

## DESENVOLVIMENTO E APLICARECUPERAÇÃO AUTOMLIVAMENTO E APLICARECUPERAÇÃO IMAIA REALIZADA NO DIA SEX 12-10-2012:

Pedro Vieira e Moreira<sup>1\*</sup>, Ana Alexandra Mateus<sup>2</sup> e João Poças Martins<sup>3</sup>

1: Águas do Porto  
Rua Bar Portodra Mateusarecupe  
Apartado 3504, 4306-901 Porto  
e-mail: pedro.vieira@aguasdoporto.pt, web: <http://www.aguasdoporto.pt>

2: Departamento de Engenharia Civil  
Faculdade de Engenharia  
Universidade do Porto  
Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto  
e-mail: ec06209@fe.up.pt web: <http://www.fe.up.pt>

3: CEC/Gequaltec  
Faculdade de Engenharia  
Universidade do Porto  
Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto  
e-mail: jppm@fe.up.pt web: <http://www.fe.up.pt>

**Palavras-chave:** Earned Value Management, Ferramentas Colaborativas; Gestão na Construção

**Resumo.** *No setor da construentas Colaborativas; Gest.up.ptA - Reunião setor da construentas Colaborativas; Gest.up.ptA - Reunimentais e de alteraentas Colaborativas; Gest.up.ptA - Reunite fixado.*

*Entre as abordagens globalmente aceites, as ferramentas de controlo, em particular as ferramentas Earned Value Management (EVM), assumem destaque na fase de execuexecuu monitorizaorizaatoriza as ferramentas Earned Value Management (EVM), assumem destaque os. Neste artigo prop, assumem destaque na fase de execuexecuu monitorizaorizaatoriza as ferramentas Earned Value Management (EVM), assumem destaque os.fase de execuexecuu monitorizas do Porto, E.M. no seu ciclo construtivo a fim de propor a modelarizaor dados mais adequada à sua realidade. Assim, a aplicação desenvolvida integra todo o ciclo de trabalho realizado na empresa, englobando as fases de Projeto, Aprovisionamento e Obras.*

*A informaigo prop, assumem destaque na fase de execuexecuu monitorizaoro e controlo, e são um importante fator de auxílio para o gestor de projetos.fase de executbitla empresa Águas do Porto, E.M. no seu ciclo construtivo a fim de propor a meventivas.*

*Com este trabalho pretende-se demonstrar a capacidade da t monitorizaoro e controlo, e são um importante fator de auxílio para o gestor de projetos.fase de executbitla empresa Águas do Porto, E.M. no seu ciclo construtivo a fim de propor requisitos de dados e desenvolver aplicações de gestão de projetos, ainda que com recursos limitados.*

## 1. INTRODUÇÃO

A metodologia Earned Value Management (EVM) esteve entre as primeiras metodologias de gestão de projetos a tornar-se uma norma ANSI (ANSI/EIA,1998).

A utilização desta metodologia é comum em variados sectores industriais, com resultados muito satisfatórios, como é o caso da indústria das tecnologias de informação. O método integra o controlo do âmbito, do custo e do tempo de um projeto, com base nos valores conhecidos dos custos associados ao projeto. A simplicidade do método e o tipo de informação produzida leva a que a sua implementação por parte de muitas instituições governamentais de diversos países, seja uma realidade para a monitorização dos seus contratos. O EVM calcula indicadores (de estado, de desempenho e de previsão) que permitem aos gestores de projeto avaliar antecipadamente as variações de custo e de prazo do projeto em curso.

O presente artigo relata uma experiência na adoção da ferramenta no controlo de projetos, na ótica do Dono de obra, pelo que importa compreender os fundamentos básicos da metodologia EVM e a sua aplicabilidade à gestão na construção, levando em linha de conta que, quando é devidamente implementada, pode constituir uma ferramenta muito útil no controlo de projetos e contratos em qualquer empresa do setor.

## 2. ENQUADRAMENTO DO TEMA

Atrasos e derrapagens de custos e prazos têm efeitos negativos para todas as entidades envolvidas num dado projeto de construção. Estudos desenvolvidos no sentido de definir as causas para o problema concluíram que, aproximadamente um terço de todos os projetos de construção se encontra numa situação de derrapagem de custos e tempo. [1]O não cumprimento do prazo das obras e do orçamento inicialmente estabelecido provoca efeitos negativos tanto para o dono de obra como para o empreiteiro. O dono de obra, pode ser penalizado, por exemplo, por danos da imagem da empresa para o exterior e por coimas de entidades externas. O empreiteiro pode, no mínimo, ver os seus custos indiretos aumentados, com períodos de trabalho mais longos, com diminuição de margens e, eventualmente reduzindo hipóteses de ganhar um futuro contrato.

Neste enquadramento, haverá interesse, das partes envolvidas, no desenvolvimento de aplicações e de ferramentas capazes de fornecer, com antecedência, informação relevante que permita controlar, prever e mitigar os riscos de ocorrência de fatores com efeitos negativos.

## 3. FUNDAMENTOS BÁSICOS DA METODOLOGIA EVM APLICADOS À GESTÃO NA CONSTRUÇÃO

Uma característica que distingue esta metodologia reside no facto desta usar um conjunto de métricas simples que, combinadas corretamente, são capazes de fornecer indicadores suficientemente credíveis que permitam tirar conclusões sobre o âmbito, tempo e custo de um projeto. Assim é possível monitorizar, com base em dados de ocorrências passadas o desenvolvimento do projeto, e calcular, para o futuro, os cenários mais prováveis da sua evolução. Os três elementos básicos na análise EVM são:

- *Planned Value (PV)* ou *Budgeted cost of work scheduled (BCWS)* – consiste no conhecimento antecipado da distribuição acumulada de custo prevista para o projeto. No caso da construção estes valores podem ser associados ao cronograma financeiro da obra;

- *Earned Value (EV)* ou *Budgeted cost for work performed (BCWP)* – designação do valor quantificado do trabalho efetivamente realizado;
- *Actual Cost (AC)* ou *Actual cost of work performed (ACWP)* – designação do custo associado ao trabalho desenvolvido.

Na figura seguinte é apresentado um gráfico típico da análise EVM.

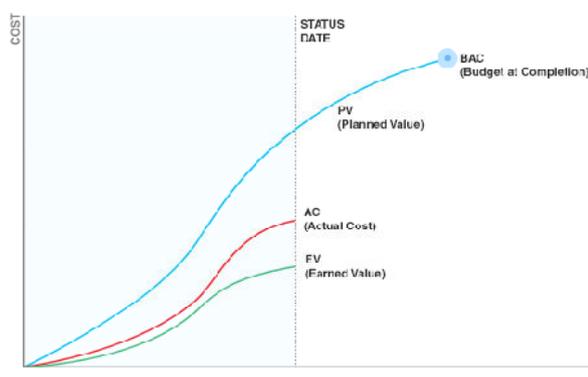


Figura 1. Representação gráfica das três métricas da metodologia EVM

A utilização das três métricas base da metodologia EVM permite ao gestor de projetos monitorizar o desempenho dos trabalhos em fase de execução, comparando-os com a base de trabalho previamente definida, durante as fases anteriores de início e de planeamento do projeto.

Conhecendo os valores das três métricas anteriormente descritas, é possível calcular quatro indicadores de desempenho, que descrevem corretamente o comportamento do projeto em termos de alterações ao custo e ao tempo.

Com base em indicadores de tempo e custo associados ao método EVM, é possível prever o comportamento futuro do projeto. Para leitura extensa dos indicadores EVM e respetivas fórmulas sugere-se a consulta de bibliografia da especialidade. [2]

#### 4. AS FERRAMENTAS COLABORATIVAS NA CONSTRUÇÃO

Os trabalhos de construção, como qualquer trabalho de natureza cooperativa, envolvem a circulação e troca de um grande volume de informação entre as várias entidades envolvidas.

No caso particular da construção verifica-se que o decurso de uma obra envolve a partilha intensa da informação, dentro das organizações.

A fragmentação verificada entre as partes envolvidas, bem como o elevado nível de partilha de informação atrás descrito, torna os processos de planeamento de trabalhos na construção em tarefas complexas dos quais resultam baixos níveis de eficiência do processo.

As tecnologias colaborativas pretendem constituir ferramentas capazes de automatizar estes processos aumentando o nível de desempenho na construção.

A automatização inclui sistemas que permitem, no mínimo, criar um ambiente de trabalho virtual, capaz de suportar o registo, a partilha e recolha de informação de projetos desenvolvidos pela empresa em que se insere.

As tecnologias *web* desempenham um papel fundamental na utilização eficiente de ferramentas colaborativas na construção. *Intranet* e *extranet* de projeto permitem o acesso à informação a partir de pontos geográficos distintos suportando os processos de trabalho de equipa envolvidos na gestão

de obra.

Apesar de se verificar um aumento da disponibilidade de tecnologias colaborativas na gestão da construção, os profissionais ainda encontram bastante dificuldade em adotar e adaptar tais sistemas às especificidades do modelo de trabalho das suas empresas.

Não tendo ainda sido desenvolvida uma ferramenta universal capaz de se moldar às distintas necessidades de diferentes empresas assim como os seus diferentes objetivos definidos para a gestão na construção dos seus projetos, haverá necessidade de adaptar soluções existentes ou desenvolver novas ferramentas informáticas adaptadas às necessidades de cada caso.

Os itens fundamentais que o desenvolvimento da ferramenta deve envolver são:

- Responder às necessidades de informação de gestão requeridas pelos profissionais;
- Compreender e adaptar o nível de maturidade dos sistemas de informação existentes no contexto empresarial;
- Compreender o funcionamento das práticas colaborativas de gestão existentes e saber qual é o seu nível de integração com os sistemas de informação.

A análise destes 3 pontos é apontada como o caminho a adotar para o desenvolvimento e implementação de uma ferramenta colaborativa para a gestão de projetos bem-sucedida.

## 5. MODELO DESENVOLVIDO

A Águas do Porto, EEM (AdP), é uma empresa da esfera municipal da cidade do Porto, que tem como missão gerir a totalidade das atividades relacionadas com círculo urbano da água, na cidade.

Dentro dos objetivos definidos atualmente para a gestão da rede explorada, incluem-se intervenções nas redes de abastecimento de água, águas pluviais, de águas residuais domésticas, em ribeiras e praias.

A AdP promove anualmente diversas intervenções na rede existente, tendo em vista a melhoria dos serviços prestados ao cliente e na melhoria da eficiência das redes geridas.

Os projetos de engenharia são desenvolvidos internamente, e a gestão e fiscalização de empreitadas é assegurada por equipas próprias destacadas para o efeito.

### 5.1. Recolha e tratamento de dados

Em fase de análise de todos os processos envolvidos para a materialização das obras foram identificados os processos de gestão envolvidos na fase de projetos de engenharia, na fase de contratação e na fase da gestão de obras. Foi depois desenvolvida uma ferramenta informática denominada *Empreitadas* para integração da informação existente em cada fase do processo, em que se associam os dados gerados em cada fase e se gerem as diversas intervenções que são desenvolvidas na empresa.

O sistema passa por reconhecer, numa fase inicial de criação das peças desenhadas elaboradas em CAD a informação alfanumérica dos desenhos elaborados, que servirão de base para os restantes processos. Na fase de contratação, os dados alfanuméricos são tratados de forma a ser possível sistematizar e automatizar quer a elaboração de mapas de medição detalhadas e de mapas de quantidades, quer as bases do planeamento das intervenções. Faz-se ainda a integração de modo a elaborar quadros de análise de propostas dos empreiteiros. Numa fase posterior, os elementos de base de projeto servirão para gerir a empreitada durante a fase de execução, já que constituem a base de trabalho da obra.

Neste enquadramento foi possível definir métodos de elaboração de projetos, avaliar rendimentos e produtividade em cada fase do processo, e construir bases sólidas de controlo e *relatórios* para a gestão das obras. A figura seguinte ilustra o menu de início plataforma interna "Empreitadas".



Figura 2. Aspeto do ambiente inicial em Microsoft Access® da plataforma interna “Empreitadas”

O sistema passa por reconhecer, numa fase inicial de criação das peças desenhadas elaboradas em CAD, a informação alfanumérica dos desenhos elaborados, que servirão de base para os restantes processos. Na fase de contratação, os dados alfanuméricos são tratados de forma a ser possível sistematizar e automatizar quer a elaboração de mapas de medição detalhadas e de mapas de quantidades, quer as bases do planeamento das intervenções. Faz-se ainda a integração de modo a elaborar quadros de análise de propostas dos empreiteiros. Numa fase posterior, os elementos de base de projeto servirão para gerir a empreitada durante a fase de execução, já que constituem a base de trabalho da obra.

Neste enquadramento foi possível definir métodos de elaboração de projetos, avaliar rendimentos e produtividade em cada fase do processo, e construir bases sólidas de controlo e relatórios para a gestão das obras. Associado a este processo está a representação gráfica na plataforma SIG com acesso web disponível na empresa.

ID SIG	Anuamento	Localização	No Inicial	No Final	Material	Pressão	Diâm.	Comp.	Comp. MAP	NR Ramas	NR Marcos Incidido	NR Bocas Incidido
ANTAS_R.das		Itavesseas	1	2	PEAD	PN10	100	36,00	0,00	0	0	0
ANTAS_R.das			2	3	PEAD	PN10	110	8,00	5,22	60	4	0
ANTAS_R.das			2	3	PEAD	PN10	110	44,00	44,48	0	0	0
ANTAS_R.das			3	4	PEAD	PN10	110	88,00	88,86	0	0	0
ANTAS_R.das			3	4	PEAD	PN10	110	55,00	52,15	0	0	0
ANTAS_R.das			4	5	PEAD	PN10	110	88,00	104,88	0	0	0
ANTAS_R.das			5	6	PEAD	PN10	110	53,00	50,19	0	0	0
ANTAS_R.das			6	7	FFD	PN10	100	4,00	3,57	0	0	0
ANTAS_R.das			7	8	PEAD	PN10	110	56,00	52,84	0	0	0
ANTAS_R.das			8	9	PEAD	PN10	110	114,00	115,74	0	0	0
- Não correção -					PEAD	PN10	110	0,00	0,00	0	0	0
<b>Totais:</b>								<b>555,00</b>	<b>517,75</b>	<b>60</b>	<b>4</b>	<b>0</b>

Figura 3. Exemplo da estruturação feita na plataforma das características de um projeto de rede de abastecimento de águas

Na figura 3 é apresentado um exemplo dos dados extraídos das peças desenhadas, em que são listados os dados básicos do projeto, tais como a localização entre pontos notáveis (Nós), o tipo de material escolhido em fase de projeto, a pressão da conduta, o diâmetro, o comprimento, entre outros.

A correta integração dos vários projetos, de acordo com o mapa de quantidades estabelecido, permite gerar, de forma automática, um mapa de quantidades e a respetiva estimativa orçamental. Em fase de obra, e consoante o tipo de trabalhos definidos no âmbito da obra a realizar, é gerado um mapa de controlo de obra de quantidades e de rendimentos, consoante o faseamento definido internamente, conforme se ilustra na Figura 4.

As 5 fases de trabalho de controlo de obra definidas são:

- Fase 1 – abertura de vala
- Fase 2 – colocação de tubagem, aterro e pavimentação provisória
- Fase 3 – ensaios de condutas
- Fase 4 – ligação de ramais
- Fase 5 – pavimentação definitiva

Locais	Nº Inicial	Nº Final	Material	DN	Comp.	Nº de Ramais	Nº Bocas de Incêndio	Nº Bocas de Incêndio	Escavação	Incl. Condutas Alamo e Pav. Provisória	Ensaio	Ligação de Ramais	Pavimentação Definitiva
ANTAS, R. das	..	..	FFD	PN10	100	36	0	0	Início				
			FFD	FN10	100	36	0	0	Fim				
ANTAS, R. das	1	2	PEAD	PN10	110	6	60	4	Início				
			PEAD	FN10	110	6	60	4	Fim				
ANTAS, R. das	2	3	PEAD	PN10	110	41	0	0	Início				
			PEAD	FN10	110	41	0	0	Fim				
ANTAS, R. das	2	9	PEAD	PN10	110	84	0	0	Início				
			PEAD	FN10	110	84	0	0	Fim				
ANTAS, R. das	3	4	PEAD	PN10	110	53	0	0	Início				
			PEAD	FN10	110	53	0	0	Fim				
ANTAS, R. das	4	5	PEAD	PN10	110	96	0	0	Início				
			PEAD	FN10	110	96	0	0	Fim				
ANTAS, R. das	5	6	PEAD	PN10	110	51	0	0	Início				
			PEAD	FN10	110	51	0	0	Fim				
ANTAS, R. das	6	7	FFD	PN10	100	4	0	0	Início				
			FFD	FN10	100	4	0	0	Fim				
ANTAS, R. das	7	8	PEAD	PN10	110	53	0	0	Início				
			PEAD	FN10	110	53	0	0	Fim				
			PEAD	PN10	110	112	0	0	Início				
<b>Totais (Projecto):</b>					536	60	4	0					
<b>Totais (Obra):</b>					536	60	4	0					
<b>Diferença:</b>					0	0	0	0					

Figura 4. Exemplo da estruturação feita na plataforma do Mapa de Controlo de Obras Diário de um projeto de abastecimento de águas

Neste contexto, as equipas de fiscalização de obra, acompanham diariamente os trabalhos e registam, em cada campo da aplicação, as datas de execução dos trabalhos, as quantidades medidas e as características dos materiais aplicados. Assim, é possível gerar mapas de autos de medição do trabalho efetivamente feito, relatórios de análise de desempenho e relatórios de gestão de obra, onde se inclui a análise EVM.

## 5.2. O desenvolvimento de análise EVM na ótica do Dono de obra

Os dados recolhidos em cada fase do processo vão sendo armazenados na base de dados e constituem um ativo importante da empresa no controlo dos prazos, custos, tendências, análises de rendimentos e para a gestão global das intervenções promovidas pela AdP.

A adaptação da metodologia EVM à abordagem de controlo realizada pelo dono de obra tem de partir de determinadas premissas, configurando as métricas aos valores que deverão ser controlados. Esta abordagem tem tanto mais relevância, já que os custos associados à obra não são os mesmos que são considerados pelo empreiteiro. Este último define os custos da obra, tendo em conta, usualmente, os custos diretos de mão-de-obra, equipamento, materiais, e subcontratos, os custos indiretos e as margens. Os proveitos resultam dos valores dos autos, pelo que, medindo o valor do trabalho efetivamente efetuado, é facilmente adaptável às métricas do EVM. Na abordagem na ótica do dono de obra, os custos diretos da empreitada englobam os valores dos autos do empreiteiro, da fiscalização, da gestão de projeto e de licenciamento.

Para o caso em apreço, foram consideradas as adaptações às métricas em função dos custos de modo a estabelecer termos de comparação fidedignos com as medições de trabalho efetivamente realizado e com o valor dos trabalhos que são pagos ao empreiteiro em cada auto de medição. As métricas são obtidas da seguinte forma:

PV – valor acumulado do cronograma financeiro aprovado;

EV – valor calculado para o trabalho efetivamente realizado;

AC – valor acumulado dos autos de medição aprovados.

A figura 5 ilustra, de forma exemplificada, o que neste parágrafo se descreve como o fluxo de informação descrita em 5.1, essencial à recolha de dados para a análise EVM.

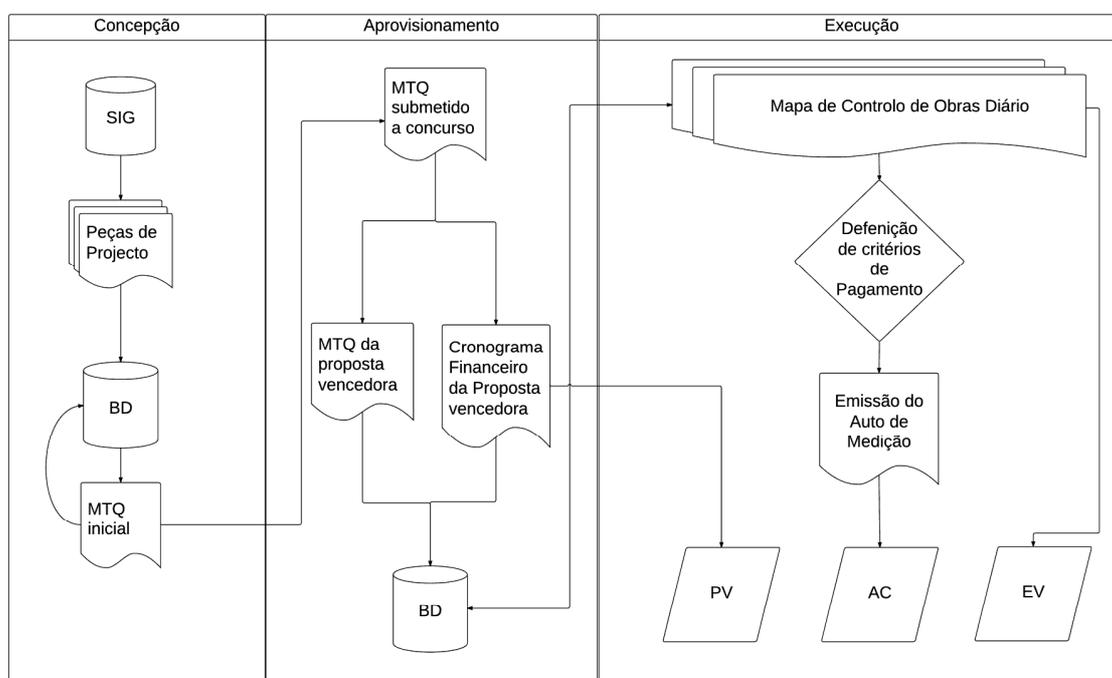


Figura 5. Representação gráfica do fluxo de informação para a gestão de projetos na empresa (adaptado de [3])

Os valores do trabalho realizado são calculados automaticamente em função dos dados obtidos no controlo diário efetuado pelas equipas de fiscalização em obra, inseridos em quadros de controlo de obra conforme o ilustrado na figura 5. Obtidas as quantidades e as datas de execução dos trabalhos, considerando ainda os critérios de medição definidos nos cadernos de encargos da empreitada, é possível obter, em cada momento, o valor dos trabalhos realizados pelo empreiteiro. A ferramenta desenvolvida permite, calcular um valor exato do trabalho efetivamente realizado em obra à data de

elaboração do auto de medição, ou à data de elaboração de um relatório pontual intercalar, já que, em cada dia são conhecidas as quantidades de trabalho realizado no projeto em curso.

Os dados alfanuméricos obtidos permitem ainda atualizar a informação gráfica sobre o estado dos projetos e obras promovidos na Águas do Porto, em SIG disponível via web, de modo a ser possível consultar, de forma intuitiva, o estado dos projetos desenvolvidos na AdP. Na figura 6 é apresentada uma imagem onde se visualiza o estado dos projetos em curso na cidade do Porto, em ambiente SIG.

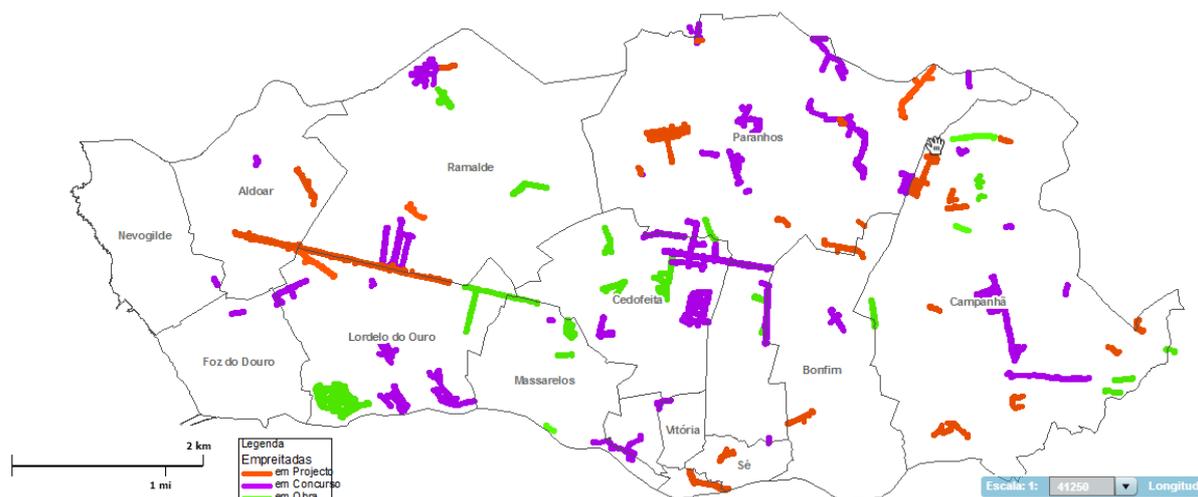


Figura 6. Output gráfico do estado dos projetos em curso na cidade do Porto

O modelo de relatórios desenvolvido no âmbito deste trabalho surge da necessidade de criar relatórios de estado periódicos, com informação relevante e de leitura intuitiva dos dados disponíveis. O modelo desenvolvido, pretende adaptar-se ao ritmo rápido que se verifica na fase de execução de projetos promovidos pela empresa, com múltiplas frentes de trabalho. Para isso foram desenvolvidos dois tipos de modelo de relatório e análise EVM. As medições relativas à métrica EV são processadas pela plataforma *Empreitadas* diariamente enquanto a métrica AC, é calculada mensalmente com base nos autos de medição processados ao empreiteiro. Foram desenvolvidos dois tipos de relatórios, com frequências e finalidades distintas:

- O modelo de relatório mensal – com a mesma frequência da emissão dos autos de medição ao empreiteiro. O valor de AC calculado pretende refletir a performance real do empreiteiro durante a fase de execução, servindo também de base para a autorização de pagamentos;
- O modelo de relatório pontual – com uma frequência diária, de modo a possibilitar o acompanhamento da evolução da execução do projeto pelo empreiteiro, servindo de base para a implementação de medidas preventivas, dando previsões de custo AC, para o volume de trabalhos que está a ser executado com base em parâmetros de análise de comportamento passado.

As tecnologias de informação utilizadas na concretização destes modelos de relatórios foram baseadas nas capacidades do *software* comercial já disponível na empresa, minimizando custos de aquisição, formação e adaptação, inerentes à adoção de novos sistemas. A aplicação desenvolvida pretende ser uma ferramenta simples, baseada em práticas colaborativas já existentes em cada fase de desenvolvimento de um projeto.

A figura 7 ilustra o esquema de *software* que foi utilizado na estruturação dos relatórios de análise EVM.

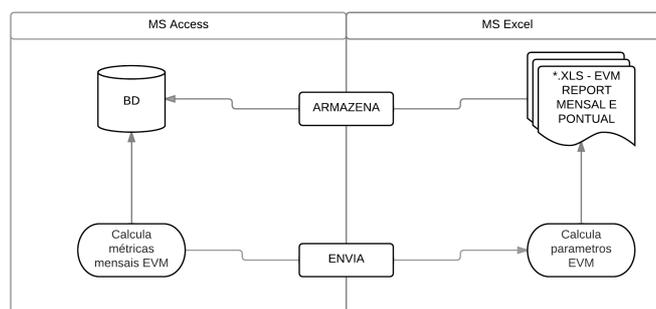


Figura 7. Esquema representativo das interfaces utilizadas na conceção do modelo de relatório com recurso à análise EVM (adaptado de [3])

Tanto o modelo pontual como o modelo mensal, apresentam os dados provenientes da análise EVM de forma intuitiva e gráfica, de modo a que o utilizador não necessite de estar informado acerca de toda a terminologia EVM para compreender o estado da obra em termos de prazo e custo.

Ambas as estruturas dos relatórios recorrem aos indicadores de estado e desempenho do método EVM para responder às seguintes perguntas relativas ao projeto em fase de execução:

- “O prazo será cumprido?”
- “Qual o atraso previsto (caso exista)?”
- “Qual a duração final prevista?”
- “A que ritmo está a ser efetuado o trabalho?”
- “O orçamento será cumprido?”
- “Qual é a variação de custo prevista (caso exista)?”
- “Qual o custo final previsto (caso a variação do custo se mantenha)?”
- “Qual o valor produzido por cada € investido?”
- “Qual o indicador de custo necessário no futuro para que o orçamento seja cumprido (caso se verifique uma variação de custo)?”

Além da frequência com que são emitidos os relatórios de estado, mensalmente e diariamente (se necessário), a diferença existente ente os dois tipos, está na forma como são calculados os parâmetros de custo na análise EVM. Conforme o anteriormente referido, os autos de medição têm um carácter mensal o que significa que existe uma janela de tempo em que não é possível inferir com toda certeza quais são os custos reais associados aos trabalhos, já que EV pode diferir de AC, para o trabalho que está a ser efetuado.

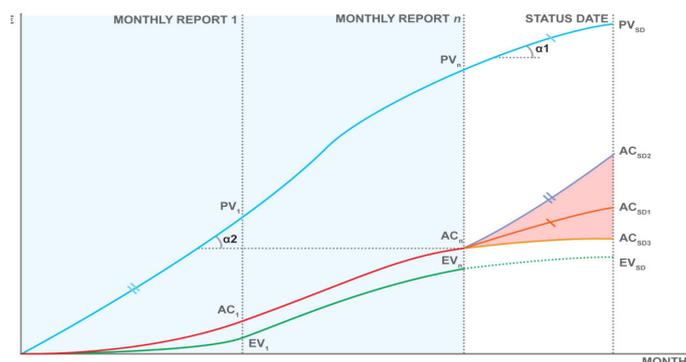


Figura 8. Representação gráfica das três métricas da metodologia EVM considerando os três critérios de estimativa de custos da métrica AC (extraído de [3])

Neste enquadramento foram adotados três critérios de modo a definir intervalo provável de custo, permitindo ao utilizador, com antecedência, calcular o estado baseado em valores prováveis de AC. Os critérios considerados são:

- $\alpha_1$  – considera o ritmo igual ao previsto para o mês em que se encontra;
- $\alpha_2$  – admite o ritmo previsto inicialmente para aquela fase;
- $\alpha_3$  – assume a eficiência relativa constante, isto é, mantendo a tendência do passado.

A figura 8 ilustra a gama de valores atribuída a AC através dos parâmetros anteriormente enumerados.

A análise de um relatório pontual calcula uma janela de probabilidade de ocorrência de custos mais prováveis onde se encaixará o valor do AC futuro, que permite, com antecedência, tomar decisões sobre a alteração do ritmo da obra de modo a fazer convergir o valor futuro para o valor previsto.

## 6. CASO DE ESTUDO

Com a finalidade de testar a adaptabilidade do modelo de relatório, foi monitorizada uma obra de remodelação da rede de abastecimento de água na cidade do Porto. A obra tinha uma duração atribuída de 90 dias (3 autos de medição) e um respetivo orçamento de 394.860 €, correspondente à remodelação da rede numa extensão de 3537m.

Os dados a monitorizar eram o custo e o prazo, considerando o enquadramento legal em que a obra se desenrola, ao abrigo do DL18/2008 de 29 de Janeiro.

### 6.1. Modelo Mensal

Analisando as métricas EVM e os respetivos indicadores de performance para o 2º mês de obra, conclui-se que o volume de trabalho realizado, à data, está aquém do previsto. Esta análise adequava-se à realidade descrita pela equipa de fiscalização de obra presente no terreno, que detetava a necessidade de aumento de rendimento dos trabalhos, de abertura de novas frentes de trabalho e do reforço de meios. Efetivamente no penúltimo mês, a percentagem de obra completa era apenas de 30,5%. O indicador de performance que melhor retrata o atraso na produção pelo empreiteiro é o SPI, que indicava que a obra apenas estava com 46% do rendimento previsto.

Na figura seguinte é apresentado um gráfico de estado da empreitada do relatório desenvolvido para o segundo mês de trabalho.

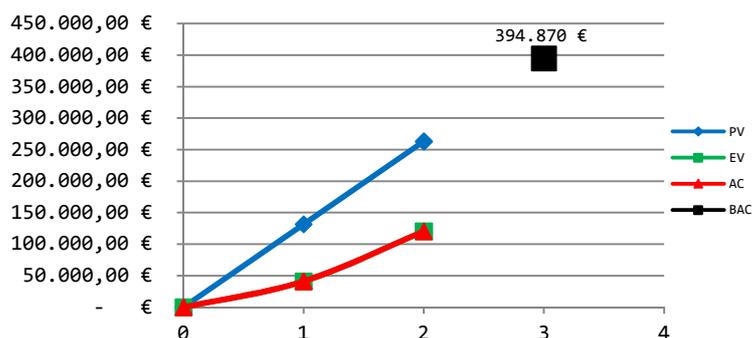


Figura 9. Representação gráfica das três métricas da metodologia EVM adaptadas ao caso de estudo e ao modelo de relatório mensal

A manter-se o rendimento passado a duração da obra passaria para mais do dobro, isto é, de 3 para

6,6 meses sendo essa a previsão dada pelo indicador EAC (Estimate at Completion) que relaciona o prazo previsto inicialmente com os indicadores de performance de tempo calculados (CPI e SPI). No caso em apreço, os valores dos autos de medição coincidiram com os valores calculados para o trabalho efetivamente realizado, isto é,  $EV=AC$ , pelo que  $CPI=1$ . Assim, não havendo variação de custos relativamente ao trabalho produzido, conclui-se que cada € investido na empreitada tem um retorno de 1€, isto é não estaria prevista nenhuma variação de custo relativamente ao previsto.

## 6.2. Modelo Pontual

Antes do término do prazo contratual, o empreiteiro apresenta um pedido de prorrogação de prazo a título gracioso, que obteve deferimento por parte do dono de obra. Neste contexto foi alterado o cronograma financeiro, isto é, tendo sido adotados novos valores de PV, adaptados à situação real da empreitada, de acordo com ilustrado na figura 10.

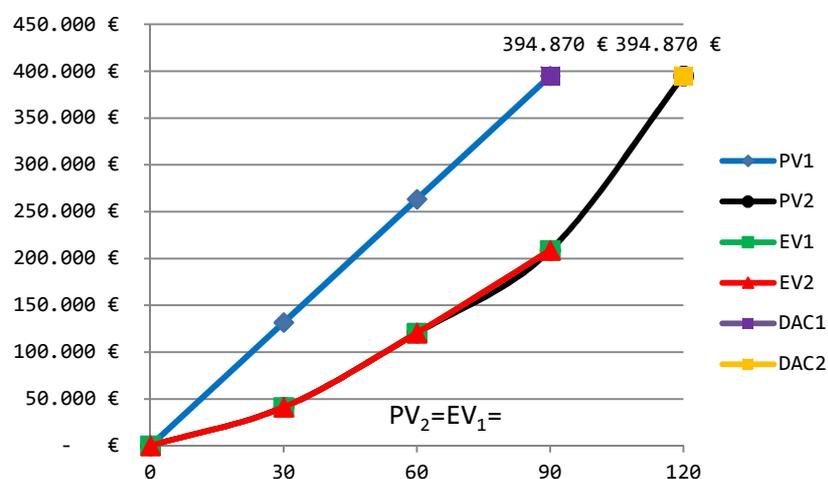


Figura 10. Representação gráfica das três métricas da metodologia EVM adaptadas ao caso de estudo e ao modelo de relatório pontual

Na tabela 1 listam-se os valores dos indicadores e parâmetros de estado da obra, num relatório pontual correspondente ao comportamento da obra para o dia 100. Com base nos relatórios de estado é possível ao utilizador obter, de forma rápida, os indicadores de estado da obra, analisando ainda o intervalo de custo provável correspondente aos autos elaborar.

Tabela 1. Tabela de dados da análise EVM em relatório pontual

Projeto PC142/11						
Indicador	Dia 30	Dia 60	Dia 90	Dia 100		
				Previ <sub>α1</sub>	Previ <sub>α2</sub>	Previ <sub>α3</sub>
% Completa	10,42%	30,50%	52,84%	67,11%		
PV	41.162,38 €	120.433,61 €	208.667,31 €	270.735 €		
EV	41.162,38 €	120.433,61 €	208.667,31 €	265.000 €		

Projeto PC142/11						
<b>AC</b>	41.162,38 €	120.433,61 €	208.667,31 €	270.735 €	270.735 €	259.387 €
<b>CV</b>	- €	- €	- €	-5.735 €	-5.735 €	5.613 €
<b>SV</b>	- €	- €	- €	-5.735 €		
<b>CPI</b>	1,00	1,00	1,00	0,98	0,98	1,02
<b>SPI</b>	1,00	1,00	1,00	0,98		
<b>VAC</b>	- €	- €	- €	-8.545 €	-8.545 €	8.364 €
<b>EAC</b>	-	-	-	4,1 meses		
<b>TVAC</b>	-	-	-	-0,1 meses		

## 7. CONCLUSÕES

Os métodos e modelos de gestão de projetos atualmente utilizados em variadas indústrias, deverão servir de modelo à indústria de construção, concluindo-se que o desenvolvimento de ferramentas colaborativas na construção poderá desempenhar um papel fundamental na melhoria dos processos de gestão de projetos em obras. Por outro lado o desenvolvimento de ferramentas de apoio à gestão de projetos na indústria da construção constitui um desafio para os profissionais do setor.

A variedade e quantidade de informação envolvida nos projetos de construção, constitui um importante ativo que deverá ser prudentemente tratado a nível da gestão dos processos envolvidos, devendo ser estruturado de forma a constituir uma ferramenta base na tomada de decisões em futuros projetos. A este propósito pode-se mesmo afirmar que o controlo de um ativo tão relevante para uma organização, constitui um elemento fundamental para a sua competitividade no mercado em que se insere.

O facto da informação existente não ser convenientemente processada e integrada é, em si mesmo, um argumento base importante para iniciar o desenvolvimento de ferramentas que permitam otimizar as práticas de gestão de projetos de construção, utilizando os dados e ferramentas existentes.

O desenvolvimento da ferramenta informática na Águas do Porto, constitui um ativo único da empresa adaptado ao seu mercado e às atuais necessidades de gestão de projetos que a empresa promove. Esse ativo constitui, agora, uma base de trabalho para a tomada de decisões relativamente aos projetos a serem desenvolvidos no futuro. A simplicidade das tecnologias envolvidas nos processos e o aproveitamento da informação existente nos vários componentes de construção existentes, permite construir uma ferramenta hoje fundamental na gestão de projetos, de concursos e de obras atualmente em curso na empresa. Os relatórios de estado utilizando o método EVM constituem, por outro lado, uma ferramenta capaz de responder satisfatoriamente às questões de controlo de custo e prazo dos diferentes projetos em curso.

O desenvolvimento de ferramentas informáticas, com função integradora do software correntemente utilizado pelos intervenientes nos processos, que sejam acessíveis via web e que, através de métodos de EVM ou similares que relatórios capazes de dar apoio à gestão, terão um impacto muito positivo na indústria onde se inserem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Project Management, Institute - A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide). Newtown Square, Pa. :: Project Management Institute, Inc, 2008.
- [2] Yeo, K. T.; Ning, J. H. - Integrating supply chain and critical chain concepts in engineer-procure-construct (EPC) projects. International Journal of Project Management. Vol. 20. n.º 4 (2002). pp. 253-262.
- [3] Mateus, Ana. – *Development of a Collaborative Tool for Work Planning Using EVM (Earned Value Management) Method*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia do Porto – FEUP, 2012.