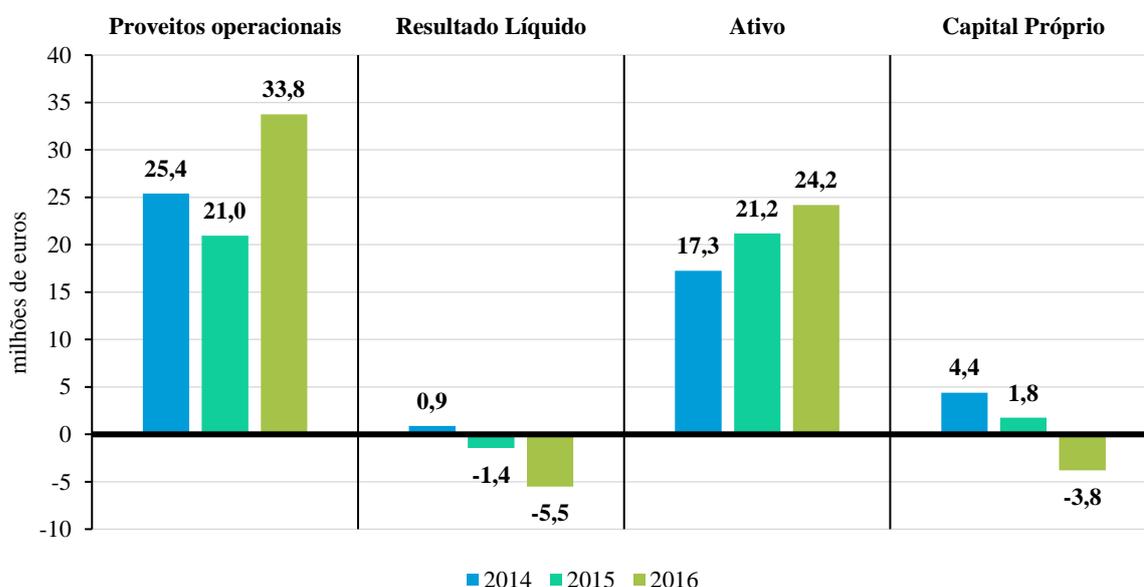


Figura 2 - Indicadores económico-financeiros da Consoveyo S.A.

Em 2016, a Consoveyo registou proveitos operacionais de 33,8 milhões de euros, o que consubstancia uma subida de 61% face ao valor observado em 2015 (21,0 milhões de euros). No entanto, verifica-se uma degradação do resultado líquido, de 0,9 milhões de euros para -1,4 em 2015 e -5,5 em 2016. Consequentemente, assiste-se a uma crescente degradação dos capitais próprios, os quais apresentam um valor negativo de 3,8 milhões de euros em 2016.

A estrutura organizacional da Consoveyo é do tipo funcional, assentando em oito departamentos. Apesar do presente projeto ter sido proposto pelo Departamento de Engenharia, constituído pelos subdepartamentos de Mecânica, Automação e Software, a sua concretização implicou a colaboração dos diversos departamentos da empresa.

1.3 Metodologia

A fim de se controlar e monitorizar os subprojetos de Mecânica, Automação e Software, procurou-se adotar, de uma forma organizada, a seguinte metodologia, caracterizada pelas seguintes fases:

- (1) Compreensão e enquadramento dos subprojetos de atuação;
- (2) Análise detalhada da pequena aplicação utilizada para avaliar e controlar o desempenho dos subprojetos;
- (3) Estudo detalhado das ferramentas *Microsoft Project* e *Microsoft Power Business Intelligence*;

- (4) Pesquisa criteriosa e exaustiva na área dos indicadores de desempenho, particularmente para o controlo e monitorização dos projetos;
- (5) Identificação dos problemas encontrados na aplicação utilizada para o controlo e monitorização dos subprojetos;
- (6) Sugestões de melhorias a efetuar na aplicação;
- (7) Desenvolvimento e implementação das metodologias revistas na literatura, de modo a avaliar-se a sua exequibilidade e possível efetividade;
- (8) Realização de *Dashboards*.

Dada a correlação existente entre as diversas fases anteriormente enumeradas, a ordem cronológica apresentada não corresponde necessariamente à sequência seguida para a execução do presente projeto. No entanto, é de salientar que todas as fases referidas contribuíram satisfatoriamente para o alcance do objetivo da presente dissertação.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se organizada em 5 capítulos, com os temas a seguir enunciados: Introdução; Enquadramento Teórico; Caracterização da situação atual; Melhorias propostas para o controlo dos subprojetos e Conclusões e perspetivas futuras.

Neste capítulo introdutório, após uma contextualização do tema do projeto, foi apresentada a empresa onde se realizou o presente projeto, descrevendo-se o grupo Körber e a atividade, dimensão e estrutura da Consoveyo. Por fim, foi formulada a metodologia adotada para a concretização do objetivo do presente projeto de dissertação.

No capítulo 2, elabora-se uma revisão dos conceitos e metodologias que se considera estarem envolvidos no âmbito do projeto e aos quais se recorreu para a concretização do presente projeto.

No capítulo 3, principia-se por uma apresentação geral dos projetos. Ulteriormente, é descrito, de forma sucinta, o departamento de Engenharia, seguindo-se uma explicação dos respetivos subdepartamentos. Posteriormente, é apresentada, detalhadamente, a aplicação atualmente utilizada pela empresa para o controlo e monitorização dos subprojetos. Por fim, são descritos os problemas relacionados com o presente projeto de dissertação.

No capítulo 4, apresentam-se, inicialmente, as sugestões de melhoria a realizar na aplicação utilizada para o controlo e monitorização dos subprojetos. Posteriormente, é testada a aplicabilidade das metodologias revistas na literatura, de modo a avaliar-se a sua viabilidade e possível efetividade. Por último, são apresentados e explicados os *Dashboards* realizados.

No capítulo 5, e último, são descritas as principais conclusões e considerações finais do projeto empreendido, assim como as possíveis perspetivas de trabalho futuro.

2 Enquadramento Teórico

Neste capítulo, são revisitados os fundamentos teóricos que se entende estarem enquadrados nas áreas de atuação do presente projeto e que serviram de base à concretização do objetivo que o norteia. Assim, principia-se pela explicação da importância do controlo da gestão e da medição do desempenho nas organizações, definindo-se o conceito de indicador chave de desempenho e descrevendo-se, de forma detalhada, as características a ter em conta na seleção do mesmo. Seguidamente, define-se o conceito de Projeto, esclarecendo-se a noção de Estrutura Analítica dos Projetos e descrevendo-se as metodologias *Earned Value Management* e *Earned Schedule*. Finalmente, aborda-se a importância dos painéis de desempenho, ou *Dashboards*.

2.1 A importância do controlo da gestão e da medição do desempenho nas organizações

Num mundo cada vez mais competitivo, é importante que as organizações tomem consciência dessa realidade e implementem novas técnicas que as orientem no sentido de fazerem mais e melhor, diagnosticando os seus pontos fracos e fortes a fim de estabelecer níveis de desempenho a alcançar e delinear oportunidades de melhoria (Costa *et al.*, 2006).

O controlo de uma organização é uma das funções mais importantes da gestão. Fayol (1949) formulou uma das primeiras definições do controlo de gestão:

“Controlo de gestão consiste em analisar se o que está a ser realizado coincide com o plano que foi adotado, com as ordens que foram dadas e com os princípios que foram determinados. O seu objetivo é detetar erros de modo a que eles possam ser corrigidos e impedidos de se repetir.”

Apesar de já ter sido reformulada por vários autores ao longo do tempo, a definição anterior apresenta duas características intrínsecas ao processo de controlo de gestão que se consideram imutáveis nos dias de hoje: correção e prevenção de erros.

O conceito evoluiu, focando agora áreas como a medição do desempenho (Busi e Bititci, 2006). Segundo Neely *et al.* (1995), a medição do desempenho é um processo de quantificação da eficiência e da eficácia das ações desenvolvidas, através da aquisição, ordenação, análise, interpretação e disseminação dos dados apropriados, a fim de produzir mudanças positivas numa organização e auxiliar os gestores a atingir os seus objetivos e as metas inicialmente previstas.

Deste modo, dada a persistente instabilidade e turbulência que ocorre no ambiente, torna-se imprescindível que as organizações avaliem o seu desempenho. Nascimento *et al.* (2011) destacam que, sem as medidas de desempenho, os gestores não possuem fundamentos consistentes a fim de comunicar aos seus colaboradores as expectativas esperadas pela organização, tomar decisões baseadas em informações sólidas, identificar os aspetos eficientes e/ou ineficientes no desempenho da organização, de modo a poder eliminá-los ou revê-los e, por último, perceber o que está a acontecer em cada área de atuação da organização.

2.1.1 O conceito de indicador chave de desempenho

Num processo de controlo de gestão e monitorização de desempenho, são os indicadores que se assumem como o elemento mais crítico (Caldeira, 2012). Sem eles, não seria possível medir, e, conseqüentemente, o que não é medido, não é orientado e melhorado (Maté *et al.*, 2017).

Os indicadores assumem três funções básicas sequenciais: controlo, comunicação e melhoria. Primeiramente, são considerados instrumentos de navegação que auxiliam os gestores e os trabalhadores na avaliação do desempenho dentro da organização. Seguidamente, os indicadores comunicam o desempenho, não apenas aos trabalhadores e gestores para fins de controlo, mas também para as partes interessadas externas. Por último, permitem detetar desvios entre o desempenho alcançado e o desempenho esperado, identificando lacunas que, idealmente, sugerem o caminho para a intervenção e a melhoria (Franceschini *et al.*, 2007).

Segundo Parmenter (2015), os indicadores são focados em todos os aspetos de desempenho organizacionais que são considerados mais críticos no atual e no futuro contexto da organização. Cooke-Davies (2002) é da mesma opinião, ao afirmar que os aspetos críticos de uma organização são considerados o critério de sucesso comumente referidos como KPI, *Key Performance Indicators* (Toor e Ogunlana, 2010).

Para Orihuela *et al.* (2017), os indicadores podem ser caracterizados e divididos atendendo ao aspeto temporal:

- (1) Indicadores de resultados (*lagging indicators*, em inglês): caracterizam-se por medir ações passadas, ou seja, resultados de acontecimentos já sucedidos;
- (2) Indicadores de indução (*leading indicators*, em inglês): medem atividades que conduzem, direcionam e induzem a resultados futuros. Pode-se afirmar que são a causa ou a origem dos resultados medidos pelos indicadores anteriores.

Os indicadores podem ainda ser divididos tendo em conta o momento de observação do processo (Franceschini *et al.*, 2007). Nesta perspetiva, os indicadores podem ser classificados de acordo com as seguintes categorias: indicadores de *input*, indicadores intermédios ou de processo, indicadores de *output*, indicadores de resultado e indicadores de impacto.

Sucintamente, os indicadores são considerados elementos essenciais no processo de melhoria contínua de uma organização, já que permitem quantificar o que se faz, estabelecer os objetivos do que se pretende fazer e quantificar o que se fez na realidade (Cabral, 1998), tornando possível a orientação do negócio de forma sustentável.

2.1.2 A seleção de um indicador

Selecionar os indicadores adequados é fundamental. Contudo, não é uma atividade fácil (Kerzner, 2017). A escolha de um bom indicador é crucial para o desempenho e crescimento de uma organização. Os indicadores são forças poderosas que podem gerar mudanças numa organização, mas apenas se os indicadores corretos forem desenvolvidos e aplicados (Gabcanova, 2012). Como tal, as empresas devem sempre ter uma mentalidade criativa e flexível quando desenvolvem indicadores de desempenho (Baroudi, 2014). Apesar de não existirem métodos gerais e orgânicos para a definição de indicadores (Franceschini *et al.*, 2007), existem características comuns que devem ser tomadas em conta no momento da sua seleção.

Segundo Caldeira (2012), para um indicador ser considerado um bom instrumento de gestão, deverá ter cumulativamente as seguintes características:

- 1) Pertinência dos indicadores para a gestão: importa perceber se o resultado que o indicador apresenta possui informação com valor útil para a organização;
- 2) Credibilidade do resultado: os dados que sustentam o algoritmo devem ser credíveis;

- 3) Esforço aceitável para o apuramento do resultado: é importante verificar se o binómio entre “valor da informação para a gestão” *versus* “esforço para calcular o resultado” é aceitável;
- 4) Simplicidade de interpretação: é fundamental que os destinatários percebam aquilo que os indicadores se propõem medir. Uma rápida e simples interpretação contribui para uma tomada de decisão mais eficaz;
- 5) Simplicidade do algoritmo de cálculo: quanto mais simples for o algoritmo de cálculo, mais rápido e seguro será o processo de apuramento do resultado;
- 6) Fonte de dados acessível: é fundamental que os dados que sustentam o algoritmo estejam em suportes ou bases de dados de acesso fácil;
- 7) Cálculo automático: se possível, os indicadores devem ser atualizados automaticamente, evitando a intervenção humana;
- 8) Possibilidade de *benchmarking*: é sempre vantajoso a comparação de desempenhos entre atividades, unidades de negócio, projetos, organizações, etc. Para além de incitar competição, promove substancialmente a melhoria contínua;
- 9) Atualizado: devido a novas prioridades ou simplesmente porque deixam de ser úteis, os indicadores devem ser rapidamente substituídos;
- 10) Possibilidade de ter uma meta: é importante que exista uma referência para que se consiga entender a distância que as realizações estão dos valores ideais.

Difícilmente um indicador tem concomitantemente todas as características anteriormente referidas. Contudo, não deve ser ignorado. Segundo Caldeira (2012), a escolha de indicadores é um processo iterativo, pelo que, ao longo do tempo, o sistema de monitorização irá ser aprimorado e ajustado às especificidades próprias da organização.

Existem diversos tipos de KPI e as razões para os usar variam muito de uma empresa para outra. Cada KPI conta a sua própria história sobre a empresa, sendo importante chegar a KPI concretos, claros e simples para ter sucesso ao trabalhar com eles (Catasús *et al.*, 2008).

Para Hronec (1994), a principal característica que deve ser considerada na escolha de um indicador é a sua associação com a atividade-chave do processo ou da organização. Hronec (1994) exemplifica que se a atividade-chave for sensível às pessoas ou dependente delas, a categoria “pessoas” é apropriada. Se o tempo for uma condicionante importante, responsabilidade ou maleabilidade seriam boas medidas. Se, em contrapartida, a qualidade for a meta dominante da organização, a conformidade ou a produtividade seriam críticas (Martins, 2006).

Independentemente dos indicadores selecionados, eles devem ser fundamentais para o sucesso da organização, refletir os objetivos de negócio e ser quantificáveis (Šimková *et al.*, 2015). Indicadores incongruentes, isto é, que não levam em consideração os objetivos do negócio podem levar o gestor a seguir o caminho errado (Nascimento *et al.*, 2011).

Para Parmenter (2015), um bom indicador deverá afetar os fatores críticos da organização e mais do que uma perspetiva do *Balanced Scorecard*, BSC¹. Collin (2002) acrescenta que no processo de desenvolvimento de um conjunto de KPI, para além de ser importante que estes estejam focados nos aspetos críticos de uma organização, não devem ser criados em excesso, devem ser simples de entender e fáceis de atualizar.

Adicionalmente, os indicadores devem ser construídos com base em critérios que os tornem adequados a análises futuras (Nascimento *et al.*, 2011). Neste sentido, os autores utilizam a

¹ Balanced Scorecard: Estrutura utilizada para analisar o funcionamento dos sistemas de controlo de gestão estruturados em torno de cinco questões centrais. Essas questões referem-se a objetivos, estratégias e planos para a sua realização, estrutura de metas, estruturas de incentivos e recompensas e acompanhamento de informações. O seu foco central é a gestão do desempenho organizacional (Otley, 1999).

lógica “S-M-A-R-T” de modo a identificar as características de um bom indicador, o que, em português, é um acrónimo que significa: “Específico”, é claro e focado em metas de desempenho ou num propósito de um negócio; “Mensurável”, deve ser quantificável; “Atingível”, os resultados devem ser razoáveis e alcançáveis; “Relevante”, alinhado com a estratégia da organização; e, por fim, “Temporal”, é quantificável dentro de um determinado período de tempo (Peral *et al.*, 2017).

Assim, a determinação de um bom sistema de indicadores possibilita à organização o foco no que realmente incute o desempenho, possibilitando um processo de controlo de gestão mais eficiente (Rasmussen *et al.*, 2009).

2.2 Gestão de Projetos

“Os projetos são a principal razão pela qual nós mudamos o nosso mundo”
(Pinto, 2015)

São várias as definições de projeto observadas na literatura. Segundo o *Project Management Body of Knowledge*, PMBOK (2008), o conceito de projeto pode ser definido como “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo”. Um projeto possui um início e um fim bem definido, sendo este alcançado quando os objetivos para o projeto são conseguidos (PMBOK, 2008). Feio (2012) reforça a ideia do PMBOK (2008), no entanto, acrescenta que o produto, serviço ou o resultado exclusivo obtido devem estar de acordo com um conjunto de características previamente definidas. A característica mais importante de um projeto é a sua singularidade. Feio (2012) caracteriza os projetos de acordo com os seguintes atributos: objetivos; singularidade; extinção; organização e avaliação.

Munns e Bjeirmi (1996) consideram que um projeto representa a conquista de um objetivo específico, envolvendo uma série de atividades e tarefas que consomem recursos limitados e sofrem restrições de tempo e de custos (Chan e Chan, 2004).

Hobbs (2009) reforça a ideia de um projeto ser temporário, dentro de um cronograma fixo, mas acrescenta que este exige uma atividade de coordenação entre várias pessoas para alcançar o resultado final. O Office of Government Commerce (2009) refere a importância da equipa de trabalho ser constituída por elementos com diferentes conhecimentos, áreas de formação e competências.

De um modo geral, um projeto pode ser considerado como um conjunto de atividades e/ou tarefas relacionadas entre si que requerem a realização de um planeamento e consomem recursos limitados, com o objetivo final de “criar um produto, um serviço ou um resultado exclusivo”. É temporário e singular, com um início e um fim delineado, sendo estas as características que o distinguem de qualquer outro tipo de trabalho contínuo.

2.2.1 Estrutura Analítica dos Projetos

A Estrutura Analítica dos Projetos, EAP, é uma ferramenta básica que organiza e define o âmbito total do projeto. A Estrutura Analítica dos Projetos, também conhecida por *Work Breakdown Structure*, WBS, corresponde, conforme definido no PMBOK (2008), a “uma decomposição hierárquica orientada para a entrega do trabalho a ser executado, de modo a atingir os objetivos do projeto; cada nível descendente representa uma definição cada vez mais detalhada do trabalho do projeto; a WBS é decomposta em pacotes de trabalho, cada um dos quais representados por um nível”. A WBS não é uma descrição dos processos seguidos para executar o projeto, nem aborda o cronograma que define como ou quando os produtos serão produzidos, mas especificamente se limita a descrever e a detalhar os resultados ou o âmbito do projeto.

A decomposição hierárquica do projeto ajuda a organizar o trabalho e a criar uma estrutura a partir da qual a gestão de um projeto pode ser totalmente acomodada. A EAP auxilia os membros das equipas de um projeto, na medida em que organiza o trabalho em pequenos produtos que podem ser geridos e contabilizados quando se trata de medir o desempenho (Martinelli e Milosevic, 2016).

2.2.2 Método *Earned Value Management*

Considerado um dos métodos mais utilizados e conhecidos para controlar e monitorizar os projetos (Acebes *et al.*, 2013), quando aplicado corretamente, o *Earned Value Management*, EVM, mede o desempenho e o progresso do projeto, providenciando um alerta precoce dos problemas de desempenho (Naeni *et al.*, 2011). Este método permite a recolha de dados durante o ciclo de vida do projeto, de modo a obter informações detalhadas relativas ao âmbito, prazos e custos do projeto (Marshall, 2007). A aplicação deste método baseia-se na Estrutura Analítica dos Projetos, possibilitando não só o cálculo das variações dos custos e dos prazos, como também disponibiliza um conjunto de indicadores de desempenho e de previsão que permitem, de forma quantitativa e a qualquer momento, avaliar o desempenho do projeto (Naderpour e Mofid, 2011).

De acordo com Rovai e Toledo (2002), o *Earned Value Management* diferencia-se das abordagens tradicionais. Normalmente, o que se encontra nas empresas é uma simples comparação entre o que foi gasto e o que se planeia gastar, sem levar em consideração ou sem explicitar o quanto foi efetivamente produzido ou realizado. Pese embora num determinado momento o custo incorrido possa ser menor do que o custo orçamentado, se o progresso físico verificado até esse momento for inferior àquele que estava previamente estabelecido no cronograma, nenhum gestor poderá tomar uma decisão assente na comparação direta do custo e progresso reais com o custo e progresso planeados (Naderpour e Mofid, 2011). Por outro lado, a mais recente técnica do EVM, para além de possibilitar uma comparação entre o que foi gasto e o que se planeia gastar, permite saber quanto do orçamento e do tempo deveria ter sido gasto, considerando a quantidade de trabalho realizado até ao momento.

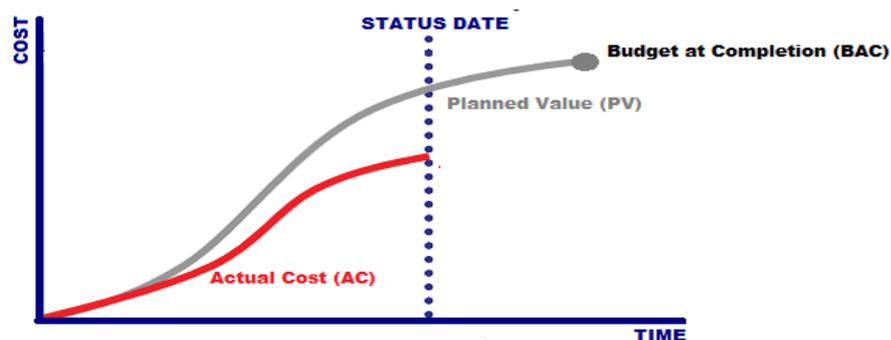


Figura 3 - Abordagem tradicional de tempo e custo, adaptado de Naderpour e Mofid (2011)

Na Figura 3, está ilustrada graficamente a abordagem tradicional. A curva cinzenta representa o custo cumulativo planeado (*Planned Value*) para um determinado projeto em função do tempo, ao passo que a curva vermelha representa o custo real acumulado (*Actual Cost*) até à data atual (*Status Date*). Se o projeto ilustrado no gráfico tiver sido efetivamente concluído até à data atual, então ter-se-ia conseguido executar o projeto num tempo inferior ao planeado e a um custo menor do que o orçamentado. Se, no entanto, apenas dez por cento do projeto estivesse concluído até à data atual, então seria expectável que o projeto terminasse depois do planeado e com um custo superior ao orçamento. A menos que se olhe para o custo planeado do trabalho concluído até à data atual, nada se pode concluir relativamente ao progresso do projeto. Essa é exatamente a lacuna que o método do EVM veio preencher e que será explicada ao detalhe nos parágrafos que se seguem.

Componentes fundamentais do EVM

De modo a compreender melhor a técnica do *Earned Value Management*, importa conhecer o significado dos seus conceitos fundamentais (Fleming e Koppelman, 2002). O EVM incorpora três parâmetros base, sendo estas dimensões que permitem ao EVM integrar os custos, o cronograma e o âmbito do projeto numa base unificada de monitorização e desempenho de um projeto (Anbari, 2003).

O orçamento do projeto deve refletir todos os custos planeados das atividades que constituem o projeto. Ao acumular estes custos ao longo do tempo, obtém-se uma primeira medida, o Valor Planeado ou *Planned Value*, PV. O PV é o valor autorizado do trabalho que deve ser concluído num determinado período de tempo, de acordo com o cronograma (PMI, 2011), servindo como a linha de base da análise ou *baseline* contra a qual o progresso real é medido. O *Budget at Completion*, BAC, corresponde ao último e mais alto ponto na curva cumulativa do PV, representando o valor total orçamentado do projeto, ou, de igual modo, ao valor planeado no final do projeto (Anbari, 2003).

Durante a execução do projeto, são obtidas mais duas medidas para que uma comparação possa ser feita entre o real e o planeado. O Valor Agregado ou *Earned Value*, EV, representa o montante orçamentado para realizar o trabalho que foi produzido até à data atual (*Status Date*), correspondendo ao resultado do produto entre o BAC da atividade ou do projeto e a percentagem de conclusão da atividade ou do projeto ($EV = BAC \times \% \text{Conclusão}$). Por último, o Custo Real ou *Actual Cost*, AC, consiste na quantificação dos custos efetivos na realização das atividades já realizadas até à data atual.

Resumindo, o EVM incorpora três conceitos chave:

- Valor Planeado ou *Planned Value* (PV);
- Valor Agregado ou *Earned Value* (EV);
- Custo Real ou *Actual Cost* (AC).

Os três conceitos estão ilustrados graficamente na Figura 4.

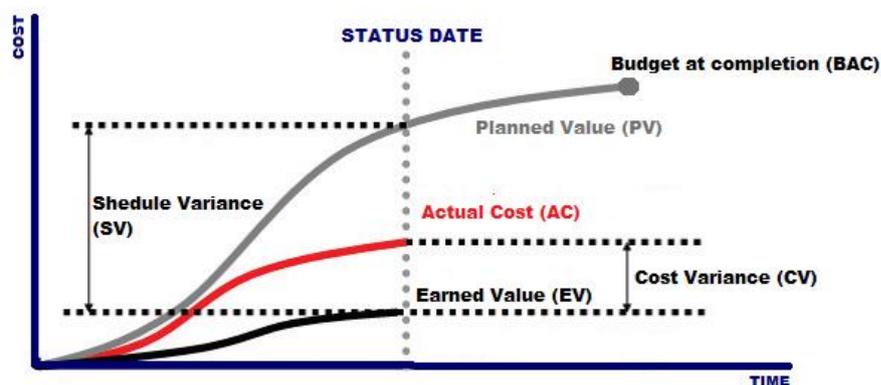


Figura 4 - Parâmetros da metodologia EVM, adaptado de Naderpour e Mofid (2011)

Neste caso, comparativamente ao método tradicional, já é possível avaliar o progresso do projeto precisamente porque a curva do EV, ao integrar os fatores de tempo e de custo simultaneamente, permite que o gestor tenha a certeza se o *Actual Cost*, AC, é inferior àquele que foi orçamentado para um progresso físico equivalente e também se a execução do projeto decorre de acordo com o planeamento temporal (Naderpour e Mofid, 2011).

Embora seja mais comum utilizar-se unidades monetárias para calcular e reportar os dados do método EVM, é possível convertê-las para outras unidades, como por exemplo, horas de trabalho.

Indicadores EVM

Após a aceção dos conceitos fundamentais do EVM, é possível recolher vários indicadores estatísticos, com vista a estudar o desempenho do projeto. De seguida, serão descritos os indicadores que a metodologia EVM apresenta, principiando-se pela definição e descrição de indicadores para a medição do controlo do cronograma e, posteriormente, para a medição do desempenho dos custos de um projeto.

O desempenho do cronograma é avaliado pela relação entre o EV e o PV. Isto é conseguido através do cálculo das variações e dos seus percentuais e a partir da análise e interpretação de índices de desempenho (Anbari, 2003). A metodologia EVM, no entanto, não permite prever o tempo em que o projeto irá terminar, sendo apresentada no subcapítulo 2.2.3 uma metodologia que permitiu resolver este dilema. Nos parágrafos seguintes, são apresentados os parâmetros para a análise do controlo do cronograma.

A Variação dos Prazos ou *Schedule Variance*, SV, consiste na diferença algébrica, em termos de custos, entre o Valor Agregado, EV, e o Valor Planeado, PV, conforme se observa na equação 2.1.

$$SV = EV - PV \quad (2.1)$$

A Variação dos Prazos pode ser expressa em percentagem, dividindo a Variação dos Prazos, SV, pelo Valor Planeado, PV, cuja fórmula de cálculo se indica na equação 2.2.

$$SV\% = \frac{SV}{PV} \times 100 \quad (2.2)$$

Segundo Anbari (2003), a Variação dos Prazos, SV, e a Percentagem da Variação dos Prazos, SV%, são ambas “medidas de conformidade entre o progresso atual e o cronograma”.

Em ambas as fórmulas, se:

- $SV > 0$: projeto adiantado;
- $SV = 0$: projeto dentro dos prazos;
- $SV < 0$: projeto atrasado.

Caso o projeto ultrapasse o prazo previsto, ambos os indicadores, SV e SV(%), deixam de ter validade, convergindo e terminando no valor 0 (Lipke *et al.*, 2009).

Os indicadores de variação podem ser traduzidos em índices de eficiência para refletir o desempenho do cronograma. O Índice de Desempenho dos Prazos ou *Schedule Performance Index*, SPI, consiste na taxa de conversão do Valor Planeado, PV, em Valor Agregado, EV, até à data atual, podendo ser obtido pela equação 2.3.

$$SPI = \frac{EV}{PV} \quad (2.3)$$

Se:

- $SPI > 1$: projeto adiantado;
- $SPI = 1$: projeto dentro do prazo;
- $SPI < 1$: projeto atrasado.

À semelhança dos indicadores SV e %SV, caso o projeto ultrapasse o prazo previsto, o SPI torna-se falacioso, convergindo e terminando no valor 1 (Lipke *et al.*, 2009).

Por outro lado, deve também considerar-se na monitorização do desempenho de um projeto o seu alinhamento com o orçamento inicialmente definido. O desempenho dos custos é avaliado pela relação entre o EV e o AC. Tal é conseguido pelo cálculo das variações e dos seus percentuais, pela análise e interpretação de índices de desempenho e pela estimativa de parâmetros de previsão (Anbari, 2003). Nos parágrafos seguintes, apresentam-se os parâmetros para a análise do controlo dos custos.

A Variação dos Custos ou *Cost Variance*, CV, consiste na diferença algébrica entre o Valor Agregado, EV, e o Custo Real, AC, conforme formulado na equação 2.4.

$$CV = EV - AC \quad (2.4)$$

A Variação dos Custos, CV, pode ser expressa em percentagem, dividindo a Variação dos Custos, CV, pelo *Actual Cost*, AC, como se observa na equação 2.5.

$$CV\% = \frac{CV}{AC} \times 100 \quad (2.5)$$

De acordo com Anbari (2003), a Variação dos Custos, CV, e a Percentagem da Variação dos Custos, CV%, são ambas “medidas de conformidade entre o orçamento e custo real do trabalho realizado”.

Em ambas as fórmulas, se:

- $CV > 0$: projeto abaixo do orçamento;
- $CV = 0$: projeto dentro do orçamento;
- $CV < 0$: projeto acima do orçamento.

Os indicadores de variação podem ser traduzidos em índices de eficiência para refletir o desempenho dos custos do projeto. O Índice de Desempenho dos Custos ou *Cost Performance Index*, CPI, consiste na taxa de conversão do Custo Real, AC, em Valor Agregado, VA, cuja fórmula se encontra na equação 2.6.

$$CPI = \frac{EV}{AC} \quad (2.6)$$

Se:

- $CPI > 1$: projeto abaixo do orçamento;
- $CPI = 1$: projeto dentro do orçamento;
- $CPI < 1$: projeto acima do orçamento.

Segundo Lipke *et al.* (2009), quando o projeto se encontra 20% concluído, o CPI estabiliza, o que significa que a variação não ultrapassa em 10% do valor do indicador. Isso permite a obtenção de um custo final projetado, obtido através do CPI, que não varie muito, ao longo do projeto. No entanto, esta regra apenas se aplica a projetos de elevada dimensão temporal, pelo que, para projetos menores, a estimativa dos custos finais a partir do CPI, revela apenas o valor mais baixo esperado (Bonato e Albuquerque, 2011).

O método EVM permite ainda fazer previsões de custos baseadas em dados atuais, utilizando os indicadores que se definem e explicam de seguida.

O indicador Estimativa de Conclusão ou *Estimate at Completion*, EAC, representa a previsão de um novo custo para a totalidade do projeto. Adicionalmente, o indicador Estimativa para completar ou *Estimate to Complete*, ETC, estima o custo para a conclusão de todo o trabalho remanescente, desde a data atual até à conclusão do projeto. Estes dois indicadores podem ser calculados segundo vários cenários, dependendo dos pressupostos assumidos no futuro desempenho do projeto. De acordo com o PMBOK (2008), existem duas formas diferentes de os calcular, de acordo com os critérios seguintes:

- EAC_1 e ETC_1 – Assumindo-se que as variações dos custos até à data atual possam ser ignoradas e sendo expectável que no futuro não voltem a ocorrer desvios idênticos, o EAC_1 e o ETC_1 são calculados conforme as equações 2.7 e 2.8.

$$EAC_1 = AC + BAC - EV \quad (2.7)$$

$$ETC_1 = BAC - EV \quad (2.8)$$

- EAC_2 e ETC_2 – Assumindo-se que as variações de custos até à data atual manter-se-ão no futuro com o mesmo padrão de variação, o EAC_2 e o ETC_2 são calculados de acordo com equações 2.9 e 2.10.

$$EAC_2 = BAC / CPI \quad (2.9)$$

$$ETC_2 = EAC_2 - EV \quad (2.10)$$

A Variação Final dos Custos ou *Variance at Completion*, VAC , consiste na diferença entre o BAC e o EAC , como se observa na equação 2.11.

$$VAC = BAC - EAC \quad (2.11)$$

Este indicador determina se é ou não possível concluir o projeto dentro do orçamento inicialmente definido. Se:

- $VAC < 0$: o projeto irá terminar acima do orçamento;
- $VAC = 0$: o projeto irá terminar dentro do orçamento;
- $VAC > 0$: o projeto irá terminar abaixo do orçamento.

O Índice de Desempenho de Recuperação de Custos ou *To-Complete Performance Index*, $TCPI$, representa a taxa de eficiência necessária para a consecução das metas do projeto.

O $TCPI$ pode ser calculado com base nas equações 2.12 e 2.13.

- $TCPI_1$ – Taxa de eficiência necessária para ir de encontro ao BAC

$$TCPI_1 = \frac{BAC - EV}{BAC - AC} \quad (2.12)$$

- $TCPI_2$ – Taxa de eficiência necessária para ir de encontro ao EAC

$$TCPI_2 = \frac{BAC - EV}{EAC - AC} \quad (2.13)$$

No subcapítulo seguinte, é apresentada a metodologia *Earned Schedule*, ES , que surgiu no intuito de completar os entraves da metodologia até agora descrita.

2.2.3 Método *Earned Schedule*

Tal como foi referido anteriormente, a metodologia EVM apresenta algumas limitações no que diz respeito aos indicadores SV e SPI . Adicionalmente, o EVM carece de indicadores de previsão que permitam prever as datas em que o projeto irá ser concluído ou a duração prevista para o mesmo. Assim, (Lipke *et al.*, 2009) desenvolveram uma nova metodologia, que se estendeu ao EVM , designada *Earned Schedule*, ES . Embora as duas metodologias sejam análogas, a metodologia ES concebe indicadores baseados no tempo para medir o desempenho do cronograma, ao contrário dos indicadores baseados em custos que o método EVM disponibiliza (Henderson, 2003).

Para concretizar a análise, seguindo esta metodologia, é necessário recolher informações iniciais relativas aos seus conceitos associados: *Actual Time*, AT ; *Planned Duration*, PD ; e *Earned Schedule*, ES .

O Tempo Atual ou *Actual Time*, AT , corresponde ao número de períodos temporais (semanas, meses ou anos) realizados desde que o projeto começou até à data atual.

A Duração Planeada ou *Planned Duration*, PD , representa o número de períodos temporais inicialmente planeados para a duração total do projeto.

O *Earned Schedule*, ES , identifica o número de períodos temporais de EV acumulado que deveriam ter ocorrido até à data atual (Lipke *et al.*, 2009). Conforme é ilustrado na Figura 5, o

valor de ES acumulado pode ser recolhido graficamente através da interceção horizontal da linha cumulativa EV no momento da análise com a linha cumulativa PV. Projetando o resultado da interceção para o eixo do tempo, obtém-se o número de períodos temporais de EV acumulados que deveriam ter ocorrido desde o início do projeto até à data atual. A título de exemplo, na Figura 5, o valor de ES acumulado na data atual é de 4 meses, concluindo-se, por isso, que após 6 meses se efetuou o trabalho que deveria ter sido feito em 4 meses.

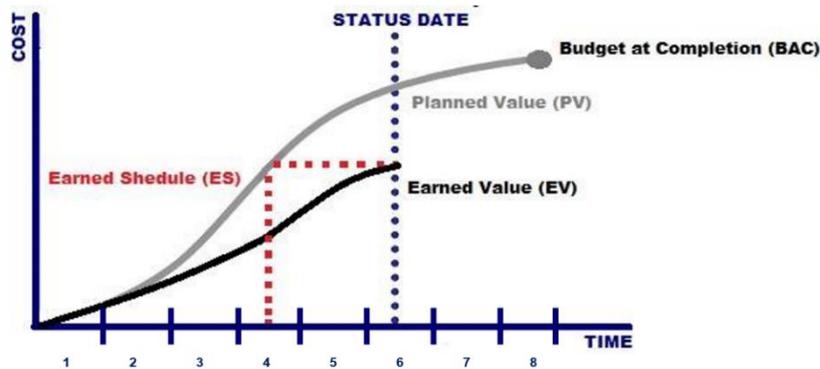


Figura 5 - Conceito do *Earned Schedule*, adaptado de Lipke *et al.* (2009)

Embora o ES possa ser determinado graficamente, conforme descrito anteriormente, o conceito torna-se muito mais útil quando é simplificado por um cálculo matemático. O cálculo do ES é representado pela soma algébrica do número de períodos temporais, C , com a porção que está incompleta, I , como se observa na equação 2.14.

$$ES = C + I \quad (2.14)$$

Após a obtenção do valor de ES, o método disponibiliza um conjunto de indicadores baseados no tempo, formulados a partir de dois conceitos definidos anteriormente, o *Actual Time*, AT , e o *Earned Schedule*, ES .

A Variação dos Prazos ou *Schedule Variance*, $SV(t)$, representa a diferença entre o *Earned Schedule*, ES , e o *Actual Time*, AT , cuja fórmula se indica na equação 2.15. Este indicador representa o desfasamento entre o número de unidades temporais realizadas e as previstas no momento da análise. No gráfico ilustrado na Figura 5, $SV(t) = 2$ meses.

$$SV(t) = ES - AT \quad (2.15)$$

A Variação dos Prazos, SV , pode ser expressa em percentagem, dividindo a Variação dos Prazos, $SV(t)$, pelo *Actual Time*, AT , conforme formulado na equação 2.16.

$$SV(t)\% = \frac{SV(t)}{AT} \times 100 \quad (2.16)$$

Se:

- $SV > 0$: projeto adiantado;
- $SV = 0$: projeto dentro do prazo;
- $SV < 0$: projeto atrasado.

O Índice de Desempenho dos Prazos ou *Schedule Performance Index*, $SPI(t)$, consiste na divisão entre o *Earned Schedule*, ES , e o *Actual Time*, AT , conforme é indicado na equação 2.17.

$$SPI(t) = \frac{ES}{AT} \quad (2.17)$$

Este indicador representa a taxa de desempenho realizada em unidades temporais. Se:

- $SPI > 1$: projeto adiantado;
- $SPI = 1$: projeto dentro do prazo;

- $SPI < 1$: projeto atrasado.

O método EVM, conforme referido anteriormente, não consegue prever o tempo em que o projeto irá terminar, ou a duração total do mesmo. No entanto, usando hipóteses e lógicas semelhantes às discutidas acima pelo método EVM, a estimativa do tempo na conclusão e a variação do tempo na conclusão podem ser calculadas com base na duração total planeada e no desempenho real do projeto até um determinado ponto do mesmo (Anbari, 2001, 2002).

A Estimativa do Tempo na Conclusão ou *Time Estimate at Completion*, TEAC(t), equivale ao EAC do método EVM, no entanto, tem por base o tempo. Este indicador, tal como o EAC, depende dos pressupostos assumidos para o futuro desempenho do projeto:

- TEAC₁(t) – Assumindo-se que as variações dos prazos até à data atual possam ser ignoradas e sendo expectável que no futuro não voltem a ocorrer desvios idênticos, o TEAC₁ é calculado conforme a equação sugerida em 2.18.

$$TEAC_1(t) = PD / SPI(t) \quad (2.18)$$

- TEAC₂(t) – Assumindo-se que as variações de custos até à data atual manter-se-ão no futuro com o mesmo padrão de variação, o TEAC₂(t) é calculado com base na fórmula indicada em 2.19.

$$TEAC_2(t) = AT + \frac{PD - ES}{PF} \quad (2.19)$$

Onde:

PF: *Performance Factor*

A Variação do Tempo na Conclusão ou *Time Variance at Completion*, TVAC(t), consiste na diferença entre o PD e o EAC, conforme se indica na equação 2.20.

$$TVAC(t) = PD - TEAC \quad (2.20)$$

Este indicador determina se é possível ou não concluir o projeto no prazo inicialmente planeado. Se:

- TVAC(t) < 0: o projeto irá terminar depois do prazo;
- TVAC(t) = 0: o projeto irá terminar no prazo previsto;
- TVAC(t) > 0: o projeto irá terminar antes do prazo.

No subcapítulo a seguir, é abordado o conceito de *Dashboards* e a importância que apresentam para o controlo e monitorização dos projetos, de acordo com vários autores.

2.3 Dashboards

“A tomada de decisão, seja em qualquer nível de uma organização, tem de ser cada vez mais certa, mais rápida e oportuna, de modo a potenciar o sucesso das ações organizacionais. Torna-se assim crítico a existência de um sistema que permita a entrega da informação de gestão pertinente, credível e bem estruturada, de modo a permitir responder a questões colocadas por aqueles que têm responsabilidade em tomar decisões”.

(Caldeira, 2012)

Neste sentido, originalmente derivado do conceito de *balanced scorecards*, o *Dashboard* não é mais do que um painel de gestão que partilha informações sobre medidas de desempenho padronizadas num nível unitário ou organizacional, para auxiliar na tomada de decisões operacionais (Dowding *et al.*, 2015). O desafio é criar uma ótima organização de dados, com vista a alcançar uma estratégia baseada na informação (Pauwels *et al.*, 2009). Segundo Caldeira

(2012), os *dashboards* são sobretudo construídos para que os gestores possam ter acesso, de forma continuada, ao ponto de situação do desempenho da sua organização, percecionando a informação mais relevante, de forma imediata e inteligente.

Pauwels *et al.* (2009) associam três finalidades à construção de um *Dashboard*: monitorização, planeamento e comunicação. A monitorização refere-se a análise do desempenho, através da avaliação de indicadores, que sempre que necessário deve resultar em ações corretivas. O planeamento, de outro modo, corresponde à identificação de objetivos e estratégias futuras e, por último, a comunicação, que se refere à comunicação de desempenho e outras informações para as partes interessadas.

A eficácia dos *dashboards* pode ser medida ao longo dos potenciais benefícios que eles geram para a organização. De acordo com os autores referenciados abaixo, os *dashboards* possuem as seguintes vantagens:

- (1) Definição partilhada e compreensiva do que é importante para a empresa. A partilha de indicadores é uma parte fundamental para que se estabeleça a cultura da organização (Dover, 2004);
- (2) Ferramenta interdisciplinar e, portanto, positiva no desenvolvimento criativo de soluções holísticas para problemas empresariais (Wind, 2006);
- (3) Estrutura que permitir reconhecer o desempenho organizacional, diagnosticando os pontos de baixo desempenho e avaliando diferentes opções de ação corretiva (Reibstein *et al.*, 2005);
- (4) Fonte de aprendizagem organizacional (Clark *et al.*, 2006);
- (5) Ferramenta para maior rentabilidade (Eckerson, 2005);
- (6) Ferramenta de tomada de decisão (Reibstein *et al.*, 2005).

De salientar, por fim, que existe uma heterogeneidade considerável nas configurações onde os *dashboards* são utilizados, no seu *design* e nos utilizadores direcionados (Dowding *et al.*, 2015). No entanto, qualquer que seja a finalidade, um *dashboard* deve ser simples, conciso e intuitivo de utilizar.

3 Caracterização da situação atual

Neste capítulo, é feita a análise crítica sobre o estado da empresa no início do projeto de dissertação. Assim, inicia-se com uma abordagem geral dos projetos da empresa, descrevendo-se o procedimento padrão do desenvolvimento dos mesmos e, com recurso a um diagrama conceptual UML, o conceito de projeto na empresa, numa perspetiva do seu planeamento. Seguidamente, é elaborada uma descrição do departamento de Engenharia, descrevendo-se, sucintamente, os três subdepartamentos de atuação do presente projeto de dissertação – Mecânica, Automação e Software. Por fim, é analisada a aplicação utilizada para o controlo e monitorização dos subprojetos de Mecânica, Automação e Software, descrevendo-se as duas secções que constituem a aplicação, designadas de “Relatório Global do Subprojeto” e “Folha de Controlo do Subprojeto”.

3.1 Visão geral dos projetos na Consoveyo

São várias as características, revistas anteriormente na literatura, que definem os projetos. Para Feio (2012), “a característica mais importante de um projeto é a sua singularidade”. De facto, exclusividade e unicidade, são, indubitavelmente, as características que melhor se enquadram nos projetos da Consoveyo. Face à sua identidade com base no rigor, a empresa defende que “cada projeto é um projeto” concebido à medida do cliente (Consoveyo, 2017a). Assim se define o conceito de projeto na Consoveyo, numa vertente simplista e orientada ao cliente.

No entanto, o conceito de projeto na Consoveyo não se resume à definição anterior. Numa visão interna, a noção de projeto é bem mais alargada e complexa, quer numa perspetiva do procedimento padrão do seu desenvolvimento, quer numa perspetiva do seu planeamento.

Nos subcapítulos seguintes, são explicados, pormenorizadamente, o ciclo de vida de um projeto na empresa, descrevendo-se cada uma das fases e subfases que o caracterizam e o conceito de projeto na empresa.

3.1.1 Procedimento padrão do desenvolvimento dos projetos

O procedimento padrão de um projeto na Consoveyo é constituído por três fases de elevada dimensão temporal, nomeadas de Vendas, Execução e Serviço. Cada fase encontra-se dividida em várias subfases, que vão desde a qualificação de uma oportunidade de negócio até à colocação em serviço do sistema no cliente.

As suas designações encontram-se ilustradas no esquema da Figura 6 e são explicadas nos parágrafos seguintes.

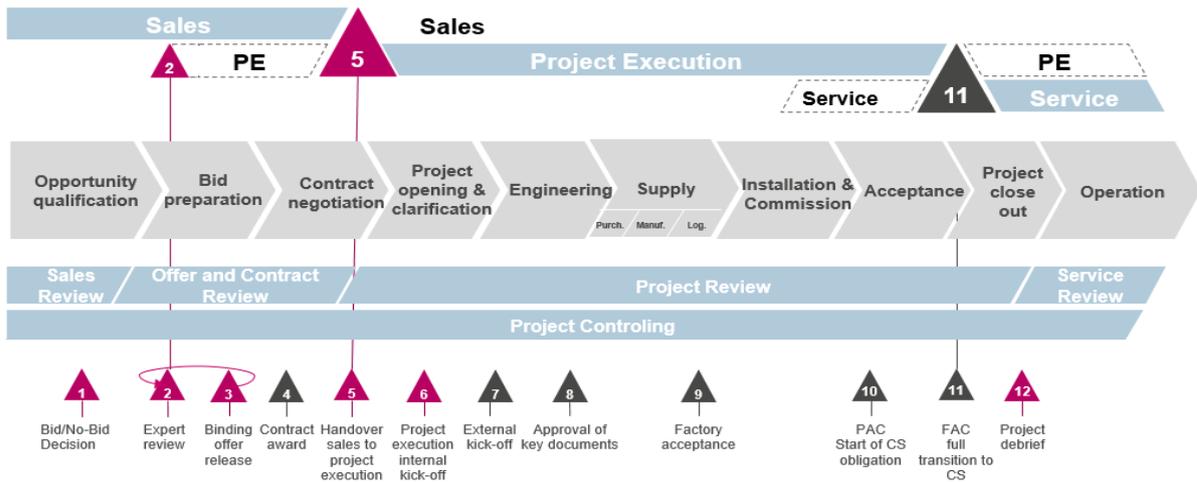


Figura 6 - Fluxograma ilustrativo do procedimento padrão dos projetos, adaptado de Consoveyo (2017e)

A fase de Vendas encontra-se subdividida em três etapas: Qualificação de uma oportunidade; Preparação da proposta; e Negociação de contrato. Nos pontos referenciados abaixo encontram-se explicadas, detalhadamente, cada uma destas etapas.

- I) Qualificação de uma oportunidade: o processo de desenvolvimento de um projeto tem início com uma oportunidade de negócio em consequência dos esforços comerciais da empresa, ou através de uma solicitação por parte do cliente. Após a identificação de uma potencial oportunidade de negócio, é da responsabilidade do representante das vendas verificar a informação básica relacionada com o cliente e a natureza do projeto, a fim de se decidir o eventual interesse em investir recursos no processo de licitação. Todas as oportunidades de negócio aprovadas para licitação são atribuídas a um *system designer* do departamento comercial, responsável pelo desenvolvimento da subfase seguinte.
- II) Preparação da proposta: o *system designer* do departamento comercial procede à conceção da solução preliminar, abrangendo todos os aspetos relevantes do projeto, sendo esta versão enviada aos responsáveis dos subdepartamentos de Mecânica, Automação e Software, para que estes procedam a uma estimativa dos tempos necessários, em horas, à fase de execução do projeto. Com base nos tempos estimados, custos de materiais, subcontratação e outro tipo de custos, o *system designer* do departamento comercial procede à elaboração do orçamento previsto. É também realizado o planeamento geral do projeto, efetuado pelo gestor responsável pelo projeto, onde estão presentes as fases previstas do projeto e as durações previstas. Após o levantamento de requisitos, desenho do *layout* do sistema, previsão do orçamento e desenvolvimento do planeamento geral do projeto, prepara-se um documento de oferta comercial para entrega ao cliente.
- III) Negociação do contrato: início do processo de negociação entre o cliente e a empresa, até chegarem a um possível consenso e assinatura do contrato. Esta etapa é caracterizada por um marco designado de “*Contract award*”.

Seguidamente, procede-se à transição da fase das vendas para a fase de execução, caracterizada por um marco designado por “*Handover Sales to Project Execution*”. Esta fase é caracterizada em três subfases, designadas por Abertura do projeto e clarificação, Engenharia, Compras, Instalação e Comissionamento e Aceitação final, que se encontram descritas a seguir.

- IV) Abertura do projeto e clarificação: após a adjudicação do projeto, é responsabilidade do Gestor de Projeto abrir um novo projeto em *Baan* (Software de Gestão Interno da empresa). Nesta fase, ocorre um marco importante designado “*Project Execution Internal Kick-off*”, caracterizado por uma reunião introdutória onde o Gestor de Projeto é encarregue de apresentar aos subdepartamentos de Mecânica, Automação e Software, associados à execução do projeto, todos os detalhes e características relevantes do mesmo, de modo a que estes fiquem cientes do âmbito do projeto.
- V) Engenharia: nesta fase, atuam os subdepartamentos de Mecânica, Automação e Software. O Gestor responsável por cada subdepartamento identifica a sequência das fases do respetivo subprojeto, bem como o pormenor de cada atividade constituinte dessas fases, com o respetivo planeamento de realização. Seguidamente, procede-se à definição do subprojeto, caracterizada pela realização de um conjunto de documentos distintos nos três subdepartamentos. No subdepartamento de Mecânica é necessário elaborar-se os documentos representativos do desenho geral do subprojeto, especificação de equipamentos e lista de periféricos. No subdepartamento de Automação, realiza-se os documentos relativos à especificação do sistema de controlo, definição dos protocolos de testes finais e especificação dos equipamentos. Por fim, no último silo funcional referenciado, elaboram-se os documentos “*Host Interface*” e “*Funcional Analysis*”. Neste subdepartamento, a fase de definição acontece juntamente com a fase de desenvolvimento, caracterizada por desenvolver aplicações/funções de software e parametrizações do sistema, de acordo com o planeamento elaborado e os requisitos de satisfação do subprojeto. Por outro lado, no subdepartamento de Mecânica e Automação, o desenvolvimento ocorre posteriormente à fase de definição, consistindo no desenvolvimento de todos os equipamentos necessários para posterior fabrico, montagem, instalação e, por fim, colocação em serviço.
- VI) Compras: após a fase da Engenharia estar finalizada, os gestores responsáveis pelos subdepartamentos de Mecânica, Automação e Software comunicam todas as informações necessárias ao departamento de compras para que este proceda à aquisição dos materiais e equipamentos necessários. Na fase final das Compras, e após os equipamentos e materiais chegarem à fábrica, procede-se à sua inspeção. Esta etapa é caracterizada por um marco designado “*Factory Acceptance*”, onde se verifica, mede e testa as características relevantes dos equipamentos, para que se possa relacionar os resultados com os requisitos e garantir a conformidade. Caso os equipamentos passem no teste de inspeção, seguem para a linha de montagem para posterior montagem do produto.
- VII) Instalação e Comissionamento: instalação global do sistema nas instalações do cliente e posterior realização de testes de integração do sistema, assegurando as necessidades e os requisitos do cliente.
- VIII) Aceitação: esta fase é caracterizada por um marco designado de “*Preliminary Acceptance Certificate*”, PAC, que corresponde à confirmação do cliente para iniciar a operação, incluindo a transferência de risco e o início do período de garantia.

Por fim, segue-se para a última fase do procedimento padrão do projeto, designada de Serviço. Esta fase encontra-se dividida em duas fases, nomeadas e descritas nos pontos seguintes.

- IX) Fecho do Projeto: nesta fase, o cliente garante e reconhece a confiabilidade do sistema de acordo com os métodos dos testes acordados no procedimento de teste de aceitação.
- X) Operação: no início desta fase, ocorre um marco denominado de “*Project Debrief*”, caracterizado pela formação dos utilizadores do sistema, ministrando aos operadores do sistema a informação necessária para a posterior operação do mesmo.

No subcapítulo seguinte, é apresentado e explicado o conceito de projeto na empresa, numa perspetiva de planeamento, com o auxílio de um diagrama conceptual UML.

3.1.2 Diagrama representativo do planeamento dos projetos

De modo a compreender-se o conceito de projeto na empresa, numa perspetiva do seu planeamento, é ilustrado, na Figura 7, o diagrama conceptual UML representativo de um projeto na empresa, encontrando-se a sua explicação nos parágrafos a seguir.

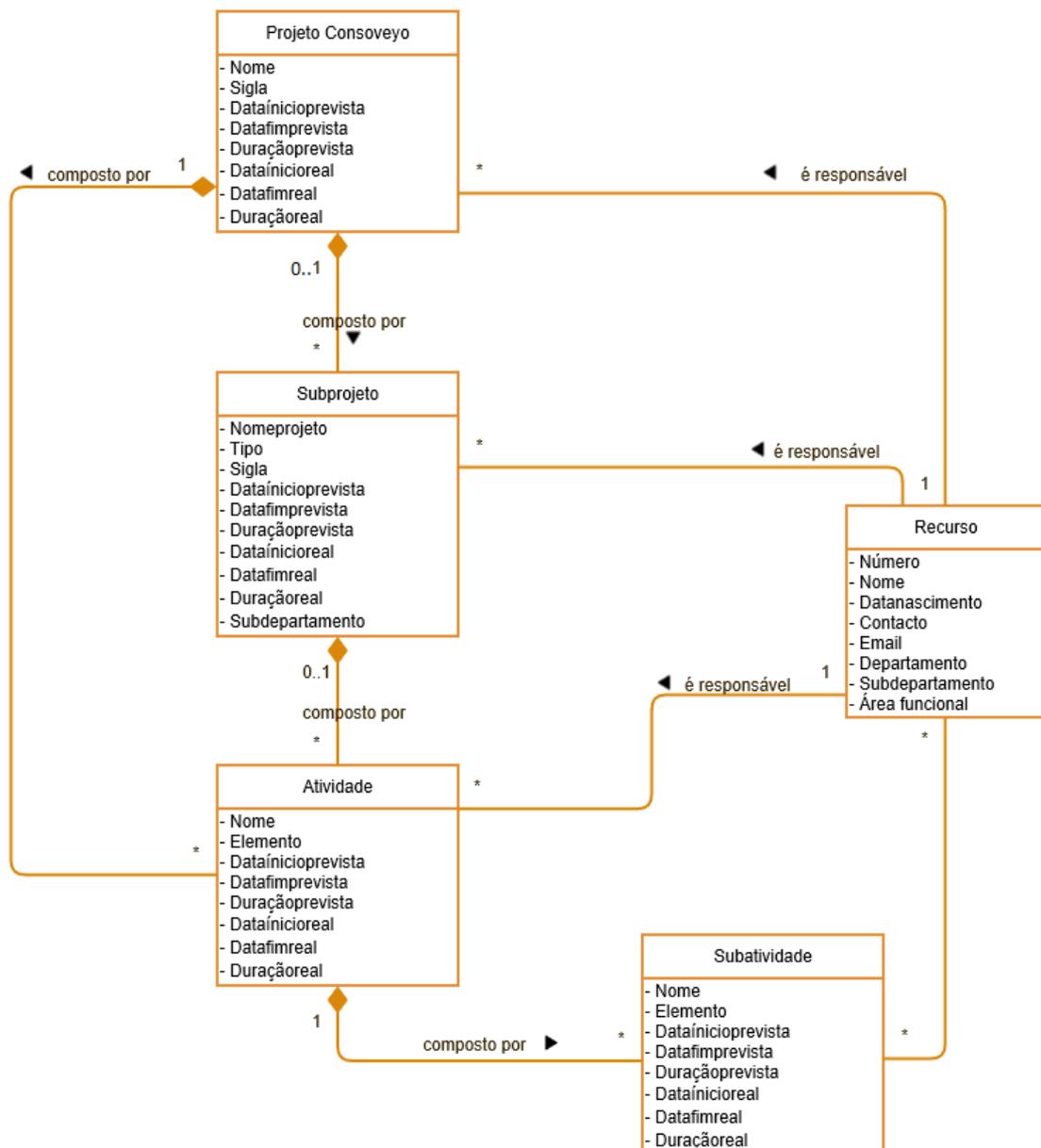


Figura 7 - Diagrama conceptual UML representativo de um projeto na Consoveyo

A classe *Projeto Consoveyo* permite caracterizar o projeto em geral. Cada projeto é identificado por um nome, uma sigla pela qual é conhecido, data de início prevista e real, data de fim prevista e real, e, por fim, duração prevista e real. A cada *Projeto Consoveyo* está associado um Gestor de projeto, inserido na classe *Recurso*, responsável pela realização do planeamento geral do projeto na fase da proposta inicial ao cliente, assim como da coordenação e gestão da globalidade do projeto após a sua adjudicação.

Cada projeto na *Consoveyo* é composto por um conjunto de atividades que, por sua vez, é constituído por um conjunto de subatividades. Cada subatividade corresponde somente a uma única atividade. Ambas as classes, *Atividade* e *Subatividade*, são identificadas por um nome, um elemento pelo qual são identificadas, data de início prevista e real, data de fim prevista e real, e, por fim, duração prevista e real.

À semelhança dos projetos, cada atividade tem também um recurso responsável pela coordenação e gestão da mesma. Cada atividade e/ou subatividade pode ser realizada por vários recursos e cada recurso pode estar afeto a várias atividades e/ou subatividades. Sobre cada recurso, importa saber o número pelo qual é conhecido, o seu nome, data de nascimento, contacto, *e-mail*, nome do departamento, nome do subdepartamento e área funcional em que labora.

Na *Consoveyo*, cada projeto é composto por três subprojetos, incluídos na classe *Subprojeto*. Para cada um deles, importa saber o nome do projeto a que se referem, o tipo, a sigla pela qual é conhecido, data de início prevista e real, data de fim prevista e real, duração prevista e real e o subdepartamento em que é realizado. O atributo “tipo” revela-se de grande importância, na medida em que é a partir deste atributo que se identifica se o subprojeto corresponde a Mecânica, Automação ou Software. Por outro lado, o atributo “subdepartamento” identifica o subdepartamento de realização do subprojeto, que pode ser o subdepartamento de Mecânica, Automação e Software, respetivamente.

A cada um dos subprojetos está associado um *Gestor de Subprojeto*, inserido na classe *recursos*. À semelhança do *Gestor de Projeto*, cada *Gestor de Subprojeto* é responsável pela realização do planeamento de atividades correspondente ao seu subprojeto e à coordenação e gestão do mesmo durante o seu desenvolvimento. Analogamente ao projeto geral, cada subprojeto é composto por um conjunto de atividades que, por sua vez, é composto por um conjunto de subatividades. As atividades podem estar associadas a zero ou a um subprojeto, no entanto, estão sempre associadas ao projeto geral.

Deste modo, numa perspetiva de planeamento de um projeto *Consoveyo*, este é caracterizado por um conjunto de atividades, que vão desde a fase de abertura do projeto até à aceitação do cliente. No entanto, cada projeto integra sempre um subprojeto de Mecânica, Automação e Software, que são geridos e planeados de forma independente.

No subcapítulo seguinte, é apresentada a estrutura organizacional do departamento de Engenharia, explicando-se, de forma sucinta, cada um dos seus subdepartamentos responsáveis pela execução do subprojeto de Mecânica, Automação e Software.

3.2 Departamento de Engenharia

A estrutura organizacional do departamento de Engenharia é, de acordo com a imagem ilustrada na Figura 8, atualmente constituída pelo diretor do departamento, três subdepartamentos, cada um dos quais com um gestor responsável e, cada um dos subdepartamentos é ainda dividido em várias áreas funcionais, sendo constituídas por engenheiros de projeto, dos quais um assume o cargo de responsável da área.

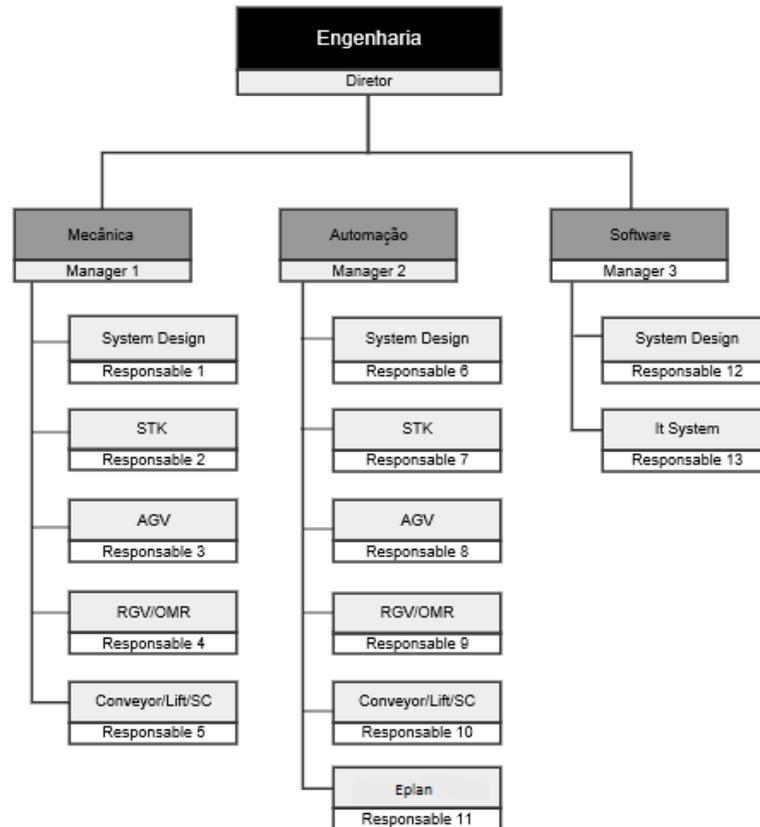


Figura 8 - Estrutura organizacional do departamento de Engenharia, adaptado de Consoveyo (2017c)

O diretor do departamento tem o dever de coordenar, gerir e liderar os subdepartamentos de Mecânica, Automação e Software, estabelecendo e implementando procedimentos apropriados, garantindo a formação necessária aos colaboradores das várias áreas funcionais, controlando e monitorizando os três subdepartamentos e, por fim, decidindo com os restantes gestores de cada subdepartamento, quais os projetos que possuem um nível de prioridade mais elevado, segundo os objetivos de negócio, e os que podem ser executados de acordo com os recursos disponíveis.

Por outro lado, o gestor de cada subdepartamento – *manager1*, *manager2* e *manager3* – é responsável por analisar a exequibilidade e dar apoio à orçamentação de novos projetos. Adicionalmente, é seu dever desenvolver o planeamento do subprojeto relativo ao seu subdepartamento e acompanhar a realização do mesmo durante a sua evolução, bem como submeter todos os documentos do seu subdepartamento, necessários à prossecução do projeto.

3.2.1 Subdepartamento de Mecânica

O subdepartamento de Mecânica encontra-se dividido em cinco áreas funcionais, designadas de *System Design*, *Conveyor/Lift*, *RGV/OMR/SC*, *STK* e *AGV*. As suas funcionalidades encontram-se explicadas nos parágrafos a seguir.

A área designada de *System Design* é responsável por rececionar os requisitos essenciais para os novos projetos e pela definição do projeto, anteriormente referidas na fase V do procedimento padrão do desenvolvimento dos projetos, no subcapítulo 3.1.1. Após a aceitação do projeto, é também responsabilidade desta área realizar alterações decorrentes de pedidos ou de situações anómalas de funcionamento.

As áreas funcionais designadas de “*Conveyor/Lift*”, “*RGV/OMR/SC*”, “*STK*” e “*AGV*” são focadas no desenvolvimento de produtos que estão integrados no subprojeto de Mecânica. Cada uma destas áreas pode ainda ser desagregada em produtos específicos, cujas designações representam as atividades de execução e se encontram ilustradas na Figura 9. No caso de não

existirem, no momento, subprojetos que integrem produtos específicos de uma determinada área funcional, pode acontecer a realocação de recursos de uma área para outra.

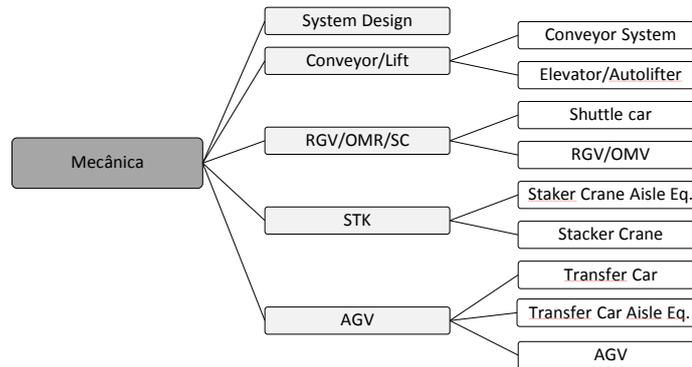


Figura 9 - Diagrama representativo do subdepartamento de Mecânica

Por fim, é de realçar também a funcionalidade do responsável de cada área. É sua responsabilidade coordenar as atividades da equipa, aprovar desenhos mecânicos, organizar documentos de produto (desenho, especificações e manutenção) e, finalmente, comunicar todas as informações necessárias à entidade responsável pelo subdepartamento (*manager1*).

3.2.2 Subdepartamento de Automação

O subdepartamento de Automação encontra-se dividido em seis áreas funcionais, que se nomeiam e explicam a seguir.

A área funcional designada de *System Design* é responsável por rececionar os requisitos essenciais para os novos projetos e pela definição dos mesmos, mencionadas anteriormente na fase V do procedimento padrão do desenvolvimento dos projetos, no subcapítulo 3.1.1. Esta área é também responsável pela realização dos testes de integração global do sistema, anteriormente referido na fase VII do procedimento padrão do desenvolvimento dos projetos, no subcapítulo 3.1.1.

As áreas funcionais designadas de “*Conveyor/Lift*”, “*RGV/OMR/SC*”, “*STK*” e “*AGV*” são focadas no desenvolvimento de produtos que estão integrados no subprojeto de Automação. Cada uma destas áreas pode ainda ser desagregada em produtos específicos, cujas designações representam as atividades de execução e se encontram ilustradas na Figura 10. À semelhança do subdepartamento de Mecânica, no caso de não existirem, no momento, projetos que integrem os produtos de uma determinada área funcional, ocorre a realocação das pessoas de uma subunidade para outra.

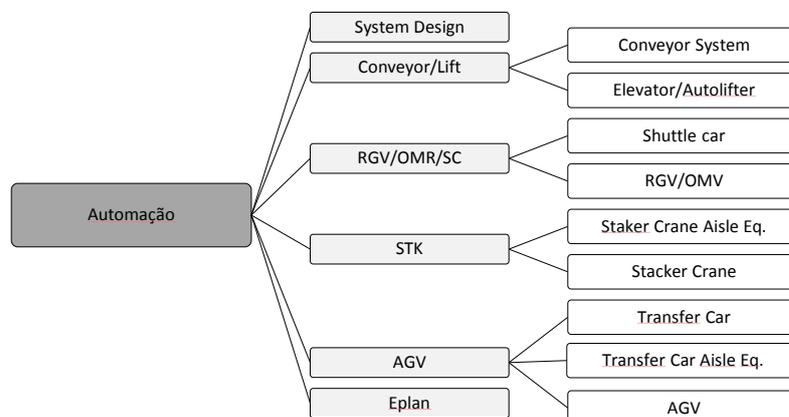


Figura 10 - Diagrama representativo do subdepartamento de Automação

A área funcional do *Eplan* é responsável pela elaboração dos esquemas e quadros elétricos necessários para o correto funcionamento do sistema.

Por fim, é de realçar também a funcionalidade do responsável por cada área. É sua responsabilidade coordenar as atividades da equipa, aprovar os esquemas e quadros elétricos, criar a documentação necessária à montagem e instalação e, finalmente, comunicar todas as informações necessárias à entidade responsável pelo subdepartamento (*manager2*).

3.2.3 Subdepartamento de Software

Por último, o subdepartamento de Software encontra-se dividido em duas áreas funcionais, designadas de *System Design* e *IT System*, que se encontram ilustradas na Figura 11 e explicadas nos parágrafos a seguir.

A área funcional de *System Design* é responsável por rececionar os requisitos essenciais para os novos projetos e pela definição dos mesmos, mencionadas anteriormente na fase V do procedimento padrão do desenvolvimento dos projetos, no subcapítulo 3.1.1.

Por outro lado, a área funcional *IT System* desenvolve as aplicações/funções e as parametrizações necessárias para o correto funcionamento do sistema.

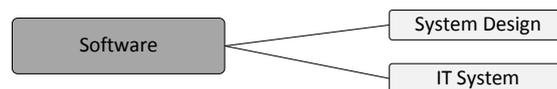


Figura 11 - Diagrama representativo do subdepartamento de Software

Por fim, é de realçar também a funcionalidade do responsável de cada área funcional. É sua responsabilidade coordenar as atividades da equipa, estabelecer as ferramentas de trabalho necessárias (Hardware & Software) e, finalmente, comunicar todas as informações necessárias à entidade responsável pelo subdepartamento (*manager3*).

3.3 Método de controlo interno dos Subprojetos

Devido à forte influência dos subprojetos de Mecânica, Automação e Software, no sucesso dos projetos da Consoveyo, a empresa utiliza uma pequena aplicação suportada na ferramenta informática *Microsoft Office Excel* que permite regular e controlar os três subprojetos no decorrer da sua execução. A aplicação é destinada aos gestores responsáveis de cada subprojeto, encontrando-se dividida em duas secções e, segundo as quais, se divide este subcapítulo.

Assim, este subcapítulo inicia-se com a apresentação detalhada da secção “Relatório Global do Subprojeto”, descrevendo-se as suas funcionalidades, os gráficos ilustrativos da evolução dos subprojetos e os indicadores utilizados para a medição do desempenho. Seguidamente, é apresentada a secção “Folha de Controlo do Subprojeto”, apresentando-se as suas funcionalidades e as tabelas que são utilizadas para a condensação de determinadas informações a ter em apreciação durante os subprojetos.

3.3.1 Relatório Global do Subprojeto

Inicialmente, a secção “Relatório Global do Subprojeto” possibilita ao utilizador selecionar o projeto e o subdepartamento de execução que pretende visualizar, através da tabela de filtros que se ilustra na Figura 12. A tabela permite ao utilizador selecionar mais do que um subdepartamento em simultâneo, o que proporciona a visualização conjunta dos três subprojetos, Mecânica, Automação e Software. No entanto, apenas é possível a observação de cada um dos subprojetos na sua totalidade, não sendo possível filtrar o subprojeto por um nível mais detalhado da sua execução.

No exemplo considerado na Figura 12, o utilizador selecionou o projeto “J&J Teixeira II” e o subdepartamento de Mecânica, o que significa que o utilizador pretende analisar o desempenho do subprojeto de Mecânica do projeto “J&JTeixeira”.

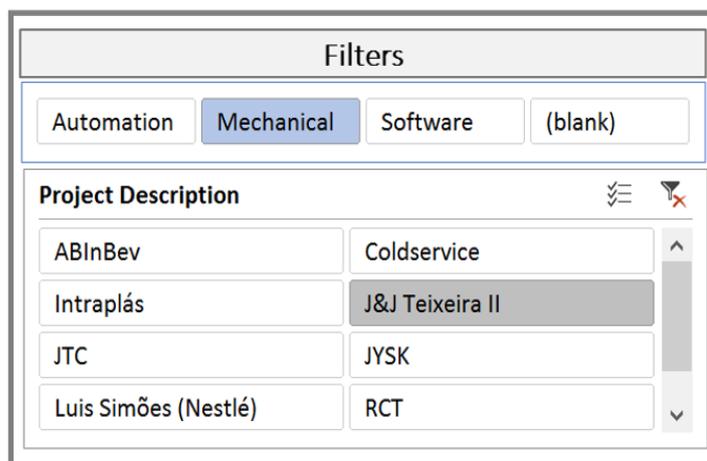


Figura 12 - Filtros disponibilizados pela secção “Relatório Global do Subprojeto”

Após o utilizador proceder à seleção do projeto e do subdepartamento que pretende visualizar, a secção exibe um gráfico ilustrativo do desempenho do subprojeto respetivo, conforme é ilustrado na Figura 13, e alguns indicadores de desempenho, ilustrados na Tabela 1, sendo ambos analisados a seguir.

No entanto, é necessário que previamente se tenha em consideração os seguintes aspetos:

- O conceito de “data atual” corresponde à última data atualizada pelo administrador. Dado que, por norma, a aplicação é atualizada mensalmente, é expectável que a data atual corresponda ao mês presente em que se está a efetuar a análise.
- A unidade de medida utilizada pela empresa para o controlo e monitorização dos subprojetos é a hora, no entanto, para eventuais análises e interpretações associam-se as horas a custos, na medida em que a cada hora de trabalho está associada um respetivo custo.

Adicionalmente, é também essencial recolher informações iniciais relativas aos conceitos associados à aplicação:

- *Planned Hours*, PH: número de horas planeadas para o subprojeto num determinado período de tempo;
- *Actual Hours*, AH: número de horas executadas no subprojeto num determinado período de tempo;
- *Last Approved Budget*, LAB: número total de horas orçamentadas para o subprojeto;

Atendendo às considerações anteriores, é apresentado, na Figura 13, o gráfico indicativo da evolução do subprojeto, exibido após a seleção dos filtros anteriormente considerados. Verifica-se, pela análise dos rótulos indicados junto aos eixos, que o eixo das ordenadas corresponde a horas e o eixo das abcissas ao tempo, em meses.

Considere-se que o mês de setembro corresponde à data atual. É explicado, abaixo, de um modo detalhado, o conceito das linhas que constituem o gráfico.

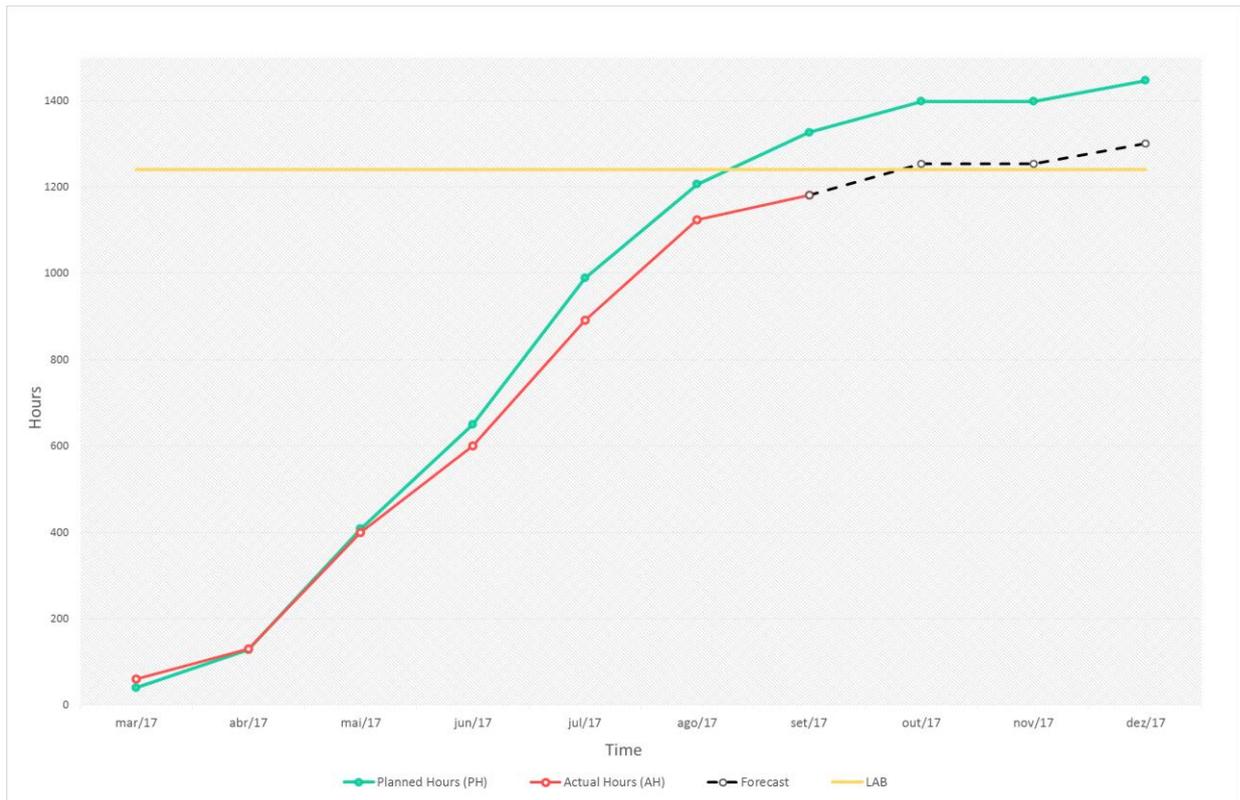


Figura 13 - Representação gráfica da evolução do subprojeto de Mecânica do projeto “J&J Teixeira II”

- Linha *Last Approved Budget*, LAB: A linha *Last Approved Budget*, LAB, esboçada a amarelo, representa o número total de horas orçamentadas para o subprojeto. Esta linha é baseada na soma do número total de horas orçamentadas para cada atividade. Transpondo para a terminologia revista na literatura, esta linha corresponde ao *Budget at Completion*, BAC. Como foi referido no capítulo 2, o último ponto desta linha deveria idealmente coincidir com o mais alto e o último ponto da curva ilustrada a verde, no entanto, é possível visualizar-se que tal não acontece.
- Linha *Actual Hours*, AH: A linha *Actual Hours*, AH, esboçada a rosa no gráfico, representa o número de horas executadas acumuladas até à data atual. Para o levantamento das horas executadas, recorre-se à aplicação informática *Timesheet*, integrada no sistema informático de gestão interna utilizado pela empresa (*Baan*). Cada colaborador preenche a sua semana de trabalho na referida *Timesheet*, ficando assim registada a sua participação para a empresa semanalmente. A título de exemplo, se um colaborador está a trabalhar quatro horas no subprojeto de Mecânica do projeto “J&J Teixeira II”, e 4 horas em formação interna na segunda-feira, tem o dever de registar, no final da semana, quatro horas no projeto “J&J Teixeira II” e quatro horas em “Formação Interna” na segunda-feira. O mesmo se aplica para os restantes dias da semana. Não é necessário colocar o subprojeto que se encontra a realizar, na medida em que a identificação do colaborador é suficiente para perceber o subdepartamento em que este labora e, por sua vez, o tipo de subprojeto que está a executar. Quando o colaborador regista horas em projeto, deverá indicar o código do elemento do projeto que está a realizar, na coluna “Elemento”. Um modelo do preenchimento da *Timesheet* pode ser observado na Figura 14.

Nº de Projeto sequênc.	Elemento	Fatu-rável	Hora extra	Seg 11-13	Ter 11-14	Qua 11-15	Qui 11-16	Sex 11-17	Total
1	E80300078	3.1.1		4,0000	2,0000	8,0000	1,0000	3,0000	18,0000
2	R80000004	100		4,0000	6,0000	0,0000	7,0000	5,0000	22,0000

Figura 14 - Exemplo de preenchimento da *Timesheet*

Ao analisar-se a linha AH, no gráfico da Figura 13, verifica-se que o subprojeto teve início no mês de março e que o mês de setembro corresponde à data atual, na medida em que a linha AH apenas apresenta valores até esse mês.

- **Linha *Planned Hours*, PH:** A linha *Planned Hours*, PH, traçada a verde no gráfico da Figura 12, representa as horas acumuladas planeadas ao longo do subprojeto. Para o levantamento das horas planeadas, recorre-se ao software *Microsoft Project*. Ao analisar-se esta linha, é possível visualizar-se a data de início e de fim previstas para o subprojeto. O mês planeado para o início do subprojeto (março) coincide, neste caso, com o mês em que efetivamente o projeto começou a ser realizado. Verifica-se também que o subprojeto está previsto terminar em dezembro do mesmo ano. O ponto mais alto e último desta linha corresponde ao *Total Planned Hours*, PH_{total}, representando o número total de horas planeadas para o subprojeto. Este valor é baseado na soma do número total de horas planeadas para cada atividade.
- ***Forecast*:** A linha *Forecast*, esboçada a preto no gráfico da Figura 13, representa uma nova previsão de horas que irão ser utilizadas para o subprojeto. Esta linha, contruída somente após a data atual, é calculada com base na soma do número de horas executadas acumuladas até à data atual com o número de horas planeadas restantes.

Adicionalmente, a secção apresenta simultaneamente um conjunto de indicadores, baseados nos valores acumulados de AH e PH, LAB e PH_{total}, conforme se ilustra na Tabela 1, cujos resultados correspondem à data atual.

Tabela 1 - Indicadores de desempenho exibidos na secção “Relatório Global do Subprojeto”

1. Desvio entre AH e LAB	-5%
2. Desvio entre AH e PH	-11%
3. % Horas utilizadas	82%
4. % Horas a utilizar	92%
5. Precisão do Planeamento	105%

1. Desvio entre AH e LAB

O indicador “Desvio entre AH e LAB” representa, em percentagem (%), o desvio ocorrido entre as horas executadas acumuladas até à data atual e o número total de horas orçamentadas para o subprojeto, conforme formulado na equação 3.1. Este indicador permite informar o utilizador se o número de horas executadas acumuladas na data atual ultrapassou o número total de horas orçamentadas para o subprojeto.

$$\text{Desvio entre AH e LAB} = \frac{AH_{\text{data atual}} - LAB}{LAB} \times 100 \quad (3.1)$$

No exemplo que se encontra indicado na Tabela 1, o desvio é de -5%, o que significa que, até à data atual, o número total de horas executadas está 5% abaixo do número total de horas orçamentadas.

Este indicador traduz a diferença entre as linhas *Actual Hours* e *Last Approved Budget* na data atual.

2. Desvio entre AH e PH

O indicador “Desvio entre AH e PH” representa, em percentagem (%), o desvio ocorrido entre o número de horas executadas acumuladas e o número de horas planeadas acumuladas na data atual, sendo calculado com base na equação 3.2. Este indicador permite informar o utilizador se o número de horas executadas acumuladas ultrapassou o número de horas planeadas acumuladas na data atual.

$$\text{Desvio entre AH e PH} = \frac{AH_{\text{data atual}} - PH_{\text{data atual}}}{PH_{\text{data atual}}} \times 100 \quad (3.2)$$

No exemplo que se encontra indicado na Tabela 1, o desvio é de -11%, o que significa que foram executadas -11% das horas previstas até à data atual.

Este indicador traduz a diferença entre as linhas *Actual Hours* e *Planned Hours* na data atual.

3. % Horas utilizadas

O indicador “% Horas utilizadas” representa a percentagem das horas planeadas totais que foram utilizadas até à data atual, podendo ser calculado com base na fórmula indicada na equação 3.3.

$$\% \text{ Horas utilizadas} = \frac{AH_{\text{data atual}}}{PH_{\text{total}}} \times 100 \quad (3.3)$$

No exemplo ilustrado na Tabela 1, este indicador apresenta um resultado de 82%, o que significa que já foram utilizadas 82% das horas totais planeadas até à data atual.

4. % Horas a utilizar

O indicador “% Horas a utilizar” representa a percentagem de horas planeadas totais que deveriam ter sido utilizadas, até à data atual, conforme formulado na equação 3.4.

$$\% \text{ Horas a utilizar} = \frac{PH_{\text{data atual}}}{PH_{\text{total}}} \times 100 \quad (3.4)$$

No exemplo ilustrado na Tabela 1, este indicador apresenta um resultado de 92%, o que indica que foram planeadas utilizar 92% das horas totais planeadas até à data atual.

Importa cruzar este indicador com o indicador descrito no ponto 3, de forma a identificar o desvio entre as horas que estão a ser utilizadas e as que foram previstas de se utilizar até à data atual.

5. Precisão do planeamento

O indicador “Precisão do planeamento” é calculado de acordo com a fórmula indicada na equação 3.5. Este indicador permite prever, na data atual, se o número total de horas orçamentadas para o subprojeto irá ser ultrapassado.

$$\text{Precisão do planeamento} = \frac{AH_{\text{data atual}} + PH_{\text{total}} - PH_{\text{data atual}}}{LAB} \times 100 \quad (3.5)$$

No exemplo ilustrado na Tabela 1, o resultado deste indicador é 105%, o que indica que o subprojeto irá terminar 5% acima das horas orçamentadas totais estabelecidas.

3.3.2 Folha de Controlo do Subprojeto

À semelhança da secção “Relatório Global do Subprojeto”, a secção “Folha de Controlo do Subprojeto” possibilita ao utilizador seleccionar o projeto e o subdepartamento de execução que pretende visualizar. O utilizador tem, portanto, as mesmas opções de seleção de filtros que na secção anteriormente descrita. Na imagem ilustrada da Figura 15, o utilizador optou por visualizar o projeto “J&J Teixeira II”, no subdepartamento de Mecânica, o que significa que irá ser avaliado o desempenho do subprojeto de Mecânica do projeto “J&J Teixeira II”.

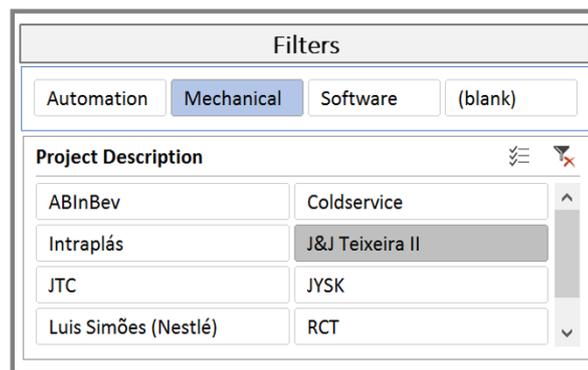


Figura 15 - Filtros disponibilizados pela secção “Folha de Controlo do Subprojeto”

Após a seleção dos filtros indicados previamente, a secção “Folha de Controlo do Subprojeto” apresenta a tabela ilustrada na Figura 16, com os valores de *Last Approved Budget*, LAB, e valores acumulados de *Actual Hours*, AH, na data atual, alusivos às atividades do subdepartamento selecionado. Neste caso, as atividades elencadas na primeira coluna da tabela correspondem aos produtos de execução do subdepartamento de Mecânica, anteriormente descritos no subcapítulo 3.2.1.

Activities 1	Last Approved Budget, LAB	Actual Hours, AH
2. System Design	368	306
4. Stacker Crane	152	156
5. Stacker Crane Aisle Eq.	550	579
6. Transfer Car	-	-
7. Transfer Car Aisle Eq.	-	-
8. AGV	-	-
9. RGV/OMV	-	-
10. Shuttle Car	-	-
11. Conveyor System	170	140
12. Elevator/Autolifter	-	-
Subproject	1240	1181

Figura 16 - Exemplo de tabela exibida pela “Folha de Controlo do Subprojeto”

Se o subprojeto selecionado não abarcar uma das atividades listadas, a tabela exibida pela secção não apresenta valores nas diferentes colunas. No exemplo ilustrado na Figura 16, o subprojeto em estudo apenas está associado às atividades da coluna 1 que apresentam valores positivos nas restantes colunas (2. *System Design*; 4. *Stacker Crane*; 5. *Stacker Crane Aisle Eq* e 11. *Conveyor System*).

3.4 Síntese dos problemas encontrados

Neste subcapítulo, são sintetizadas as razões que levaram à origem do presente projeto, descrevendo-se os problemas que atualmente se verificam no controlo e monitorização dos subprojetos da empresa e as limitações observadas na aplicação utilizada pela empresa.

Uma das principais limitações inicialmente detetadas na aplicação reside na inexistência de um filtro que possibilite ao utilizador visualizar o subprojeto num nível mais detalhado da sua execução. A carência deste filtro impossibilita, conseqüentemente, o gestor responsável por cada subdepartamento de compreender quais são as atividades de execução dos subprojetos respetivos que contribuem de forma positiva e negativa para a entrega dos subprojetos “*on-time*” e “*on-budget*”.

A ausência deste filtro deriva da falta de coerência existente entre as designações das atividades no momento do planeamento, na ferramenta *Microsoft Project*, e as designações que os outros ficheiros da aplicação apresentam. O gestor responsável pelo planeamento do subprojeto não obedece a um padrão preestabelecido para a designação das atividades. A título de exemplo, para a designação da atividade “*System Design*”, acontece existirem planeamentos cuja designação apresentada é “*system design*” ou “*Ssystem design*”. Estes erros de designação impossibilitam, portanto, a interligação dos dados do planeamento com os outros dados da aplicação. Assim se explica também a inexistência dos dados relativos ao *Planned Hours*, PH, na tabela apresentada no subcapítulo 3.3.2.

Por outro lado, após se ter selecionado várias opções de filtros e, posteriormente, se ter analisado a linha *Last Approved Budget* e o último e mais alto ponto da linha *Planned Hours* para os vários subprojetos selecionados, observaram-se desvios significativos entre PH_{total} e LAB. Tal como foi revisto na literatura, o LAB deveria refletir todas as horas planeadas das atividades que constituem o subprojeto, o que não acontece com a realidade dos subprojetos da empresa.

Por fim, o último problema observado está relacionado com a avaliação do desempenho dos subprojetos, realizada, por um lado, pela observação das linhas LAB, AH, PH e *Forecast* e, por outro lado, pela análise dos resultados obtidos dos indicadores existentes na aplicação. Porém, a avaliação atualmente efetuada apenas tem em conta o que foi gasto e o que se planeia gastar, sem levar em consideração, ou sem se explicitar, quanto foi efetivamente produzido ou realizado, impossibilitando o gestor de medir o progresso dos subprojetos alocados ao seu subdepartamento.

4 Melhorias propostas para o controlo dos subprojetos

A monitorização do desempenho dos subprojetos de Mecânica, Automação e Software é um fator decisivo para o cumprimento dos objetivos da empresa. A elevada dimensão temporal de cada um dos subprojetos, no que diz respeito ao desenvolvimento do projeto global, torna indispensável quer a existência de uma ferramenta de monitorização adequada que permita controlar os vários subprojetos e cada umas das atividades que os constituem, quer a implementação de técnicas e metodologias capazes de encurtar o tempo e diminuir os custos dos subprojetos.

No presente capítulo, é inicialmente explicado o novo filtro implementado na aplicação, necessário à adequada e correta avaliação do desempenho dos subprojetos, descrevendo-se todas as alterações que foram necessárias para o seu alcance. Seguidamente, é testada a aplicabilidade das metodologias revistas na literatura, EVM e ES, apresentando-se os diversos indicadores disponibilizados e todas as alterações que foram efetuadas para a correta monitorização dos subprojetos da empresa. Por fim, são apresentados e explicados os *Dashboards* realizados no intuito de sustentarem alguns dos indicadores criados.

4.1 Aplicação de um novo filtro na aplicação atualmente utilizada na empresa

Como foi referido no subcapítulo 3.4, uma das limitações encontradas nas duas secções da aplicação concebida, “Relatório Global do Subprojeto” e “Folha de Controlo do Subprojeto”, é a ausência de um filtro que permita ao gestor de cada subdepartamento avaliar o desempenho de cada uma das atividades dos vários subprojetos existentes.

Para que a realização deste filtro fosse praticável na base de dados da aplicação, associou-se a cada uma das atividades de primeiro nível da Estrutura Analítica dos Subprojetos, EAP, no planeamento de atividades dos subprojetos existentes, o elemento pela qual são identificadas, como se pode observar na coluna “*Text*” da Figura 17.

A imagem ilustrada na Figura 17 representa um exemplo de um planeamento após ter sido realizada a codificação das atividades, correspondendo, neste caso, ao subprojeto de Automação do projeto “Jysk DCB (JYS)”.

	 Text ▼	Task Name ▼	Duration ▼	Start ▼	Finish ▼
0		▲ E80300079 - Jysk DCB (JYS) - Automation	596 days?	Mon 06/03/17	Mon 22/07/19
1		▲ Jysk DCB (JYS)	596 days?	Mon 06/03/17	Mon 22/07/19
2	2	▷ System Design	351 days	Mon 03/04/17	Wed 29/08/18
11	4	▷ Stacker Crane	386 days	Wed 05/07/17	Fri 18/01/19
35	5	▷ Stacker Crane Aisle Equipment	352 days	Mon 03/07/17	Tue 27/11/18
53	9	▷ RGV/OMV	244 days	Mon 11/09/17	Mon 03/09/18
103	11	▷ Conveyor System	316 days	Wed 08/11/17	Tue 12/02/19
178	12	▷ Elevator/Autofilter	80 days	Mon 06/11/17	Fri 02/03/18

Figura 17 - Codificação das atividades no planeamento

A codificação veio permitir a associação entre as atividades do ficheiro do planeamento com os outros ficheiros que já existiam na aplicação, na medida em que a ligação dos dados passou a ser feita pelos códigos das atividades e não pelas designações que lhes eram atribuídas no momento em que o gestor de cada subdepartamento realizava o planeamento.

Assim, posteriormente à codificação efetuada no planeamento de atividades e à realização das ligações necessárias na base de dados da aplicação, foi possível acrescentar nas duas secções da aplicação, “Relatório Global do Subprojeto” e “Folha de Controlo do Subprojeto” um novo filtro, designado “*Activity 1*”, possibilitando ao utilizador selecionar, à sua escolha, cada uma das atividades de primeiro nível da EAP de um subprojeto.

A Figura 18, ilustrada abaixo, representa a nova tabela de filtros da aplicação. O novo filtro, designado de “*Activity 1*”, altera-se automaticamente, conforme as atividades executadas em cada subdepartamento. No caso de o subprojeto selecionado não ter associada a atividade selecionada em “*Activity 1*”, os gráficos e os indicadores de desempenho exibidos na secção “Relatório Global do Subprojeto” não apresentam valores, o mesmo acontecendo com a tabela exibida na secção “Folha de Controlo do Subprojeto”.

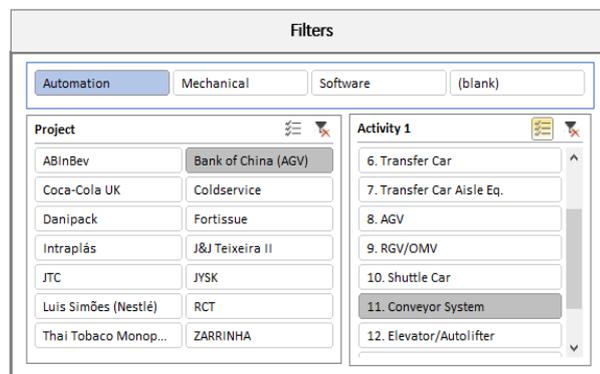


Figura 18 - Novos filtros disponibilizados pela aplicação

Deste modo, dada a disponibilidade do novo filtro concebido, o utilizador pode optar por visualizar o desempenho do subprojeto global, selecionando todos os itens da tabela “*Activity 1*”, ou visualizar o desempenho do subprojeto numa atividade específica que está a ser executada, como se encontra ilustrado na Figura 18.

4.2 Aplicação prática das metodologias EVM e ES

Com a finalidade de se testar a aplicabilidade dos modelos revistos na literatura, considerou-se como objeto de estudo o desempenho do projeto “J&J Teixeira II” no subdepartamento de Mecânica, em todas as suas atividades de execução, conforme é ilustrado na Figura 19. Deste modo, foi testado e avaliado o desempenho total do subprojeto de Mecânica do projeto “J&J Teixeira II”.

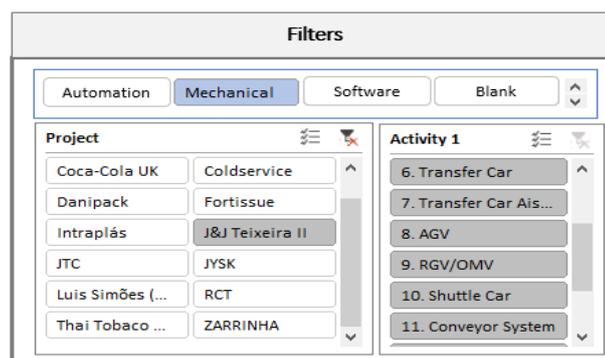


Figura 19 - Seleção dos filtros pretendidos para aplicação da metodologia EVM e ES

O subprojeto em estudo apresenta uma duração prevista de 10 meses, desde março de 2017 até dezembro do mesmo ano, e um LAB de 1240 horas. Por outro lado, conforme se indica na última linha da Tabela 2, o valor de PH_{total} é de 1446 horas. As restantes informações podem ser consultadas na Tabela 3.

Tabela 2 - Informações relativas ao subprojeto em estudo

Projeto	J&J Teixeira II
Subdepartamento	Mecânica
Atividade 1	Todas as atividades
Duração Planeada	10 Meses
LAB	1240 Horas
PH_{total}	1446 Horas

É importante referir que, apesar da unidade de medida utilizada ser a hora, para eventuais análises e interpretações realizadas nos subcapítulos seguintes associou-se as horas a custos, na medida em que a cada hora está associado um respetivo custo.

No presente subcapítulo, apresenta-se primeiramente a recolha e o tratamento dos dados necessários à aplicação das metodologias revistas na literatura, EVM e ES. Seguidamente, é apresentada a nova curva inserida na secção “Relatório Global do Subprojeto”, analisando-se e interpretando-se esta curva tendo em conta as curvas já existentes. Posteriormente, são descritos os indicadores EVM e ES e outros indicadores adicionais criados após a construção da curva. Finalmente, é apresentada a nova tabela inserida na secção “Folha de Controlo do Subprojeto”.

4.2.1 Recolha e tratamento dos dados

Para que fosse possível a inserção da linha EH nos gráficos ilustrativos do desempenho dos subprojetos, anteriormente descritos em 3.3.1, e na possibilidade de se utilizarem os indicadores estatísticos suportados pelo método EVM e ES, realizou-se inicialmente a recolha e o tratamento dos dados necessários.

Atendendo à unidade de medida utilizada pela empresa para o controlo e monitorização dos subprojetos, foram adaptados alguns dos conceitos revistos na literatura, tendo sido utilizada a seguinte terminologia:

- *Earned Hours*, EH: número de horas planeadas para realizar o trabalho que foi produzido num determinado período de tempo;
- *Planned Hours*, PH: número de horas planeadas num determinado período de tempo, de acordo com o cronograma;
- *Actual Hours*, AH: número de horas executadas num determinado período de tempo;

A Tabela 3 apresenta a informação necessária para cada período temporal, necessária à construção da linha EH.

A coluna *% complete* apresenta, para cada período temporal, a percentagem de conclusão do subprojeto de Mecânica do projeto em análise. Para a recolha deste dado, recorreu-se à ferramenta *Microsoft Project*. Dado que a execução do projeto “J&J Teixeira II” no subdepartamento de Mecânica ainda não terminou, apenas foi possível recolher os dados desta coluna até à data atual (AT = 7; Mês: setembro). Na penúltima linha da tabela, observa-se o número total de horas planeadas para o subprojeto, PH_{total} , enquanto na última linha se verifica o número total de horas orçamentadas para o subprojeto, LAB. Por fim, a coluna PH corresponde ao número de horas planeadas não acumuladas para cada período temporal, AT.

No Anexo A, são apresentados os cálculos efetuados automaticamente pela ferramenta *Microsoft Project* em cada período temporal, para a obtenção dos valores % *complete* e de PH indicados na Tabela 3, correspondentes ao subprojeto em estudo.

Tabela 3 - Organização da informação recolhida em cada período temporal

AT	Mês	%complete	Cumulative %complete	PH
1	Março	3%	3%	40
2	Abril	4%	7%	88
3	Maio	17%	24%	280
4	Junho	21%	45%	242
5	Julho	24%	69%	338
6	Agosto	10%	79%	218
7	Setembro	9%	88%	120
8	Outubro			72
9	Novembro			0
10	Dezembro			48
PHtotal				1446
LAB				1240

Reunidos os dados necessários, foi possível calcular os valores de EH para cada período temporal, AT. Tal como foi revisto na literatura, a obtenção destes valores resulta da multiplicação entre o BAC e a percentagem de conclusão do projeto, o que significa que corresponde à multiplicação do LAB, valor indicado na última linha da Tabela 3, pela % *complete*. No entanto, dada a discrepância ocorrida entre os valores do LAB e do PH_{total}, na generalidade dos subprojetos e, particularmente, no subprojeto em estudo, realizou-se a multiplicação do PH_{total} pela *cumulative % complete* para a obtenção dos valores acumulados de EH ao longo do tempo.

Na Tabela 4, apresentam-se os valores acumulados de EH, necessários para a construção da nova linha. Os valores acumulados de PH e de AH podem também ser visualizados na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores acumulados de PH, AH e EH em cada período temporal

AT	Mês	Cumulative PH	Cumulative AH	Cumulative EH
1	Março	40	60	43
2	Abril	128	130	101
3	Maio	408	400	347
4	Junho	650	600	651
5	Julho	989	891	998
6	Agosto	1206	1124	1143
7	Setembro	1326	1181	1273
8	Outubro	1398		
9	Novembro	1398		
10	Dezembro	1446		

Recolhidos e tratados os dados necessários, procedeu-se à inclusão da curva EH no gráfico ilustrativo do desempenho do subprojeto, que será apresentada e explicada de seguida.

4.2.2 Nova linha *Earned Hours*

No gráfico da Figura 20 encontra-se representada a nova linha inserida, designada de *Earned Hours*, EH. A interpretação do novo gráfico deve ser efetuada comparando as seguintes linhas cumulativas:

- *Planned Hours*, PH, e *Actual Hours*, AH: permitem comparar as horas planeadas com as horas efetivamente executadas, avaliando se o subprojeto está a ultrapassar o número de horas previstas ou se está a utilizar menos horas comparativamente às que estavam previstas durante um determinado período de tempo.
- *Planned Hours*, PH, e *Earned Hours*, EH: As linhas PH e EH permitem perceber se o trabalho realizado está a cumprir com o planeamento inicial. Valores de EH acima da linha PH anunciam que se realizou mais trabalho relativamente ao que estava planeado, indicando um adiantamento do subprojeto. Por outro lado, valores de EH abaixo da linha AH assinalam que se realizou menos trabalho comparativamente ao que estava previsto, indicando um atraso do subprojeto.
- *Actual Hours*, AH, e *Earned Hours*, EH: As linhas AH e EH permitem perceber se o trabalho realizado está a cumprir com as horas efetivamente executadas. Valores de EH acima da linha AH indicam que se estão a utilizar menos horas para a execução das atividades comparativamente às que estavam previstas, o que, traduzindo para custos, significa que os custos estão a ser menores para a realização das atividades comparativamente aos que estavam previstos. Por outro lado, valores de EH abaixo de AH assinalam que o subprojeto está a utilizar mais horas para a execução das atividades relativamente às que estavam planeadas, o que, traduzindo para custos, significa que os custos estão a ser maiores para a realização das atividades comparativamente aos que foram previstos.

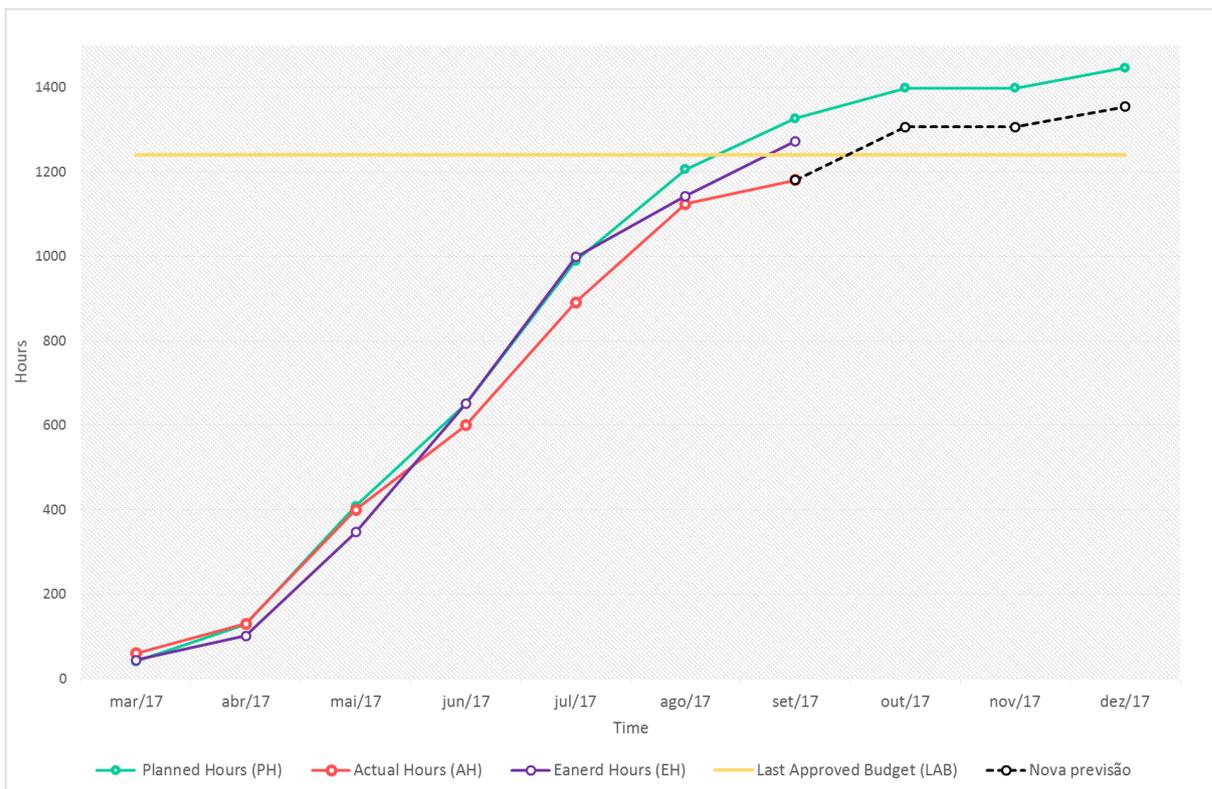


Figura 20 - Novo gráfico representativo da evolução do subprojeto em estudo

Com a inserção da nova linha EH é possível avaliar-se o progresso do subprojeto, precisamente porque esta linha, ao integrar os fatores de tempo e de horas (custos, por correspondência), simultaneamente, permite que o utilizador tenha a certeza se o AH é inferior àquele que foi planeado para um progresso físico equivalente e também se a execução do subprojeto decorre de acordo com o planeamento temporal.

4.2.3 Indicadores novos baseados na metodologia EVM

De modo a auxiliar o utilizador a medir o desempenho do subprojeto, em termos quantitativos, procedeu-se à realização de novos indicadores. Assim, utilizando-se os conceitos revistos na literatura, criaram-se alguns indicadores baseados na metodologia EVM, obtidos a partir dos valores acumulados de PH, AH e EH. Os indicadores apresentados neste subcapítulo visam substituir os indicadores referenciados anteriormente no subcapítulo 3.3.1.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados para cada período temporal de alguns dos indicadores do método EVM que foram considerados significativos na avaliação e medição do desempenho dos subprojetos da Consoveyo. Os indicadores encontram-se descritos posteriormente, referindo-se as respetivas equações necessárias ao seu cálculo, adaptadas das equações revistas no subcapítulo 2.2.2, e analisando-se os seus valores respetivos na data atual.

Tabela 5 - Indicadores EVM propostos para o controlo dos subprojetos

	CV	CV(%)	SV	SV(%)	CPI	SPI
mar/17	✗ -16,61	✗ -28%	✓ 3,39	✓ 8%	✗ 0,72	✓ 1,08
abr/17	✗ -28,75	✗ -22%	✗ -26,75	✗ -21%	✗ 0,78	✗ 0,79
mai/17	✗ -52,86	✗ -13%	✗ -60,86	✗ -15%	✗ 0,87	✗ 0,85
jun/17	✓ 50,88	✓ 8%	✓ 0,48	✓ 1%	✓ 1,08	✓ 1,01
jul/17	✓ 107,02	✓ 12%	✓ 9,22	✓ 1%	✓ 1,12	✓ 1,01
ago/17	✓ 18,66	✗ 2%	✗ -63,74	✗ -5%	✓ 1,02	✗ 0,95
set/17	✓ 91,83	✗ 8%	✗ -53,57	✗ -4%	✓ 1,08	✗ 0,96

Os indicadores CV e CV%, representados na primeira e na segunda coluna da Tabela 5, respetivamente, refletem a diferença, através de um cálculo matemático, entre as linhas EH e AH, cujas fórmulas se encontram representadas nas equações 4.1 e 4.2.

$$CV = EH - AH \quad (4.1)$$

$$CV(\%) = \frac{CV}{AH} \times 100 \quad (4.2)$$

Valores positivos de CV e CV% indicam que se está a utilizar menos horas para a execução das atividades comparativamente às que estavam planeadas e valores negativos indicam que se estão a utilizar mais horas para a realização das atividades relativamente às que foram previstas. Analisando-se os valores alusivos à data atual (setembro de 2017), observa-se que o valor de CV e seu valor percentual (CV%) apresentam desvios positivos (CV = 91,83; CV% = 8%), concluindo-se, portanto, que se está a utilizar menos horas para a execução das atividades comparativamente às que foram previstas, o que, traduzindo para custos, significa que os custos estão a ser menores para a execução das atividades relativamente aos que foram previstos. O gráfico ilustrado na Figura 21 permite representar visualmente os desvios obtidos pelo indicador CV ao longo do tempo, verificando-se, tal como foi dito, um desvio positivo na data atual.

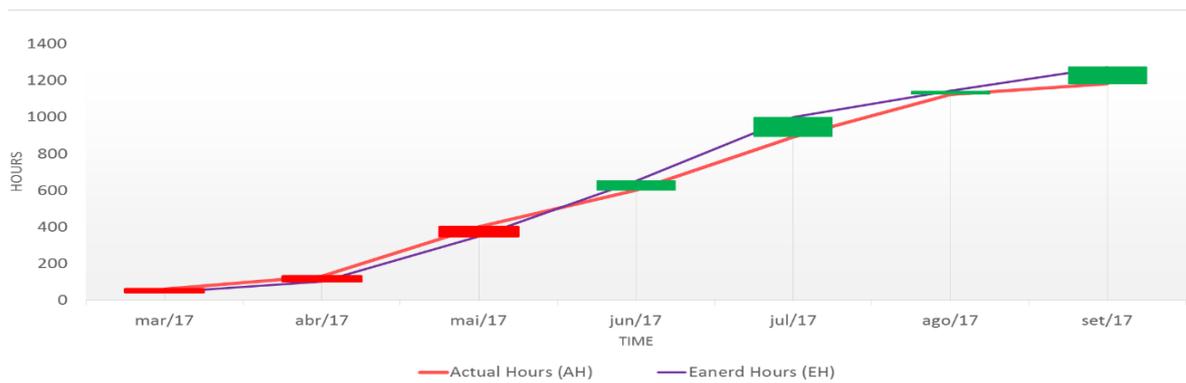


Figura 21 - Representação gráfica do indicador CV

O indicador CPI confirma o desvio positivo obtido pelo indicador anterior na data atual, ao apresentar um valor superior à unidade ($CPI = 1,08$). O resultado do indicador informa que foram convertidas em trabalho, até à data atual, mais 8% das horas totais planeadas. O cálculo do CPI realizou-se com base na equação 4.3.

$$CPI = \frac{EH}{AH} \quad (4.3)$$

Os indicadores SV e SV%, representados na terceira e na quarta colunas da Tabela 5, respetivamente, refletem a diferença entre as linhas EH e PH, conforme se indica nas equações 4.4 e 4.5.

$$SV = EH - PH \quad (4.4)$$

$$SV(\%) = \frac{SV}{EH} \times 100 \quad (4.5)$$

Valores positivos de SV e SV% indicam que o trabalho realizado é superior ao trabalho planeado e valores negativos indicam que o trabalho realizado é inferior ao trabalho planeado. Assim, observando-se os resultados referentes ao indicador SV e ao seu valor percentual (SV%), alusivos à data atual, é visível que os desvios são negativos, o que significa que se está a realizar menos trabalho comparativamente ao que era suposto, ou seja, o subprojeto encontra-se atrasado. O indicador SV pode também ser visualizado graficamente, como se ilustra na Figura 22, pela diferença entre as linhas PH e EH. É visível, tal como foi dito, um desvio negativo na data atual.

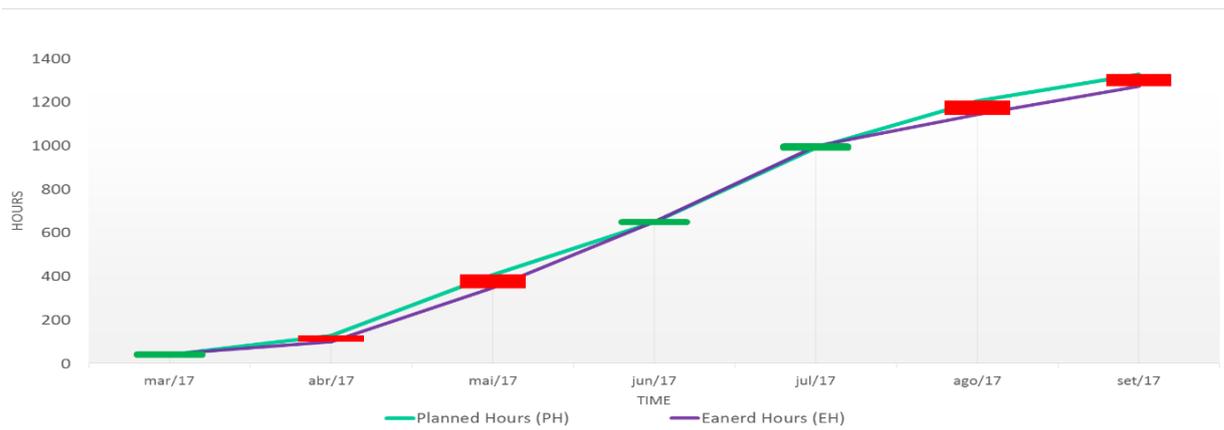


Figura 22 - Representação gráfica do indicador SV

Seguindo uma lógica semelhante à do indicador CPI, o indicador SPI apresenta valores inferiores à unidade ($SPI = 0,96$), concluindo-se, de modo análogo aos indicadores SV e SV%, que o subprojeto se encontra atrasado. Interpretando-se o valor de SPI, conclui-se que até à data atual apenas se realizou 96% do trabalho que estava previsto. O cálculo deste indicador baseou-se na equação 4.6.

$$SPI = \frac{EH}{PH} \quad (4.6)$$

Os indicadores SV, SV% e SPI, tornam-se falaciosos quando o prazo previsto do projeto é ultrapassado, conforme se referiu no subcapítulo 2.2.2. Contudo, não devem deixar de ser utilizados durante o período temporal em que o projeto não se encontra fora do prazo delineado.

Com o intuito de se evitarem alguns resultados inesperados e de modo a serem tomadas decisões atempadamente, consideraram-se alguns indicadores de previsão. Tendo em conta a situação atual da empresa, os indicadores de previsão disponibilizados pelo método EVM sofreram algumas alterações. Na Tabela 6 apresentam-se os resultados, para cada período temporal, dos indicadores que foram considerados relevantes para a medição do desempenho dos subprojetos da empresa.

Tabela 6 - Indicadores EVM e outros indicadores adicionais propostos para o controlo dos subprojetos

AT	Mês	EAC	ETC		VAC1		VAC2		NPP
1	mar/17	1463,01	1403,01	✘	-16,61	✘	-223,01	✘	1,18
2	abr/17	1475,15	1345,15	✘	-28,75	✘	-235,15	✘	1,19
3	mai/17	1499,26	1099,26	✘	-52,86	✘	-259,26	✘	1,21
4	jun/17	1395,52	795,52	✔	50,88	✘	-155,52	✘	1,13
5	jul/17	1339,38	448,38	✔	107,02	✘	-99,38	✘	1,08
6	ago/17	1427,74	303,74	✔	18,66	✘	-187,74	✘	1,15
7	set/17	1354,57	173,57	✔	91,83	✘	-114,57	✘	1,09

Para a obtenção dos valores EAC e ETC, assumiu-se que as variações dos custos até à data atual são desprezáveis, não sendo expectável que no futuro ocorram desvios idênticos, na medida em que as ocorrências das variações de custos no presente não apontam qualquer propensão de desvios no futuro. Dada a discrepância de valores existentes entre o LAB e o PH_{total} na maioria dos subprojetos, e, particularmente, no subprojeto em estudo, adaptaram-se as fórmulas do EAC e do ETC disponibilizadas pelo método EVM, tendo sido consideradas, para os seus cálculos, as equações 4.7 e 4.8.

$$EAC = AH + PH_{total} - EH \quad (4.7)$$

$$ETC = PH_{total} - EH \quad (4.8)$$

Analisando-se os resultados dos indicadores EAC e ETC na data atual, na primeira e na segunda colunas da Tabela 6, verifica-se que a nova previsão de horas totais para o subprojeto é de, aproximadamente, 1355 horas e que restam, aproximadamente, 174 horas para o subprojeto terminar.

Baseada no indicador EAC, procedeu-se à construção de uma nova linha de previsão, designada de *New Forecast*, representada a preto no gráfico ilustrado na Figura 23. Tomando como exemplo o mês de outubro, a realização desta linha baseou-se na soma das horas executadas acumuladas, AH, na data atual (setembro de 2017), com o número de horas planeadas acumuladas, PH, no mês de outubro e, posteriormente, subtraiu-se a esse valor o número de horas planeadas para realizar o trabalho que foi produzido até à data atual, EH.

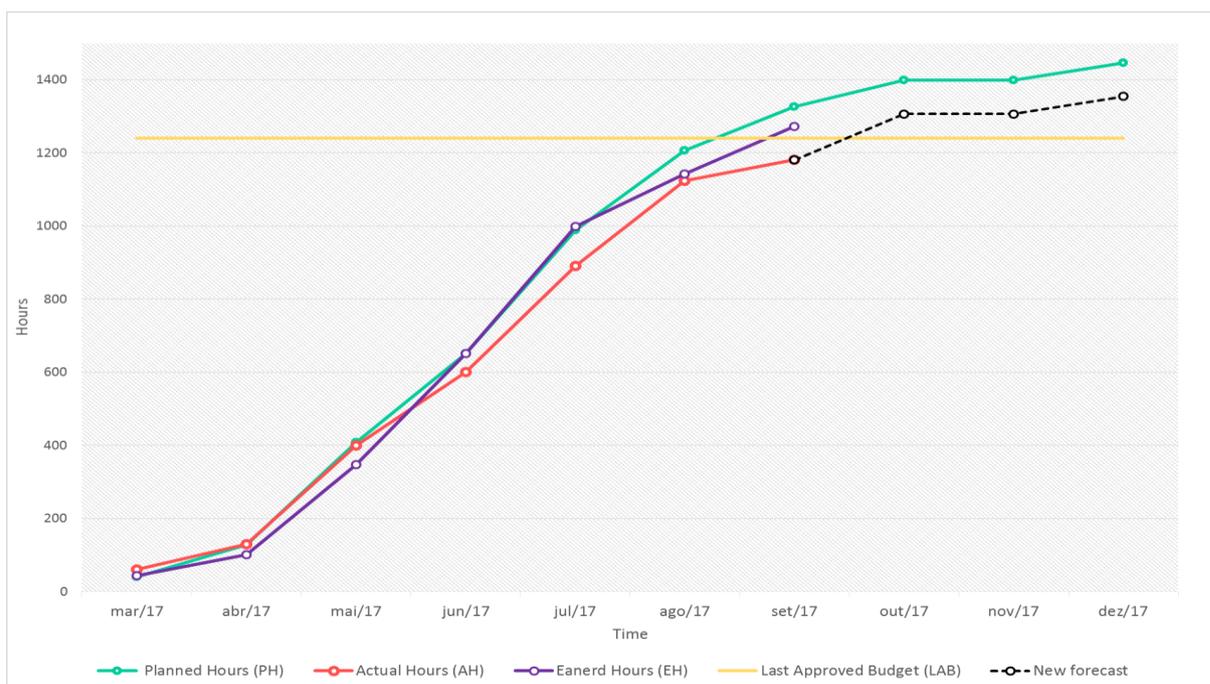


Figura 23 - Inserção da linha *New Forecast*

Esta nova curva, contrariamente à curva *Forecast*, descrita no subcapítulo 3.3.1, contabiliza a percentagem de execução física realizada até à data atual, o que permite uma previsão mais próxima da realidade.

De acordo com o que foi revisto na literatura, o valor do VAC é calculado pela diferença entre o EAC e o LAB. Pela mesma razão referida anteriormente nos indicadores EAC e ETC, o cálculo do VAC foi adaptado da metodologia EVM, tendo sido dividido em dois indicadores, designados de VAC_1 e VAC_2 .

O VAC_1 corresponde à diferença entre o PH_{total} e o EAC, conforme se indica na equação 4.9, permitindo informar se o subprojeto vai terminar dentro das horas totais planeadas. Valores positivos de VAC_1 indicam que o subprojeto irá terminar abaixo das horas totais planeadas e valores negativos indicam que o projeto irá terminar acima das horas totais planeadas.

$$VAC_1 = PH_{total} - EAC \quad (4.9)$$

Por outro lado, o valor do VAC_2 corresponde à diferença entre o LAB e o EAC, conforme se indica na equação 4.10, permitindo perceber se o subprojeto vai terminar acima, abaixo, ou dentro do orçamento. Valores positivos de VAC_2 indicam que o subprojeto irá terminar abaixo das horas orçamentadas e valores negativos indicam que o subprojeto irá terminar acima das horas orçamentadas.

$$VAC_2 = LAB - EAC \quad (4.10)$$

Analisando-se os valores do VAC_1 e do VAC_2 na data atual, na quarta e na quinta colunas da Tabela 6, respetivamente, verifica-se que, por um lado, o subprojeto irá terminar abaixo das horas planeadas e, por outro lado, irá terminar acima das horas orçamentadas.

Adicionalmente, criou-se o indicador *Nova precisão do planeamento*, NPP, com o intuito de se substituir o indicador *Precisão do planeamento* descrito anteriormente no ponto 4 do subcapítulo 3.3.1, sendo calculado com base na equação 4.11.

$$NPP = \frac{AH + PH_{total} - EH}{LAB} = \frac{EAC}{LAB} \quad (4.11)$$

Este indicador contabiliza agora a percentagem de execução física realizada até à data atual, o que não acontecia com o indicador anteriormente utilizado.

4.2.4 Indicadores novos baseados na metodologia ES

Na Tabela 7 são apresentados os indicadores ES que se consideraram relevantes para a análise e monitorização dos subprojetos na Consoveyo, indicando-se os valores obtidos para cada período temporal, calculados a partir das equações revistas na literatura, no subcapítulo 2.2.2. Seguidamente, são explicados e interpretados os seus valores na data atual (setembro de 2017).

Os cálculos realizados para a obtenção dos valores do ES, necessários para a obtenção destes indicadores, encontram-se no Anexo B.

Tabela 7 - Indicadores ES propostos para o controlo dos subprojetos

AT	Mês	SV(t)	% SV(t)	SPI(t)	TEAC	TVAC
1	mar/17	✓ 0,04	3,85% ✓	1,04	9,63	✓ 0,37
2	abr/17	✗ -0,30	-15,20% ✗	0,85	11,79	✗ -1,79
3	mai/17	✗ -0,22	-7,25% ✗	0,93	10,78	✗ -0,78
4	jun/17	✓ 0,01	0,04% ✓	1,01	10,00	✓ 0,00
5	jul/17	✓ 0,04	0,85% ✓	1,01	9,92	✓ 0,08
6	ago/17	✗ -0,29	-4,88% ✗	0,95	10,51	✗ -0,51
7	set/17	✗ -0,45	-6,38% ✗	0,94	10,68	✗ -0,68

Analisando-se os valores alusivos à data atual, verifica-se que os valores de $SV(t)$ e $\%SV(t)$ apresentam desvios negativos ($SV(t) = -0,45$; $\%SV(t) = -7\%$). Interpretando os seus valores, conclui-se que o subprojeto se encontra atrasado 0,45 meses e que se realizou, aproximadamente, menos 7% do trabalho que estava previsto até à data atual.

O indicador $SPI(t)$ apresenta valores inferiores à unidade ($SPI = 0,94$), concluindo-se, de modo análogo aos indicadores $SV(t)$ e $\%SV(t)$, que o subprojeto se encontra atrasado. Interpretando-se o resultado de SPI , conclui-se que apenas se realizou 94% do trabalho previsto até à data atual.

Para o cálculo do TEAC, assumiu-se que as variações dos prazos até à data atual são desprezadas, não sendo expectável que no futuro voltem a ocorrer desvios idênticos. Analisando-se o resultado deste indicador no mês atual, pode-se concluir que a nova previsão para executar o subprojeto é de aproximadamente 11 meses.

Por fim, analisando-se o valor de TVAC, verifica-se um desvio negativo no mês atual, o que significa que o subprojeto irá terminar depois do prazo previsto.

4.2.5 Alteração da Folha de Controlo do Subprojeto

Na secção “Folha de Controlo do Subprojeto”, procedeu-se à alteração da tabela que a secção apresenta, descrita e ilustrada no subcapítulo 3.3.2. Assim, foram incluídas novas colunas que se consideraram necessárias a visualizar pelo gestor de cada subdepartamento. A nova tabela apresenta os dados relativos ao *Last Aproved Budget*, valores acumulados de *Actual Hours* e *Earned Hours* na data atual e os valores relativos ao PH_{total} do subprojeto e de cada uma das atividades do mesmo.

Considere-se a seleção dos filtros indicados na imagem da Figura 24, referentes ao caso de estudo em análise.

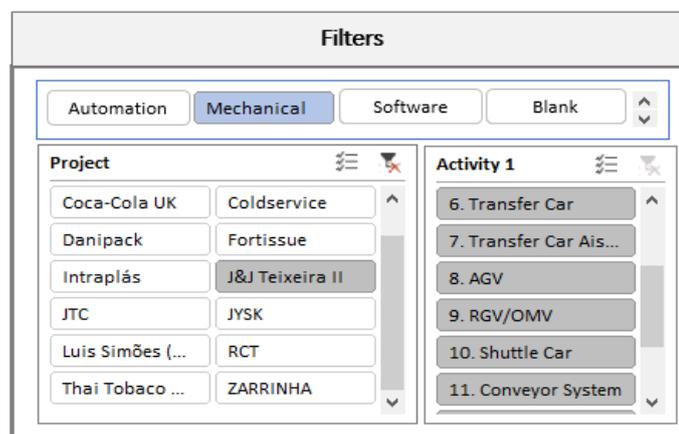


Figura 24 - Seleção dos filtros pretendidos a visualizar na secção “Folha de Controlo do Subprojeto”

Em virtude da codificação efetuada no planeamento das atividades de cada subprojeto, descrita no subcapítulo 4.1, visualizam-se, na quarta coluna da Figura 25, os valores alusivos ao PH_{total} , para cada uma das atividades listadas na primeira coluna e para o subprojeto.

Adicionalmente, após o cálculo efetuado para a obtenção dos valores de *Earned Hours*, EH, para cada uma das atividades elencadas na tabela da Figura 25, adicionou-se uma coluna, designada de *Earned Hours*, EH. Esta coluna representa os valores acumulados de *Earned Hours* na data atual.

Por outro lado, a implementação do novo filtro “*Activity 1*”, representado na Figura 24, possibilitou ao utilizador a seleção da atividade e/ou atividades que pretende visualizar. Por

exemplo, se o utilizador selecionar apenas a atividade “6. *Transfer Car*”, a tabela é automaticamente minimizada, apresentando somente valores para esta atividade.

Activities 1	Last Approved Budget, LAB	Actual Hours, AH	PH _{total}	Earned Hours, EH	1: AH-PH _{total}	2: AH-LAB
2. System Design	368	306	400	229	-94	-62
4. Stacker Crane	152	156	230	59	-74	4
5. Stacker Crane Aisle Eq.	550	579	660	701	-81	29
6. Transfer Car	-	-	-	-	-	-
7. Transfer Car Aisle Eq.	-	-	-	-	-	-
8. AGV	-	-	-	-	-	-
9. RGV/OMV	-	-	-	-	-	-
10. Shuttle Car	-	-	-	-	-	-
11. Conveyor System	170	140	156	284	-16	-30
12. Elevator/Autolifter	-	-	-	-	-	-
Subprojeto	1240	1181	1446	1273	-265	-59

Figura 25 - Nova tabela exibida na “Folha de Controlo do Subprojeto”

Um dos problemas encontrados, referenciado no subcapítulo 3.4, é a ocorrência de um desvio significativo entre o *Last Approved Budget, LAB*, e o *Total Planned Hours, PH_{total}* para o subprojeto e respetivas atividades. De facto, analisando-se os valores do LAB, representados na coluna 2 da tabela da Figura 25, e os valores alusivos ao PH_{total}, representados na coluna 4 da tabela da Figura 25, para cada uma das atividades e para o total do subprojeto, visualiza-se que as duas colunas apresentam valores discrepantes.

Assim, considerou-se fundamental a definição de dois indicadores, *Desvio₁* e *Desvio₂*, explicados a seguir.

❖ *Desvio₁*

O indicador *Desvio₁* representa a diferença entre o número de horas executadas acumuladas, na data atual, e o número de horas totais planeadas, conforme é indicado na equação 4.12.

$$\text{Desvio}_1 = \text{AH}_{\text{data atual}} - \text{PH}_{\text{total}} \quad (4.12)$$

❖ *Desvio₂*

O indicador *Desvio₂* representa a diferença entre o número de horas executadas acumuladas, na data atual, e o número de horas orçamentadas, cuja forma de cálculo se encontra representada na equação 4.13.

$$\text{Desvio}_2 = \text{AH}_{\text{data atual}} - \text{LAB} \quad (4.13)$$

Com a finalidade de compreender se é o orçamento ou o planeamento das atividades que está a ser estimado com menor rigor, a análise destes indicadores apenas deverá ser realizada após o subprojeto terminar, no momento em que as horas executadas acumuladas correspondem às horas executadas que foram necessárias para finalizar o subprojeto. Ao comparar os indicadores de cada atividade nos vários subprojetos ao longo do tempo, é expeável que, a longo prazo, os desvios entre o número total de horas orçamentadas e o número total de horas planeadas se reduzam para cada uma delas, e, conseqüentemente, para a totalidade do subprojeto.

4.3 Dashboards

Neste subcapítulo, são apresentados os *Dashboards* realizados, vinculados diretamente aos indicadores de desempenho criados. Ambos os *Dashboards, Dashboard1* e *Dashboard2*, ilustrados na Figura 26 e na Figura 27, respetivamente, visam, por um lado, suportar os indicadores definidos e, por outro lado, fornecer uma visão clara e conjunta do desempenho dos subprojetos. Nos parágrafos seguintes, são explicadas as funcionalidades de cada um dos *Dashboards* realizados, de acordo com o fim a que se destinam.

❖ *Dashboard1*

Para que os colaboradores do subdepartamento de Mecânica e Automação pudessem averiguar mensalmente o desempenho das suas atividades nos diversos subprojetos a que se encontram alocados e de forma a promover a competitividade entre pessoas alocadas em atividades diferentes, realizou-se o *Dashboard1*, ilustrado na Figura 26, que foi colocado numa zona visível aos dois subdepartamentos. Pelo facto do subdepartamento de Software se encontrar distanciado dos subdepartamentos de Mecânica e Automação, este subdepartamento não foi inserido no *Dashboard1*.

Para a execução deste *Dashboard* utilizou-se a ferramenta *Microsoft Office Excel*, encontrando-se no Anexo C as tabelas que foram necessárias realizar para interligar os dados da aplicação com os dados existentes no *Dashboard* concretizado. As informações visualizadas no *Dashboard1* são alusivas à data atual, sendo estas atualizadas automaticamente no botão “*All Refresh*” sempre que se insere na aplicação os dados correspondentes à data mais recente.

Os valores que se encontram inseridos nas tabelas sinalizadas pelos pontos 1 e 2, ilustradas na Figura 26, correspondem aos resultados dos indicadores CV, enquanto os valores inseridos nas tabelas sinalizadas pelos pontos 3 e 4 correspondem aos resultados dos indicadores SV. Deste modo, torna-se possível aos colaboradores avaliar o estado das atividades que se encontram a executar: por um lado, se as atividades estão a ser executadas com mais, menos ou igual número de horas (e, conseqüentemente, custos) relativamente ao que era previsto, e, por outro lado, se estão atrasadas, adiantadas ou dentro dos prazos previstos. É de salientar que o *Dashboard1* não avalia o desempenho de cada colaborador, na medida em que a cada atividade podem estar associadas várias pessoas. Nos pontos 5 e 6 visualizam-se duas tabelas, alusivas à melhor e pior atividade desempenhada, no que diz respeito aos indicadores CV e SV, respetivamente.

❖ *Dashboard2*

Com a finalidade de se fornecer aos gestores de cada subdepartamento uma visão clara dos indicadores criados e, posteriormente, para que se possam detetar oportunidades de melhoria, foi realizado, na ferramenta *Microsoft Power Business Intelligence*, o *Dashboard2*, ilustrado na Figura 27. No Anexo D, encontra-se o diagrama do modelo relacional necessário à execução do *Dashboard2*.

Como se pode observar pela Figura 27, o *Dashboard2* apresenta três opções de filtros disponíveis: *Project*, *Subdepartment* e *Activities1*. No exemplo ilustrado, encontram-se as informações relativas ao subprojeto de Automação do projeto “Zarrinha”. Após a seleção dos filtros pretendidos, o *Dashboard2* exhibe o gráfico ilustrativo do desempenho do subprojeto e a tabela da secção “Folha de Controlo do Subprojeto” numa visualização simples e única. Na parte de cima do *Dashboard2*, encontram-se os resultados dos indicadores CV, SV, NPP, ETC, VAC₁ e VAC₂, alusivos à data atual. O *Dashboard2* ainda disponibiliza um gráfico de barras com os valores de PH_{total}, EAC e LAB, para que seja possível a comparação entre eles.

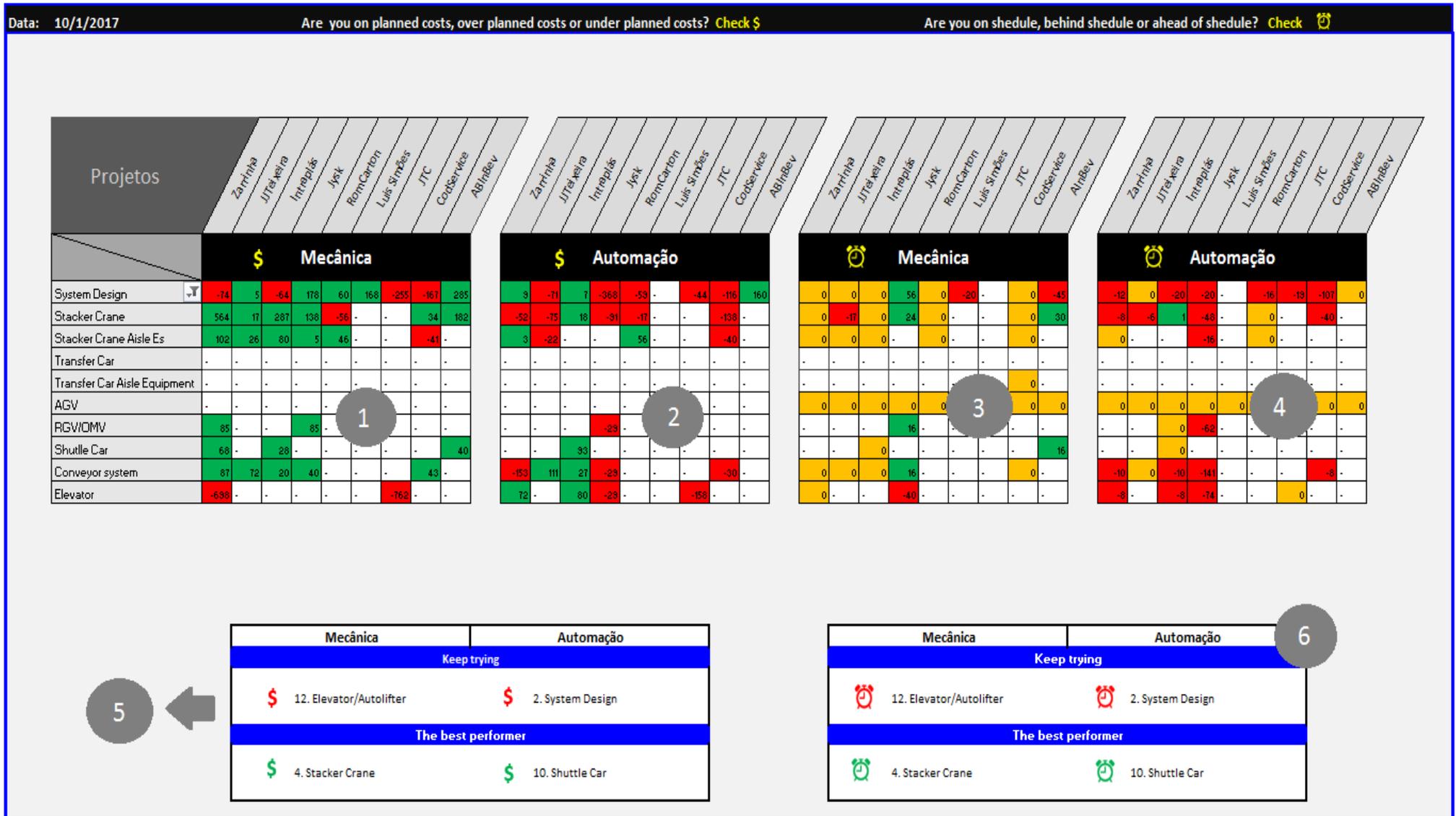


Figura 26 - Dashboard1, realizado em Microsoft Office Excel

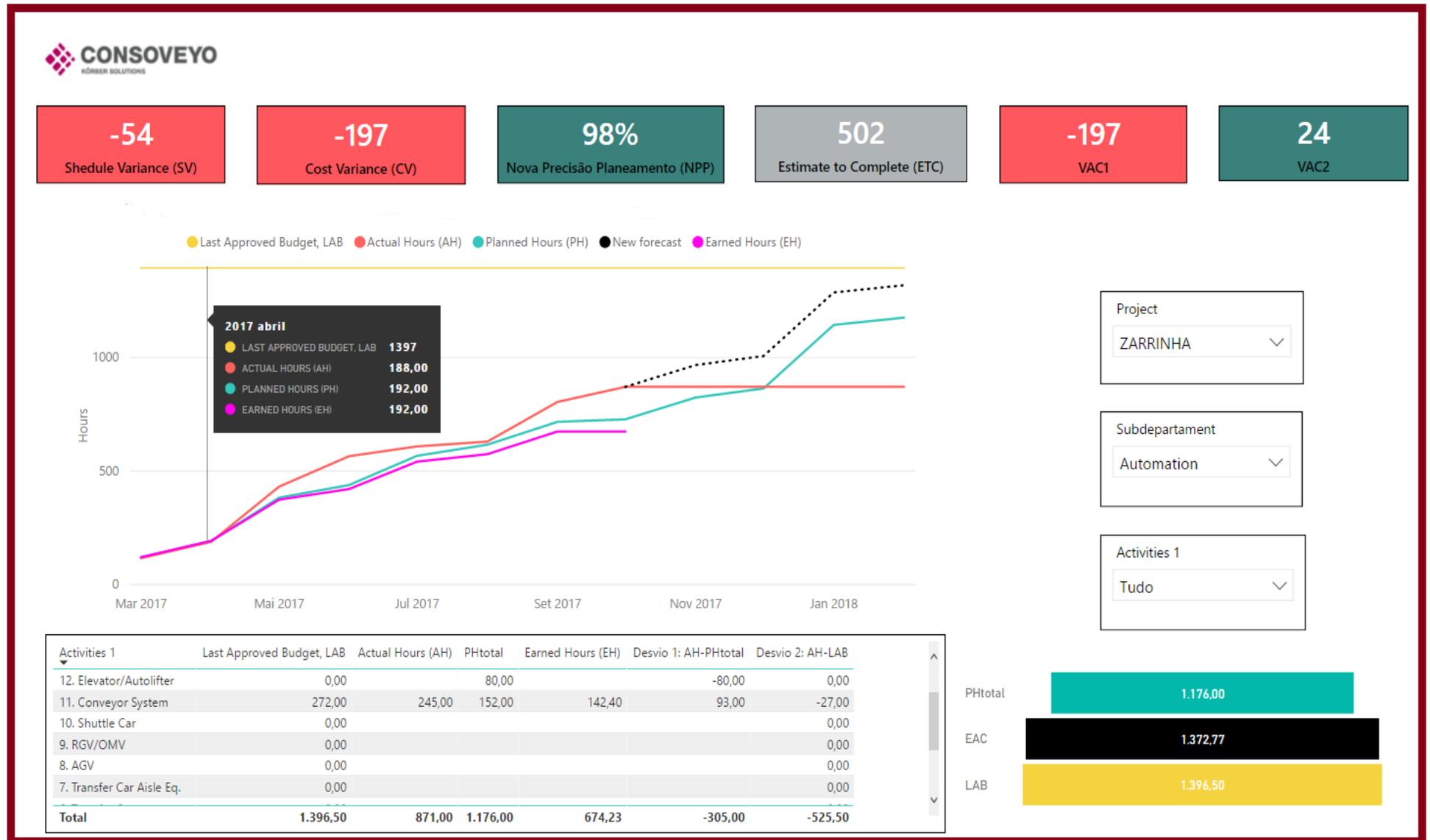


Figura 27 - Dashboard2, realizado em Microsoft Power Business Intelligence

5 Conclusões e perspetivas futuras

Sendo a Consoveyo uma empresa relativamente recente, com apenas três anos de existência, assiste-se, diariamente, a uma contínua procura pelo sucesso dos seus projetos, para que a realização dos mesmos seja cada vez mais vantajosa, quer para a empresa quer para os seus clientes. Face à notória dificuldade no cumprimento dos prazos e dos custos de cada um dos subprojetos e, conseqüentemente, dos projetos em geral, a empresa em estudo reconheceu a necessidade de se controlar e monitorizar os subprojetos de Mecânica, Automação e Software.

A atual aplicação utilizada na instituição para o controlo e monitorização dos subprojetos apresenta algumas limitações no que diz respeito à medição do desempenho dos mesmos. Por um lado, a aplicação não permite obter informações num nível mais detalhado dos subprojetos, impossibilitando o gestor responsável por cada subprojeto de compreender quais as atividades de execução que estão a contribuir de forma positiva e negativa para a entrega dos subprojetos “*on time*” e “*on budget*”, e, posteriormente, tomar medidas de ação preventiva e corretiva. Por outro lado, não possibilita avaliar o progresso de cada subprojeto, apresentando, portanto, indicadores falaciosos que não correspondem à realidade.

Neste sentido, estando a Consoveyo consciente dos problemas inerentes e dado que o sucesso dos seus projetos depende essencialmente dos subprojetos de Mecânica, Automação e Software, o objetivo da presente dissertação relacionou-se com o controlo e monitorização dos vários subprojetos, pelo que, a fim de se concretizar o presente objetivo procurou-se especialmente adotar e definir indicadores de desempenho e investir na realização de *Dashboards*, necessários ao suporte e visualização dos indicadores criados.

Com o propósito de se eliminar o problema inicialmente detetado na aplicação utilizada pela empresa para o controlo e monitorização dos subprojetos referidos, a primeira funcionalidade criada, filtro *Activity 1*, em cada uma das secções da aplicação, permitiu aos gestores responsáveis por cada subdepartamento a seleção de cada uma das atividades do subprojeto que pretendem visualizar. Deste modo, o gestor de cada subdepartamento poderá optar por visualizar o subprojeto, na sua totalidade, ao selecionar todas as atividades de execução do mesmo, ou somente visualizar o desempenho de uma das atividades de execução do subprojeto selecionado. Posto isto, é esperado que o gestor de cada subdepartamento compreenda quais as atividades de execução que estão a contribuir de forma positiva e negativa para a entrega dos subprojetos respetivos “*on time*” e “*on budget*”, e, posteriormente, tome medidas de ação preventiva e corretiva.

Com foco na melhoria da eficiência na execução dos subprojetos de Mecânica, Automação e Software, a aplicação da metodologia EVM e a leitura dos principais indicadores que esta metodologia disponibiliza, constitui uma das principais implementações realizadas para o acompanhamento dos subprojetos de forma eficaz e quantitativa, contribuindo para que as decisões tomadas no decorrer de cada subprojeto sejam devidamente sustentadas.

A inclusão da linha *Earned Hours*, adaptada da metodologia EVM, possibilitou ao gestor de cada subdepartamento avaliar o progresso do subprojeto pelo qual é responsável, precisamente porque a linha EH, ao integrar os fatores de tempo e de custos simultaneamente, permite que o

gestor tenha a certeza se o AH é inferior àquele que foi planeado para um progresso físico equivalente e também se a execução do subprojeto decorre de acordo com o planeamento temporal.

De forma a acompanhar a análise do desempenho durante o desenvolvimento de cada subprojeto, destaca-se o potencial dos indicadores EVM criados, que permitem avaliar, em termos quantitativos, os custos, os prazos e a previsão, em termos de custos, do subprojeto. Devido à elevada discrepância encontrada na maioria dos subprojetos, entre o LAB e PH_{total} , os indicadores criados foram baseados no PH_{total} , ao invés do LAB, como seria expectável de acordo com o método EVM. Por este motivo, o indicador VAC, disponibilizado pelo método EVM, foi dividido em VAC_1 e VAC_2 : por um lado, o VAC_1 fornece informações relativas ao desvio ocorrido entre o PH_{total} e o EAC e, por outro lado, o VAC_2 fornece informações relativas ao desvio ocorrido entre o EAC e o LAB. Adicionalmente, foi criado o indicador NPP, com o intuito de se avaliar, na data atual, se o subprojeto em análise irá ultrapassar o LAB.

Seguidamente, baseada no indicador EAC, incluiu-se uma nova curva de previsão nos gráficos ilustrativos do desempenho dos subprojetos, possibilitando ao gestor de cada subdepartamento a visualização gráfica deste indicador.

No que concerne aos indicadores SV e SPI, a metodologia EVM apresenta algumas limitações, não disponibilizando esta, também, indicadores de previsão baseados no tempo que permitam prever as datas em que os subprojetos serão concluídos, ou a duração total dos mesmos. Deste modo, sugeriu-se a aplicação da metodologia ES que, à semelhança da metodologia EVM, disponibiliza um conjunto de indicadores, embora baseados no tempo, possibilitando ao gestor de cada subdepartamento a medição do desempenho do cronograma.

Por forma a minorar o desvio observado entre o LAB e o PH_{total} em cada uma das atividades do subprojeto e, por consequência, no subprojeto total, considerou-se fundamental o desenvolvimento de dois indicadores, *Desvio₁* e *Desvio₂*. A análise cruzada destes indicadores visa, por um lado, compreender qual das horas, orçamentadas ou planeadas, estão a ser estimadas com um maior desfasamento relativamente às horas executadas que foram necessárias para finalizar o subprojeto e, por outro lado, quais são as atividades que estão a contribuir significativamente para o desvio ocorrido entre o LAB e o PH_{total} .

Para que os colaboradores do subdepartamento de Mecânica e Automação pudessem visualizar, interpretar e averiguar mensalmente o desempenho das suas atividades nos diversos projetos a que se encontram alocados, realizou-se o *Dashboard1*, baseado nos indicadores CV e SV, a colocar numa zona visível aos dois subdepartamentos. Devido ao facto do subdepartamento de Software se encontrar distanciado dos subdepartamentos de Mecânica e Automação, não se considerou a sua inclusão no *Dashboard1*.

Adicionalmente, com a finalidade de fornecer aos gestores de cada subdepartamento uma visão clara dos indicadores criados e, posteriormente, para que se possam detetar oportunidades de melhoria, foi realizado o *Dashboard2*. Este *Dashboard* possibilita ao gestor, numa simples e única visualização, avaliar o desempenho de cada subprojeto e/ou atividade do mesmo, devidamente suportado com indicadores e gráficos ilustrativos de evolução.

Finalizado o projeto, considera-se que o objetivo da presente dissertação foi cumprido, tendo sido implementadas as várias metodologias abordadas no decorrer do projeto. O impacto de uma solução para o controlo e monitorização dos subprojetos não tem um resultado imediato, no entanto, perspetiva-se que as soluções propostas potenciem aos gestores de cada subdepartamento decisões mais conscientes e fundamentadas, contribuindo progressivamente para o aumento da eficiência dos subprojetos da empresa.

De forma a dar continuidade ao presente projeto, é recomendável a atualização dos dados mensalmente, quer na aplicação, quer nos *Dashboards* realizados, para que os resultados

visualizados sejam compatíveis até à data em que está a ser feita a análise. As soluções propostas terão impacto no futuro dos subprojetos desde que o acompanhamento por parte de cada gestor seja sistemático e contínuo, sendo crucial, por isso, uma análise dinâmica e conjunta dos vários subprojetos, identificando potenciais problemas e contingências que poderão ocorrer, e, posteriormente, eliminar ou minorar a probabilidade de eventuais desvios negativos.

Dada a utilização de novas ferramentas na empresa, num futuro próximo, como o SAP e o *Microsoft Project Online*, é aconselhável um estudo pormenorizado que possibilite a integração da metodologia EVM e a realização de relatórios mensais de desempenho.

Por último, a percentagem de conclusão atualmente utilizada para o cálculo da curva *Earned Hours* corresponde apenas a uma estimativa periódica da percentagem concluída durante o período de referência. Sendo considerado um método subjetivo e dependente da sensibilidade de cada pessoa, sugere-se a revisão e a procura de novos métodos mais precisos e rigorosos para proceder ao respetivo cálculo.

Referências

- Acebes, Fernando, Javier Pajares, José Manuel Galán e Adolfo López-Paredes. 2013. "Beyond Earned Value Management: A Graphical Framework for Integrated Cost, Schedule and Risk Monitoring". *Procedia - Social and Behavioral Sciences* n.º 74 (Supplement C):181-189.
- Anbari, Frank T. 2001. "Applications and extensions to the earned value analysis method". Comunicação apresentada em Proceedings of the Project Management Institute 2001 Seminars & Symposium.
- Anbari, Frank T. 2002. "Six Sigma method and its applications in project management". Comunicação apresentada em Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars and Symposium [CD], San Antonio, Texas. Oct.
- Anbari, Frank T. 2003. "Earned value project management method and extensions". *Project management journal* n.º 34 (4):12-23.
- Baroudi, Rachad. 2014. "Key performance indicators: Winning tips and common challenges". *Performance Journal* n.º 6 (2).
- Bonato, Felipe Kahan e Andrei Aparecido de Albuquerque. 2011. "Uma aplicação do Earned Value Management com Simulação Monte Carlo em projetos de engenharia". Comunicação apresentada em Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC.
- Busi, Marco e Umit S. Bititci. 2006. "Collaborative performance management: present gaps and future research". *International Journal of Productivity and Performance Management* n.º 55 (1):7-25.
- Cabral, José Saraiva. 1998. *Organização e gestão da manutenção: dos conceitos à prática*.
- Caldeira, J. 2012. *100 Indicadores da Gestão - Key Performance Indicators*. Actual Editora.
- Catasús, Bino, Jan-Erik Gröjer, Olle Högberg e Anders Johrén. 2008. *Boken om nyckeltal*. Liber.
- Chan, Albert P.C. e Ada P.L. Chan. 2004. "Key performance indicators for measuring construction success". *Benchmarking: An International Journal* n.º 11 (2):203-221.
- Clark, Bruce, Andrew Abela e Tim Ambler. 2006. *Behind the wheel*. Vol. 15.
- Collin, J. 2002. "Measuring the success of building projects—improved project delivery initiatives". *Report for the Queensland Department of Public Works, Australia*.
- Consoveyo. 2017a. *Harmonia em Movimento*. Documento interno.
- Consoveyo. 2017b. "New family - Stronger value proposition". Acedido a 10 de outubro de 2017. <http://www.consoveyo.com/en/consoveyo/business-area.html>.
- Consoveyo. 2017c. *Organigrama da Consoveyo, S.A.* Documento interno.
- Consoveyo. 2017d. *Política da Empresa*. Documento interno.
- Consoveyo. 2017e. *Project Excellence Process Maps*. Documento interno.
- Cooke-Davies, Terry. 2002. "The “real” success factors on projects". *International Journal of Project Management* n.º 20 (3):185-190.
- Costa, Jorge, Isabel Horta, Nuno Guimarães, João Falcão e Cunha, Henriqueta Nóvoa e Rui Sousa. 2006. *Sistemas de indicadores de desempenho e produtividade para a construção civil*.

- Dover, C. 2004. *How dashboards can change your culture*. Vol. 86.
- Dowding, Dawn, Rebecca Randell, Peter Gardner, Geraldine Fitzpatrick, Patricia Dykes, Jesus Favela, Susan Hamer, Zac Whitewood-Moores, Nicholas Hardiker, Elizabeth Borycki e Leanne Currie. 2015. "Dashboards for improving patient care: Review of the literature". *International Journal of Medical Informatics* n.º 84 (2):87-100.
- Eckerson, W. 2005. *Performance dashboards: Measuring, monitoring, and managing your business*. Wiley.
- Fayol, H. 1949. *General and Industrial Management*. Pitman.
- Feio, Rui. 2012. *Gestão de Projetos com o Microsoft Project 2010*. FCA.
- Fleming, Quentin W e Joel M Koppelman. 2002. "Earned value management". *Cost Engineering* n.º 44:32-36.
- Franceschini, F., M. Galetto e D. Maisano. 2007. *Management by Measurement: Designing Key Indicators and Performance Measurement Systems*. Springer Berlin Heidelberg.
- Gabcanova, Iveta. 2012. *Human Resources Key Performance Indicators*. Vol. 4.
- Henderson, Kym. 2003. "Earned schedule: A breakthrough extension to earned value theory? A retrospective analysis of real project data". *The Measurable News* n.º 1 (2):13-23.
- Hobbs, P. 2009. *Project Management*. Dorling Kindersley Limited.
- Hronec, Steven M. 1994. *Sinais vitais: usando medidas do desempenho da qualidade, tempo e custo para traçar a rota para o futuro de sua empresa*. Makron Books.
- Kerzner, Harold. 2017. *Project management metrics, KPIs, and dashboards: a guide to measuring and monitoring project performance*. John Wiley & Sons.
- Körber Group. 2017. "The Business Areas". Acedido a 10 de outubro de 2017. <http://www.koerber.de/en/group/business-areas.html>.
- Lipke, Walt, Ofer Zwikael, Kym Henderson e Frank Anbari. 2009. "Prediction of project outcome: The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes". *International Journal of Project Management* n.º 27 (4):400-407.
- Marshall, Robert. 2007. "The contribution of earned value management to project success on contracted efforts". *Journal of Contract Management* n.º 2:21-33.
- Martinelli, Russ J e Dragan Z Milosevic. 2016. *Project management toolbox: tools and techniques for the practicing project manager*. John Wiley & Sons.
- Martins, Marco Antônio. 2006. "Avaliação de desempenho empresarial como ferramenta para agregar valor ao negócio". *ConTexto* n.º 6 (10).
- Maté, Alejandro, Juan Trujillo e John Mylopoulos. 2017. "Specification and derivation of key performance indicators for business analytics: A semantic approach". *Data & Knowledge Engineering* n.º 108:30-49.
- Munns, A. K. e B. F. Bjeirmi. 1996. "The role of project management in achieving project success". *International Journal of Project Management* n.º 14 (2):81-87.
- Naderpour, A. e M. Mofid. 2011. "Improving Construction Management of an Educational Center by Applying Earned Value Technique". *Procedia Engineering* n.º 14 (Supplement C):1945-1952.
- Naeni, Leila Moslemi, Shahram Shadrokh e Amir Salehipour. 2011. "A fuzzy approach for the earned value management". *International Journal of Project Management* n.º 29 (6):764-772.
- Nascimento, Sabrina do, Sandro César Bortoluzzi, Ademar Dutra e Sandra Rolim Ensslin. 2011. "Mapeamento dos indicadores de desempenho organizacional em pesquisas da área de Administração, Ciências Contábeis e Turismo no período de 2000 a 2008". *Revista de Administração* n.º 46 (4):373-391.

- Neely, Andy, Mike Gregory e Ken Platts. 1995. "Performance measurement system design: A literature review and research agenda". *International Journal of Operations & Production Management* n.º 15 (4):80-116.
- Office of Government Commerce. 2009. *Managing successful projects with PRINCE2*. Stationery Office.
- Orihuela, Pablo, Santiago Pacheco e Jorge Orihuela. 2017. "Proposal of Performance Indicators for the Design of Housing Projects". *Procedia Engineering* n.º 196 (Supplement C):498-505.
- Otley, David. 1999. "Performance management: a framework for management control systems research". *Management Accounting Research* n.º 10 (4):363-382.
- Parmenter, D. 2015. *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. Wiley.
- Pauwels, Koen, Tim Ambler, Bruce Clark, Pat LaPointe, David Reibstein, Bernd Skiera, Berend Wierenga e Thorsten Wiesel. 2009. *Dashboards as a Service : Why, What, How, and What Research Is Needed?* Vol. 12.
- Peral, Jesús, Alejandro Maté e Manuel Marco. 2017. "Application of Data Mining techniques to identify relevant Key Performance Indicators". *Computer Standards & Interfaces* n.º 50 (Supplement C):55-64.
- Pinto, J.K. 2015. *Project Management: Achieving Competitive Advantage*. Pearson Education.
- PMBOK. 2008. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. Project Management Institute, PMI.
- PMI, Project Management Institute. 2011. *Practice standard for earned value management*. Project Management Institute, Incorporated.
- Rasmussen, Nils H, Manish Bansal e Claire Y Chen. 2009. *Business dashboards: a visual catalog for design and deployment*. John Wiley & Sons.
- Reibstein, David J., Yogesh Joshi, David Norton e Paul Farris. 2005. "Marketing Dashboards: A Decision Support System for Assessing Marketing Productivity". Comunicação apresentada em Marketing Science Conference, em Atlanta.
- Rovai, Ricardo Leonardo e Nilton Nunes Toledo. 2002. "Avaliação de performance de projetos através do earned value management system". *Encontro Nacional de Engenharia de Produção XXII*.
- Šimková, Ivana, Vladimír Konečný, Štefan Liščák e Ondrej Stopka. 2015. "Measuring the quality impacts on the performance in transport company". *Transport problems* n.º 10.
- Toor, Shamas-ur-Rehman e Stephen O. Ogunlana. 2010. "Beyond the 'iron triangle': Stakeholder perception of key performance indicators (KPIs) for large-scale public sector development projects". *International Journal of Project Management* n.º 28 (3):228-236.
- Wind, Yoram. 2006. "Blurring the lines: is there a need to rethink industrial marketing?". *Journal of Business & Industrial Marketing* n.º 21 (7):474-481.

ANEXO A: Obtenção da % *complete* e do PH

Neste anexo, são explicados os cálculos que a ferramenta *Microsoft Project* realiza em cada período temporal para a obtenção dos valores % *complete* e PH do subprojeto em estudo.

Na Tabela A.1, abaixo, apresentam-se as atividades do subprojeto em estudo, cujas designações se podem visualizar na coluna 2. A cada uma das atividades está associado um elemento pela qual são identificadas, conforme se observa na coluna 1.

A coluna 3 representa o número total de horas que foram planeadas e colocadas na ferramenta *Microsoft Project*, para cada uma das atividades do subprojeto ($PH_{total,atividade\ i}$). Na última linha desta coluna, é indicado o número total de horas que foram planeadas para o subprojeto em estudo ($PH_{total,subprojeto}$), cujo valor é calculado automaticamente pela ferramenta, de acordo com o somatório expresso na equação A.1, onde n corresponde ao número total de atividades.

$$PH_{total,subprojeto} = \sum_{i=1}^n PH_{total,atividade\ i} \quad (A.1)$$

A coluna 4 representa o peso da atividade no subprojeto e, à semelhança do cálculo anteriormente expresso na equação A.1, este também é calculado automaticamente pela ferramenta, de acordo com a equação indicada em A.2.

$$Peso_{atividade\ i} = \frac{PH_{total,atividade\ i}}{PH_{total,subprojeto}} \quad (A.2)$$

Tabela A.1 - Dados recolhidos da ferramenta *Microsoft Project*

Elemento	Atividade	PHtotal	Peso
2	System Design	400	28%
4	Stacker Craine	230	16%
5	Stacker Craine Aisle Equipment	660	46%
11	Conveyor System	156	11%
	Subprojeto	1446	100%

Na Tabela A.2, são apresentados os dados relativos ao primeiro mês previsto para a execução do subprojeto. É da responsabilidade do gestor de cada subdepartamento atualizar, mensalmente, a % *complete* para cada atividade de execução do subprojeto. A % *complete* para a totalidade do subprojeto, em cada mês, é calculada automaticamente na ferramenta, de acordo com a fórmula indicada na equação A.3.

$$\%complete_{subprojeto} = \sum_{i=1}^n \%complete_{atividade\ i} \times Peso_{total,atividade\ i} \quad (A.3)$$

Tabela A.2 - Organização da informação necessária para cada período temporal

Elemento	Março			
	%complete	PH	EH	AH
2	5%	21	20	27
4	-	-	-	-
5	3%	19	23	33
11	-	-	-	-
Subprojeto	3%	40	43	60

Por fim, com base na *% complete* do subprojeto e no número total de horas planeadas para o mesmo, foi possível calcular-se o EH no respetivo mês de março e, de modo idêntico, para os restantes períodos temporais do subprojeto.

ANEXO B: Cálculo do *Earned Schedule*

Neste anexo, são apresentados os cálculos que foram realizados para a obtenção dos valores temporais de *Earned Schedule*, ES, necessários ao cálculo dos indicadores da metodologia ES.

Conforme foi revisto na literatura, o cálculo do ES corresponde à soma do número de períodos temporais, C, com a porção que está incompleta, I, como se observa na equação B.1.

$$ES = C + I \quad (B.1)$$

Na Tabela B.1, apresentam-se todas as etapas que foram realizadas ao cálculo do ES acumulado, cada uma das quais explicada nos parágrafos a seguir. Primeiramente, são fundamentais os valores acumulados de *Earned Hours*, EH, e os valores acumulados de *Planned Hours*, PH, para cada período temporal, AT.

Tabela B.1 - Passos realizados para a obtenção dos valores de ES acumulado

	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17	set/17
AT	1	2	3	4	5	6	7
Planned Hours	40,00	128,00	408,00	650,40	988,80	1206,40	1326,40
Eanerd Hours	43,39	101,25	347,14	650,88	998,02	1142,66	1272,83
C	1,00	1,00	2,00	4,00	5,00	5,00	6,00
Numerador	3,39	61,25	219,14	0,48	9,22	153,86	66,43
Denominador	88,00	88,00	280,00	338,40	217,60	217,60	120,00
I	0,04	0,70	0,78	0,00	0,04	0,71	0,55
ES acumulado	1,04	1,70	2,78	4,00	5,04	5,71	6,55

O número de períodos temporais, C, resulta da comparação dos valores da linha *Planned Hours* com o valor da linha *Earned Hours* do período temporal respetivo em análise, AT, correspondendo ao número de valores da linha *Planned Hours* inferiores ou iguais ao valor da linha *Earned Hours*. A título de exemplo, para o período temporal 3, existem dois valores da linha *Planned Hours* inferiores ou iguais a 347,14, o que significa que a linha C retorna o valor 2.

O Numerador corresponde à diferença entre o valor da linha *Earned Hours* do período temporal respetivo em análise, AT, e o valor da linha *Planned Hours* do período temporal correspondente ao valor de C, AT_c , conforme formulado na equação B.2.

$$\text{Numerador}_{AT} = \text{Earned Hours}_{AT} - \text{Planned Hours}_{AT_c} \quad (B.2)$$

O Denominador corresponde à diferença entre o valor da linha *Planned Hours* do período temporal correspondente a C+1, AT_{C+1} , e o valor da linha *Planned Hours* do período temporal respetivo ao valor de C, AT_c , cuja fórmula se indica na equação B.3.

$$\text{Denominador}_{AT} = \text{Planned Hours}_{AT_{C+1}} - \text{Planned Hours}_{AT_c} \quad (B.3)$$

A porção que está incompleta, I, para cada período temporal, AT, é obtida pela divisão entre o Numerador e o Denominador correspondentes ao período temporal em análise, AT, conforme se indica na equação B.4.

$$I_{AT} = \text{Numerador}_{AT} / \text{Denominador}_{AT} \quad (B.4)$$

Por fim, é possível calcular os valores do ES acumulado para cada período temporal, através da soma do valor de C com o valor de I, conforme é indicado na equação B.5.

$$ES_{\text{acumulado}} = C + I \quad (\text{B.5})$$

ANEXO C: Tratamento dos dados necessários à construção do Dashboard1

Neste anexo, são apresentadas as *PivotTables*, ilustradas na Figura C.1 e na Figura C.2, realizadas para a obtenção do *Dashboard1*, após se ter inserido os indicadores CV e SV na aplicação. Deste modo, a cada célula do *Dashboard1* igualou-se a célula correspondente das tabelas ilustradas abaixo, incluindo a célula respetiva à data, aos indicadores CV e SV e as células respetivas da atividade com melhor e pior desempenho.

Todos os dados do *Dashboard1* são atualizados automaticamente à medida que se insere os dados do novo mês, desde que a pessoa responsável pela manutenção do *Dashboard1* pressione o botão *Refresh All* que se encontra na barra de tarefas da folha de cálculo onde as *PivotTables* foram realizadas.

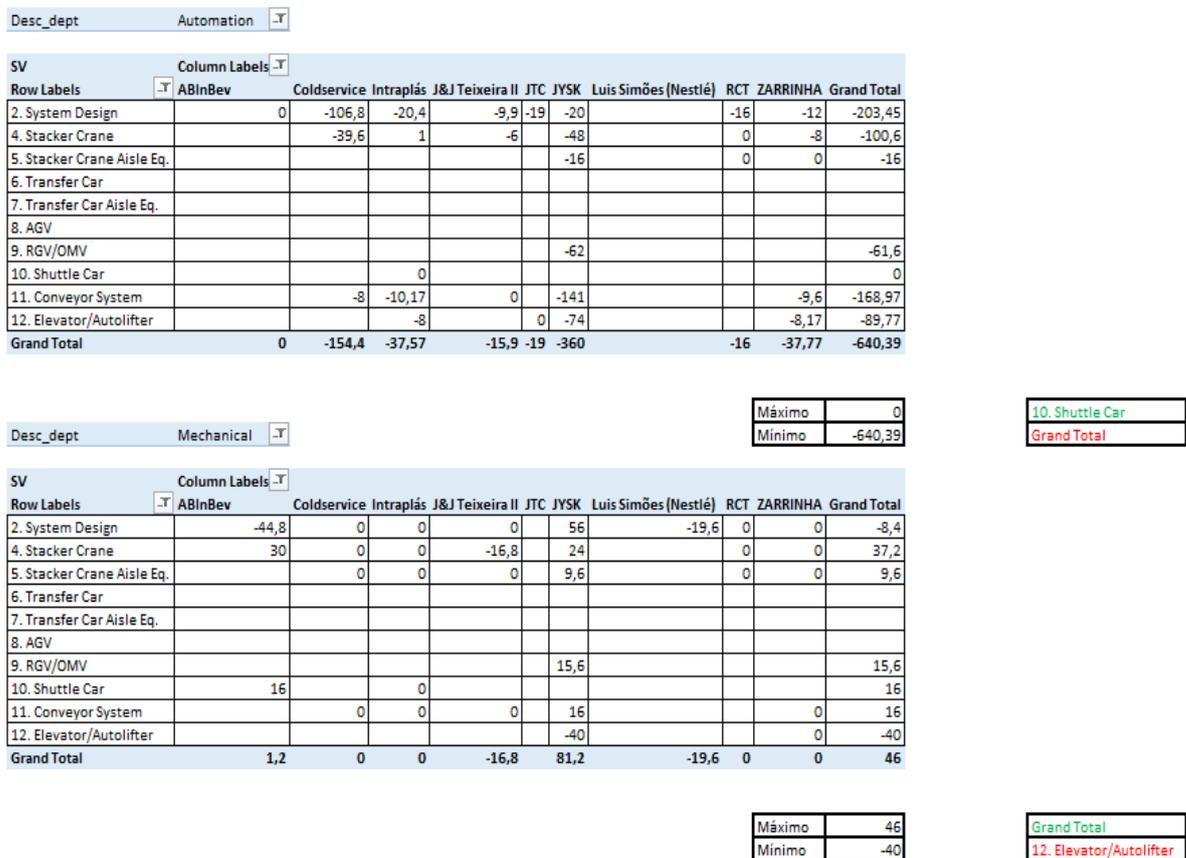


Figura C.1 - *PivotTables* do indicador CV necessárias à execução do *Dashboard2*

Definição de indicadores de desempenho para o controlo e monitorização de projetos numa empresa de sistemas de armazenamento automático

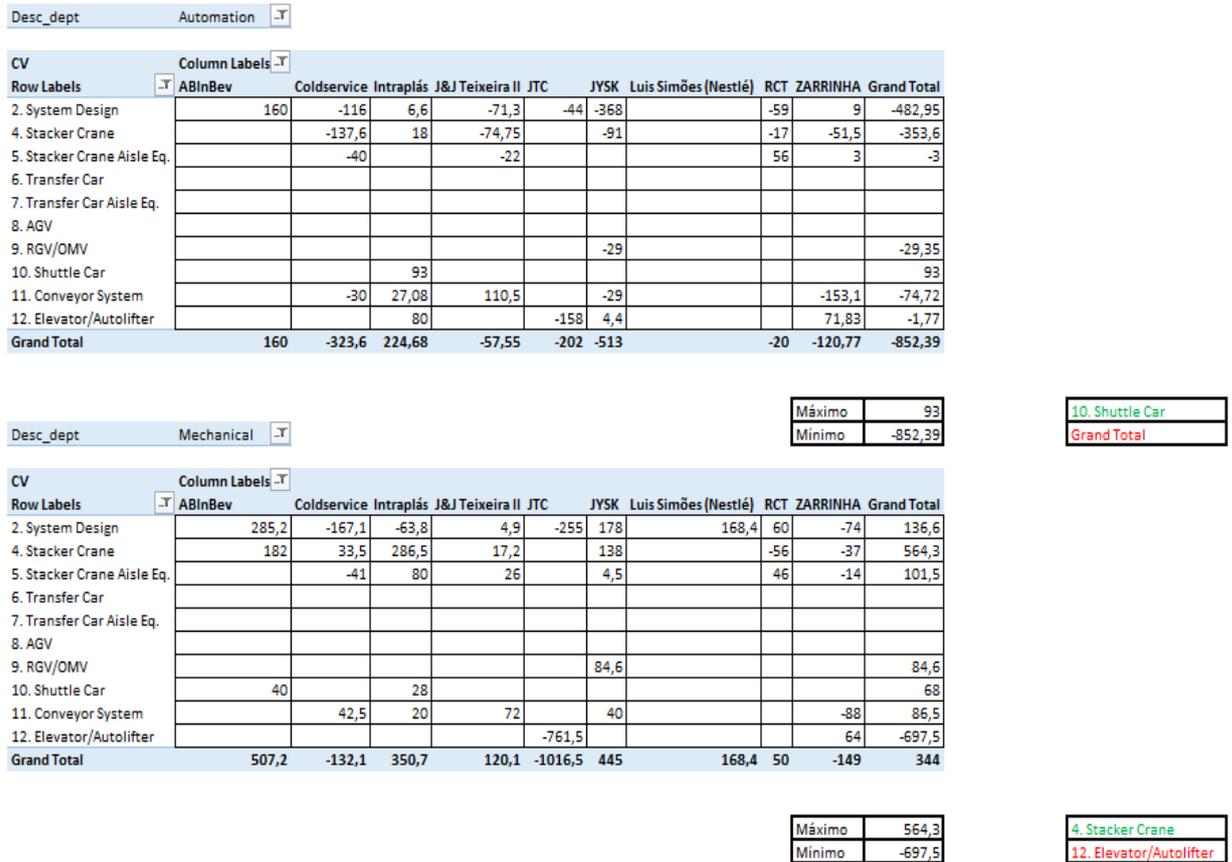


Figura C.2 - PivotTables do indicador SV necessárias à execução do Dashboard1

ANEXO D: Diagrama do Modelo Relacional necessário à execução do *Dashboard2*

Neste anexo, é apresentado o diagrama do modelo relacional necessário à execução do *Dashboard2*, conforme se ilustra na Figura D.1.

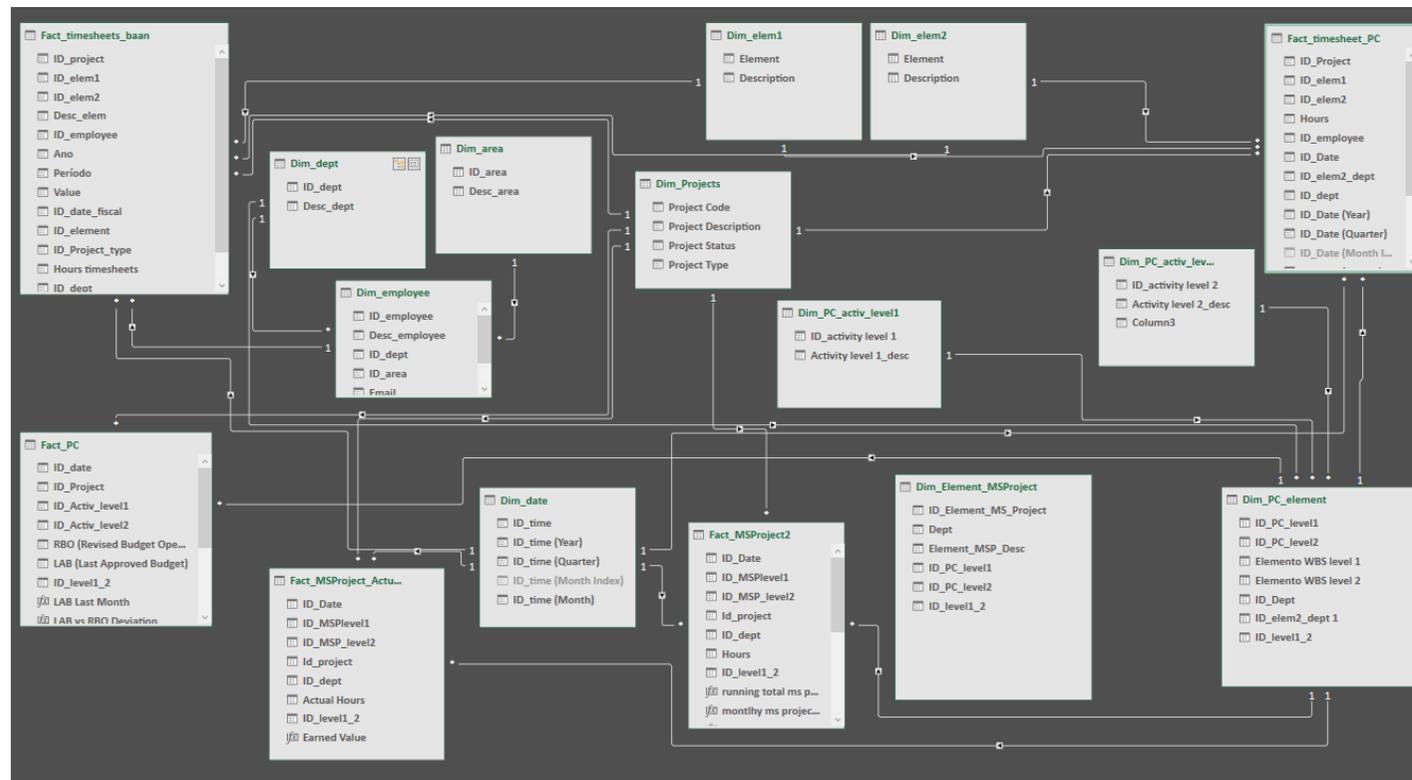


Figura D.1 - Diagrama do modelo relacional necessário à execução do *Dashboard2*