



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

João Manuel Marinho Caires Monteiro

**Controlo de gestão numa empresa de  
construção civil**

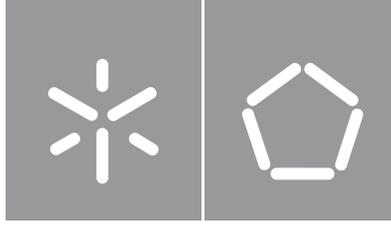
**Controlo de gestão numa empresa de construção civil**

João Manuel Marinho  
Caires Monteiro

UMinho | 2021

junho de 2021





**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

João Manuel Marinho Caires Monteiro

**Controlo de gestão numa empresa de  
construção civil**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação de

**Professor Doutor Paulo Sérgio Lima Pereira Afonso**

**Professora Doutora Maria Teresa Torres Monteiro**

## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### ***Licença concedida aos utilizadores deste trabalho***



**Atribuição**

**CC BY**

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## **AGRADECIMENTOS**

A motivação recebida por parte de várias pessoas foi essencial para que a elaboração deste projeto fosse possível, pelo que gostaria de expressar, neste capítulo, a minha gratidão para com elas.

As primeiras palavras de agradecimento são para a minha família, nomeadamente, para os meus pais e irmã, pelo constante apoio e força que me transmitiram ao longo desta caminhada.

Gostaria também de agradecer à DVM Global e a todos os seus colaboradores pela experiência profissional que me proporcionaram e por todos os conhecimentos transmitidos.

Uma palavra de agradecimento também para o meu orientador, Professor Doutor Paulo Afonso, pela sua disponibilidade, partilha de conselhos e ensinamentos essenciais para a realização deste projeto.

Por último, e não menos importante, queria também agradecer aos meus amigos pela cumplicidade nos momentos mais difíceis.

A todos, um sincero obrigado!

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## RESUMO

O setor da construção em Portugal depara-se com enormes dificuldades no que concerne ao cumprimento de prazos, custos e *standards* de qualidade exigidos, em resultado dos diversos fatores de incerteza que se encontram associados a esta área, como por exemplo as condições atmosféricas. Deste modo, é essencial aprimorar as estratégias de gestão das empresas, tornando-as mais eficientes e aptas para reagir a eventuais situações adversas.

Na presente dissertação recorreu-se à metodologia investigação-ação como meio para identificar e sugerir possíveis oportunidades de melhoria associadas a vários procedimentos executados na organização estudada. Inicialmente foi analisado o relatório de fecho de obra que era utilizado pela organização para a deteção de desvios de custos nas obras, ao qual foram sugeridas algumas propostas de melhoria, de forma a torná-lo mais completo e assim englobar mais informações de carácter financeiro. Em resultado dos elevados desvios de custo associados a determinadas categoriais (como materiais, resíduos, deslocações e estadias), procedeu-se à análise das respetivas técnicas de orçamentação utilizadas e à proposta de novos procedimentos mais minuciosos, com vista a aproximar os custos orçamentados dos reais. O método da gestão de andaimes executado pela organização também foi avaliado com o objetivo de ser melhorado, tendo-se sugerido um outro mais rentável que envolve a compra de alguns modelos e o aluguer de outros ao invés do aluguer de todos os modelos (estratégia inicialmente adotada pela empresa). Ainda na fase de análise e melhoria de técnicas existentes, identificou-se que o procedimento utilizado na análise de contratos era bastante ineficiente, recomendando-se um novo método mais digital, rápido e económico.

Com o intuito de simplificar o acesso aos dados, de facilitar a análise da informação e de controlar com rigor os resultados dos processos, foram criadas duas ferramentas que compreendem metodologias *business intelligence*. A primeira ferramenta, “dashboard”, corresponde a um painel de controlo composto pelos indicadores de desempenho essenciais à monitorização de cada processo. A segunda ferramenta, “Machine Learning”, será mais utilizada no processo de produção e permitirá prever se os custos totais de uma obra com determinadas características serão superiores aos previamente definidos em orçamento.

## PALAVRAS-CHAVE

Análises preditivas, Controlo de gestão, Desvios de custo, Indicadores de desempenho.

# Management control in a construction company

## **ABSTRACT**

The construction sector in Portugal is facing great challenges and difficulties related with the fulfilment of the deadlines, costs and quality standards, as a result of the various factors of uncertainty that are associated with this specific area, such as atmospheric conditions. Thus, it is essential to improve the management strategies of construction companies, in order to make them more efficient and able to react to any possible adverse situation.

In this dissertation, the action-research methodology was used to identify and suggest improvement opportunities in accordance with the different strategies already used in the organization to increase its competitiveness in the current market. Initially, the work closing report used by the organization to detect the constructions cost deviations was analysed. Regarding to this report, some improvement proposals were suggested, mainly related with its overall information and financial data. As a result of the major cost deviations detected in some categories (like materials, waste, travel and accommodation), the respective budget-related techniques used were analysed and new procedures were proposed with the purpose of making the budgeted costs more real. In order to be improved, the scaffolding management process carried out by the organization was also evaluated. A more profitable method was suggested, involving the purchase of some models and the rental of another's – rather than the rental of all of them, which was the initial strategy adopted by the company. Still in the scope of the existing techniques analysis and improvement, it was identified that the procedure used in the contracts analysis was very inefficient. Thus, it was recommended a new one with the following characteristics: digital approach; easier and faster checking of information; and cheaper.

In order to provide a procedure that allows the strictly and efficient control the results of the organization processes, two tools based on business intelligence methodologies were created. The first tool, “dashboard”, corresponds to a control panel composed by the key performance indicators that are crucial for process monitoring. The second tool, “Machine Learning”, for production process, enables to predict whether the total costs of a construction with certain characteristics will be higher than those that were previously defined in the budget.

## **KEYWORDS**

Cost deviations, Management control, Performance indicators, Predictive analytics.

## ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Lista de Figuras.....	x
Lista de Tabelas.....	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xiii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos e Perguntas de Investigação.....	2
1.3 Estrutura da Dissertação.....	2
2. Revisão da Literatura.....	4
2.1 Conceitos de Custo.....	4
2.1.1 Critérios de classificação de custos.....	5
2.1.2 Contabilidade de custos.....	7
2.1.3 Sistemas de custeio.....	8
2.2 Controlo de Gestão.....	11
2.2.1 Sistemas de controlo de gestão.....	13
2.3 Controlo de Custos no Setor da Construção.....	14
2.3.1 Métodos de controlo.....	16
2.3.2 Causas dos desvios de custo nas empreitadas.....	18
2.4 <i>Business Intelligence</i> .....	19
2.4.1 Desenvolvimento de <i>dashboards</i> .....	21
2.4.2 Análises preditivas.....	24
3. Metodologia de Investigação.....	29
3.1 Metodologia Investigação-Ação.....	30
3.2 Etapas do Projeto de Investigação.....	30
4. Caso de Estudo.....	34

4.1	A Empresa .....	35
4.1.1	International Business Group .....	35
4.1.2	DVM Global .....	36
4.2	Relatório de Fecho de Obra .....	36
4.2.1	Mapa de fecho.....	37
4.2.2	Mapa de controlo de custos e proveitos.....	37
4.2.3	Mapa de controlo de custos detalhado .....	40
4.2.4	Versão melhorada do mapa de controlo de custos e proveitos .....	42
4.3	Técnicas de Orçamentação .....	43
4.3.1	Materiais .....	44
4.3.2	Deslocações e estadias.....	47
4.3.3	Resíduos .....	50
4.4	Estratégia de Gestão de Andaimos.....	54
4.4.1	Procedimento atual vs novo procedimento .....	54
4.5	Procedimento de Análise Contratual .....	58
4.5.1	Procedimento atual.....	58
4.5.2	Novo Procedimento .....	63
4.6	<i>Dashboard</i> .....	65
4.6.1	Etapas de construção do <i>dashboard</i> .....	66
4.6.2	Organização do <i>dashboard</i> .....	68
4.7	Análises Preditivas através de técnicas de <i>Machine Learning</i> .....	80
4.7.1	<i>Business Understanding</i> .....	81
4.7.2	<i>Data Understanding</i> .....	82
4.7.3	<i>Data Preparation</i> .....	86
4.7.4	<i>Modeling</i> .....	87
4.7.5	<i>Evaluation</i> .....	93
4.7.6	<i>Deployment</i> .....	96
5.	Validações .....	100

5.1	Técnicas de Orçamentação .....	100
5.2	Estratégia de Gestão de Andaimos.....	101
5.3	Procedimento de Análise Contratual .....	101
5.4	<i>Dashboard</i> .....	102
5.5	<i>Machine Learning</i> .....	104
6.	Conclusões.....	107
6.1	Principais Conclusões e Contribuições.....	107
6.2	Limitações da Investigação.....	109
6.3	Oportunidades de Trabalho Futuro.....	109
	Referências Bibliográficas .....	111
	Anexo1 – Inquérito n.01 – Avaliação do <i>Dashboard</i> .....	118
	Anexo2 – Inquérito n.02 – Avaliação do Modelo de <i>Machine Learning</i> .....	119

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curva de monitorização (Adaptado: Westney, 1997) .....	15
Figura 2 - Campos de atuação do projeto .....	34
Figura 3 - Portefólio de empresas do grupo IBG.....	35
Figura 4 - Segmentos de atividade da DVM Global .....	36
Figura 5 - Mapa de fecho do RFO .....	37
Figura 6 - Mapa controlo de custos e proveitos do RFO (versão atual) .....	40
Figura 7 - Mapa controlo de custos detalhado do RFO .....	42
Figura 8 - Mapa controlo de custos e proveitos do RFO (nova versão) .....	43
Figura 9 - Desvios de custo por categorias .....	44
Figura 10 - Procedimento relativo à redução dos desvios de custo nos materiais .....	46
Figura 11 - Desvios de custo na categoria deslocações e estadias zona centro/sul .....	47
Figura 12 - Desvios de custo na categoria deslocações e estadias na zona norte.....	47
Figura 13 - Mapa de preços de deslocações.....	49
Figura 14 - Mapa de preços de estadias.....	50
Figura 15 - Desvios de custo na categoria resíduos em obras de gesso cartonado .....	50
Figura 16 - Desvios de custo na categoria resíduos em obras de fenólico.....	51
Figura 17 - Modelos de andaimes alugados no ano de 2020 .....	55
Figura 18 - Necessidades do andaime 0,7×1,8×5m .....	56
Figura 19 - Procedimento atual de análise de contratos.....	59
Figura 20 - Novo procedimento de análise de contratos.....	64
Figura 21 - Árvore de indicadores de desempenho .....	68
Figura 22 - Página do dashboard relativa à produção global .....	70
Figura 23 - Página do dashboard relativa à produção em curso .....	71
Figura 24 - Página do dashboard relativa à produção particular .....	72
Figura 25 - Página do dashboard relativa à sinistralidade laboral .....	74
Figura 26 - Página do dashboard relativa à análise global dos clientes .....	76
Figura 27 - Página do dashboard relativa à análise particular dos clientes.....	77
Figura 28 - Página do dashboard relativa às novas adjudicações .....	78
Figura 29 - Página do dashboard relativa ao controlo de orçamentos.....	79
Figura 30 - Análise do custo previsto médio por obra em função do seu tipo e localização .....	83

Figura 31 - Análise da faturação prevista média por obra em função do seu tipo e localização .....	83
Figura 32 - Relação entre "Faturação prevista obra" e "Custo previsto obra" .....	84
Figura 33 - Variação dos "Desvios de custo" em função da "Faturação prevista obra".....	85
Figura 34 - Variação dos "Desvios de custo" em função do "Custo previsto obra" .....	85
Figura 35 - Aplicação do método Label Encoding .....	86
Figura 36 - Aplicação do método One Hot Encoding .....	87
Figura 37 - Aplicação do elbow method.....	88
Figura 38 - Agrupamento dos dados em clusters.....	88
Figura 39 - Desvios positivos em função do tipo de obra.....	89
Figura 40 - Desvios positivos em função do diretor de obra .....	89
Figura 41 - Desvios positivos em função do local.....	89
Figura 42 - Desvios positivos em função do comercial .....	89
Figura 43 - Avaliação da accuracy em função do número de neighbors.....	91
Figura 44 - Avaliação da accuracy em função do n_estimators .....	92
Figura 45 - Classification report do modelo random forest .....	94
Figura 46 - Representação das curvas ROC.....	95
Figura 47 - Previsões de desvios de custo para uma obra (parte1) .....	97
Figura 48 - Previsões de desvios de custo para uma obra (parte2).....	97
Figura 49 - Previsões de desvios de custo para várias obras .....	98
Figura 50 - Respostas à questão 1 do questionário nº01 .....	103
Figura 51 - Respostas à questão 2 do questionário nº01 .....	103
Figura 52 - Respostas à questão 3 do questionário nº01 .....	104
Figura 53 - Respostas à questão 1 do questionário nº02 .....	105
Figura 54 - Respostas à questão 2 do questionário nº02 .....	106
Figura 55 - Respostas à questão 3 do questionário nº02 .....	106

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de confusão de um problema de classificação binário.....	27
Tabela 2 - Desvios de custo significativos ao nível dos materiais .....	45
Tabela 3 - Espessura de cada tipo de material .....	53
Tabela 4 - Comparação entre a compra e o aluguer de andaimes.....	57
Tabela 5 - Comparação entre a estratégia atual e a nova estratégia (andaimes).....	57
Tabela 6 - Gastos associados a papel e tinteiro .....	60
Tabela 7 - Deslocações efetuadas pelo TCC .....	61
Tabela 8 - Período despendido na análise de contratos.....	62
Tabela 9 - Atributos existentes no dataset.....	82
Tabela 10 - Avaliação dos clusters formados .....	93
Tabela 11 - Matriz confusão relativa ao modelo random forest.....	94
Tabela 12 - Medidas de desempenho.....	95
Tabela 13 - Análise efetuada na categoria materiais .....	100
Tabela 14 - Análise efetuada na categoria deslocações e estadias .....	100
Tabela 15 - Análise efetuada na categoria resíduos .....	101
Tabela 16 - Comparação entre o procedimento antigo e o novo procedimento (análise contratual) ...	102

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ABC – *Activity Based Costing*

BI – *Business Intelligence*

CRISP-DM – *Cross Industry Standard Process for Data Mining*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

FN – *False Negative*

FP – *False Positive*

GEE – Gabinete de Estratégia e Estudos do Ministério da Economia

GGF – Gastos Gerais de Fabrico

KPI – *Key Performance Indicator*

ML – *Machine Learning*

MOD – Mão-de-Obra Direta

MOI – Mão-de-Obra Indireta

RFO – Relatório de Fecho de Obra

ROC – *Receiver Operating Characteristics*

SCG – Sistema de Controlo de Gestão

SSE – *Sum of Squared Errors*

TCC – Técnico de Controlo de Custos

TN – *True Negative*

TP – *True Positive*

# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1 Enquadramento**

A indústria da construção, em Portugal, depara-se com um cenário altamente competitivo originado pelo elevado número de empresas a operar neste setor. Deste modo, verifica-se uma redução acentuada nas margens de comercialização das empresas deste ramo e, por isso, só as mais capazes e mais bem direcionadas conseguem alcançar o sucesso.

Além da elevada competitividade existente neste setor, a indústria da construção é caracterizada por diversas incertezas, nomeadamente no que concerne às condições atmosféricas. Essas incertezas têm especial impacto no desempenho económico dos projetos de construção, na medida em que são a causa de muitos desvios entre o custo previsto e o custo real de um projeto. Face a este tipo de adversidades, exige-se que as empresas do ramo da construção tenham um planeamento de recursos mais eficaz do que o da generalidade dos diferentes setores de atividade.

Porém, aquando da sua comparação com outras indústrias, constata-se que a indústria da construção apresenta um elevado nível de resistência no que concerne à inovação. Este setor é bastante conservador no que se refere à aplicação de novas técnicas e à formação de pessoal, preocupando-se, sobretudo, com o presente, deixando o futuro para segundo plano.

O Gabinete de Estratégia e Estudos (GEE) do Ministério da Economia aquando da publicação da ficha de inovação e empreendedorismo referente ao ano de 2019, apresentou um estudo que analisa a intensidade digital dos setores de atividade. Segundo este estudo, apenas, sensivelmente, 7% das indústrias da construção apresentam um índice de intensidade digital elevado. Este valor é bastante reduzido quando comparado com os valores de outros setores de atividade, nomeadamente, empresas de telecomunicações (52%) e agências de viagens (55%).

Com base nos dados disponibilizados pelo GEE do Ministério da Economia e sabendo de antemão que a indústria da construção é um setor bastante competitivo e imprevisível, constata-se que existe uma necessidade extrema de as empresas deste ramo evoluírem tecnologicamente e realizarem um controlo de gestão eficiente. Na construção torna-se crucial realizar, através de tecnologias inovadoras, um controlo de custos eficiente, de modo a assegurar a sustentabilidade das empresas.

A empresa de construção em causa, DVM Global, assume a necessidade de utilizar métricas que permitam um maior monitoramento do desempenho de cada processo, de forma a permitir uma melhor

tomada de decisão por parte dos gestores, sendo este um dos principais objetivos da elaboração desta dissertação.

## **1.2 Objetivos e Perguntas de Investigação**

A elaboração desta dissertação assenta em três objetivos genéricos que se complementam na vertente do controlo de gestão de uma empresa de construção civil.

O primeiro grande objetivo consiste na melhoria de alguns procedimentos da empresa que na perspetiva do controlo de gestão não são eficientes, nomeadamente, na implementação de novas técnicas que tornem a orçamentação mais fidedigna e próxima da realidade, reduzindo-se os desvios entre os custos previstos e reais; no departamento de controlo de custos tornar o procedimento de análise de contratos mais digital, melhorando a eficiência da transmissão de informação entre os diferentes departamentos e na gestão de obra melhorar os mecanismos relacionados com a gestão de equipamentos, de forma a aumentarem-se os proveitos resultantes das empreitadas.

O segundo grande objetivo traduz-se em propor indicadores-chave de desempenho que permitam monitorizar e controlar a evolução dos resultados (quantitativos e qualitativos) de vários processos existentes na organização. Pretendeu-se, também, desenvolver um *dashboard* que englobe os respetivos indicadores de desempenho de cada processo, o qual apresenta informação útil e pertinente ao gestor do processo permitindo, assim, aumentar a eficácia da tomada de decisão.

O terceiro grande objetivo foca-se no processo de produção e reside na implementação de uma ferramenta capaz de prever se os custos totais de um determinado projeto de construção serão superiores aos previamente definidos em orçamento. Através desta ferramenta espera-se antecipar e posteriormente evitar perdas financeiras que possam advir.

Com a elaboração desta dissertação, pretendeu-se, assim, dar resposta às seguintes perguntas de investigação:

- Qual é o poder dos métodos de *business intelligence* na melhoria da tomada de decisão por parte dos responsáveis de uma empresa de construção civil?
- Qual é o impacto da visão do controlo de gestão no aumento da eficiência dos procedimentos de uma empresa de construção civil?

## **1.3 Estrutura da Dissertação**

O presente projeto de investigação encontra-se organizado em 6 capítulos.

No primeiro capítulo, "Introdução", é inicialmente apresentado um enquadramento da temática em estudo, onde se salienta a necessidade das empresas sobretudo do ramo da construção evoluírem tecnologicamente e apresentarem ferramentas que permitam efetuar um controlo de custos eficiente. Ainda neste capítulo, são apresentados os objetivos propostos para este projeto de investigação, bem como a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é apresentada a revisão da literatura que sustenta todo o trabalho desenvolvido, a qual permite dar a conhecer possíveis abordagens para o alcance dos objetivos identificados. Mais concretamente, neste capítulo, inicialmente, são abordados alguns conceitos introdutórios relativos ao custo, sendo de seguida apresentada uma abordagem mais focalizada no controlo de gestão, na monitorização de custos e deteção de desvios. Ainda neste capítulo é referida a importância da utilização de conceitos de *business intelligence* (*dashboard* e *Machine Learning*) para auxílio à tomada de decisão.

No terceiro capítulo é referido o método de investigação utilizado, investigação-ação, sendo efetuada uma breve descrição do mesmo, bem como mencionadas as etapas que envolveram a sua aplicação ao projeto em questão.

No quarto capítulo é primeiramente descrita a empresa onde o projeto de investigação foi elaborado, a DVM Global. Ainda neste capítulo é analisada a ferramenta que a organização utiliza para a deteção de desvios de custo nas obras; são avaliadas algumas técnicas de orçamentação aplicadas; é descrito o procedimento aplicado na gestão de equipamentos de obra e é estudado o mecanismo utilizado na análise de contratos efetuado pelo departamento de controlo de custos. A todos estes processos analisados foram sugeridas propostas de melhoria. Por fim, apresentam-se duas ferramentas, *dashboard* e *Machine Learning*, que irão proporcionar aos diretores dos vários departamentos um maior controlo e monitorização dos processos pelos quais são responsáveis. Todas as propostas de melhoria e os dois novos modelos apresentados (*dashboard* e *Machine Learning*) são validados no capítulo seguinte, quinto capítulo.

Por fim, no sexto capítulo apresentam-se as conclusões e contribuições deste projeto, assim como as suas limitações e oportunidades para trabalho futuro.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Nesta secção é apresentada a revisão da literatura, onde são abordados os temas que se consideram essenciais para contextualizar e apoiar o projeto de investigação. Esta revisão, numa primeira fase, centrar-se-á nos conceitos de custo, nos seus critérios de classificação e nos sistemas de custeio. Posteriormente será abordado o tema de controlo de gestão, no qual serão explicadas as vantagens associadas à sua implementação numa organização. De seguida será realizada uma análise mais focalizada na aplicação do controlo de gestão na construção, sendo referidos os principais métodos de controlo existentes, bem como as principais causas associadas aos desvios de custo nas empreitadas. Por fim, introduz-se o conceito de *business intelligence* e a sua importância no fornecimento de informação pertinente para a tomada de decisão, nomeadamente, através de métodos de análises preditivas (*Machine Learning*) e desenvolvimento de *dashboards*.

### 2.1 Conceitos de Custo

Perante o panorama atual, constata-se ser necessário clarificar a dimensão da palavra custo, na medida em que este termo, segundo Afonso (2002), é constantemente confundido com o conceito de despesa, pagamento ou perda. De uma forma genérica, o custo, segundo Theotónio (1992), refere-se ao sacrifício de um recurso com o intuito de se alcançar um objetivo definido. Contrariamente ao custo, a despesa corresponde à utilização de meios monetários para a obtenção dos recursos. O pagamento, segundo Theotónio (1992), consiste na prestação pecuniária que liberta a empresa do vínculo obrigatório decorrente da aquisição de recursos. Relativamente à perda, o mesmo autor define-a como o valor dos recursos consumidos sem proveito. Horngren et al. (2012) reforçam a definição de custo anteriormente referida, afirmando que este é a quantia paga ou o valor trocado para um determinado fim.

O custo pode ser definido como custo tecnológico, quando os recursos são contabilizados sob a forma de quantidade (quilogramas, metros, etc.) ou como custo monetário, quando os bens ou serviços utilizados são contabilizados sob a forma de valor monetário. Segundo Nabais (1991), o custo monetário é mais comumente utilizado pela contabilidade analítica.

Segundo Franco et al. (2015), o facto de o custo corresponder ao valor monetário associado à utilização de um recurso, significa que as atividades de qualquer organização implicam custos, na medida em que estas consomem recursos. O artigo a ser custeado designa-se por objeto de custeio e segundo Horngren et al. (2012), estes podem ser produtos/serviços, clientes, canais ou regiões.

### 2.1.1 Critérios de classificação de custos

Segundo Silva (1991), os custos podem ser classificados de forma diferente consoante os critérios utilizados. Cada critério estabelece uma relação entre os respetivos elementos envolvidos e os fins pretendidos. Silva (1991) identifica os seguintes critérios:

- Destino funcional;
- Relação com o nível de atividade;
- Forma de imputação do custo ao produto ou serviço;
- Natureza do produto ou serviço;
- Custos do produto e do período.

#### A. Destino funcional

Relativamente ao seu destino funcional, os custos podem ser classificados em diversas categorias principais, que geralmente são comuns às várias empresas independentemente do seu ramo: custos industriais, custos administrativos, custos financeiros, custos de distribuição ou comerciais.

No que concerne aos custos industriais, estes englobam todos os custos afetos à produção, nomeadamente os custos com matérias-primas, mão-de-obra, maquinaria afeta à produção, gastos gerais de fabrico e todos os custos associados ao aprovisionamento.

Relativamente aos custos administrativos, são considerados todos os custos relativos à gestão da empresa. Estão incluídos nesta categoria os custos relacionados com os salários do pessoal administrativo e os custos associados ao material de escritório.

No que diz respeito aos comerciais, contabilizam-se os custos afetos à venda e pós-venda dos produtos, sendo incluídos os custos de transporte, comissões de venda e custos associados aos salários do pessoal inserido na área comercial.

Por fim, surgem os custos financeiros, os quais estão associados ao recurso a capital alheio por parte da empresa para financiar as suas atividades. Um exemplo associado a este custo são os juros decorrentes de empréstimos bancários.

#### B. Relação com nível de atividade

Relativamente à sua variabilidade, os custos podem ser classificados, segundo Afonso (2002), como fixos, variáveis, semi-fixos ou semi-variáveis.

Atendendo aos custos fixos, estes não sofrem alteração no seu valor em função do nível de atividade da empresa. Drury (2015) define custos fixos, como custos de estrutura, sendo exemplos destes as rendas, as depreciações e os seguros. Contrariamente aos custos fixos, os custos variáveis dependem do volume de atividade da organização. Um exemplo de um custo variável consiste na compra de matérias-primas, na medida em que se o nível de produção de um determinado bem aumentar, os níveis de consumo das matérias-primas que constituem esse bem também aumentam.

Os custos semi-fixos ou semi-variáveis, segundo Afonso (2002), dependem do nível de utilização, ou seja, têm valor total constante até certo volume de produção, e uma vez ultrapassado esse volume esses custos variam. Um exemplo associado aos custos semi-fixos é a energia elétrica, na medida em que é cobrada uma taxa mínima independentemente do nível de utilização, à qual é adicionado um valor cobrado por *kilowatts* consumidos.

#### C. Forma de imputação do custo ao produto ou serviço

No que diz respeito à forma de imputação dos custos, esta pode realizar-se de forma direta ou indireta. Segundo Franco et al. (2015), os custos diretos são exclusivos de determinado objeto de custo. Exemplos de custos de base de imputação direta são os referentes a matérias-primas e mão-de-obra direta.

Relativamente aos custos de imputação indireta, estes estão relacionados com os recursos que não atuam diretamente na conceção do produto, pelo que, segundo Horngren et al. (2008), não são facilmente alocados aos objetos de custo. De acordo com Caiado (2020), esta alocação é feita através de coeficientes e bases de imputação, quando usada a abordagem tradicional de custeio, ou aplicando indutores de custo, quando se utiliza o custeio baseado em atividades.

#### D. Custos do produto e do período

De acordo com Franco et al. (2005), os custos do produto referem-se ao montante atribuído ao produto como resultado de valorização dos respetivos inventários. Os custos do período são os custos que afetam o resultado de um período, englobando além dos custos dos produtos vendidos, os custos financeiros, administrativos e de função comercial.

Assim, segundo Coelho (2012), apenas os custos dos produtos que foram vendidos devem ser afetos aos custos do período, devendo os restantes ser considerados custos do produto.

#### E. Natureza do produto ou serviço

Segundo Afonso (2002), os custos, segundo a sua natureza, podem-se dividir em matérias-primas, matérias subsidiárias, gastos com pessoal, amortizações, impostos, taxas e gastos financeiros de acordo

com a norma contabilística em vigor. A classificação dos custos por natureza corresponde às várias contas pertencentes à classe 6 (Gastos) da norma contabilística que consta no código de contas do Sistema de Normalização Contabilística. Das várias contas existentes nessa classe, evidenciam-se as seguintes:

- Conta 61 - Custos das mercadorias vendidas e das matérias consumidas (CMVMC);
- Conta 62 - Fornecimentos e serviços externos (FSE);
- Conta 63 - Gastos com pessoal;
- Conta 64 - Gastos de depreciação e de amortização;
- Conta 69 - Gastos e perdas de financiamento.

### 2.1.2 Contabilidade de custos

Alguns autores, como Horngren et al. (1994), referem que a contabilidade de custos moderna poderá, também, ser conotada com a contabilidade de gestão. Contudo, de acordo com Afonso (2002), a contabilidade de custos e a contabilidade de gestão não têm o mesmo campo de atuação, pelo que é importante definir com clareza os dois conceitos e evitar sobreposições. Na perspetiva de Mahajan & Kulkarni (2014), a contabilidade de custos e a contabilidade de gestão complementam-se, sendo a contabilidade de custos a principal fonte de informação da contabilidade de gestão. A contabilidade de gestão tem por objetivo suportar a tomada de decisões, enquanto a contabilidade de custos tem por finalidade apurar todos os custos da empresa e fornecer essa respetiva informação à contabilidade de gestão.

A contabilidade de custos objetiva o apuramento de todos os custos verificados numa organização incluindo, segundo Martins (2008), os custos administrativos, financeiros, de venda e os custos industriais relacionados com a compra de recursos e transformação dos mesmos.

De acordo com Carvalho (1999), a contabilidade de custos procede à valorização de existências e ao cálculo e controlo do custo dos produtos. Segundo Neves & Viceconti (2013), a informação proporcionada pela contabilidade de custos permite auxiliar a gestão no que concerne à tomada de decisão, apoiar o processo de controlo, bem como identificar padrões e definir previsões.

Segundo Pimentel et al. (2013), a contabilidade de custos surgiu devido à necessidade de se determinar o custo associado ao produto, com vista à valorização dos *stocks*. De acordo com Pires (2001), o seu surgimento resultou da falta de capacidade da contabilidade geral em atender à crescente necessidade

de informação sobre o custo associado à fabricação de produtos, aquando da substituição da produção manual pela produção fabril (revolução industrial). Augusto et al. (2018) também defendem que a sua aparição resultou do aumento das operações de compra e venda espoletadas pela revolução industrial.

De facto, nessa época, muitos autores publicaram obras nas quais descreviam técnicas associadas à contabilidade de custos. De entre as quais, destaca-se a publicação de Robert Hamilton intitulada “An Introduction to Merchandize”. Segundo Beuren (1993), esta obra foca a utilização da informação proporcionada pela contabilidade de custos como meio para a tomada de decisão eficaz por parte da gestão.

De acordo com Pires (2001), o elevado número de recursos materiais, financeiros e humanos utilizados nas indústrias de grande dimensão resulta num aumento da necessidade de informação por parte dos gestores, a qual é fornecida através da contabilidade de custos, sendo esta, portanto, um meio essencial à tomada de decisão.

O apuramento exato dos custos, proporcionado pela contabilidade de custos, assume um papel crítico na sustentabilidade de uma organização, na medida em que surge como um guia de ação para a gestão de uma empresa (Santos, 2011). Conclui-se, assim, que a informação transmitida pela contabilidade de custos à gestão é fundamental para a sua tomada de decisão e conseqüentemente para o sucesso da organização.

### 2.1.3 Sistemas de custeio

Um sistema de custeio é, segundo Heitger et al. (1992), um conjunto de métodos que permite medir e fornecer informações sobre os custos. Os sistemas de custeio podem ser divididos em: sistemas de custeio tradicionais e sistemas de custeio modernos.

#### 2.1.3.1 Sistemas de custeio tradicionais

Os sistemas de custeio tradicionais podem ser classificados quanto ao processo de obtenção de custos e quanto à sua natureza. Segundo Afonso (2002), no que concerne ao processo de obtenção dos custos, distingue-se o custeio por encomenda do custeio por processo e relativamente à natureza dos custos distingue-se o custeio por absorção do custeio variável. Além dos mencionados, há autores que consideram os sistemas de custos padrão como sistemas de custeio tradicionais.

##### A. Custeio por encomenda e custeio por processo

Segundo Martins (2008), no que concerne ao processo de obtenção de custos, temos dois tipos de sistemas de custeio: por encomenda e por processo.

Relativamente ao sistema de custeio por encomenda, os custos são apurados de forma direta para cada ordem de produção ou encomenda. No sistema de custeio por processo, os custos são acumulados em centros de produção durante um determinado período, sendo no fim do mesmo definido o custo médio de cada produto com base na quantidade produzida (Pereira & Franco, 1987).

O sistema de custeio por encomenda, segundo Garrison et al. (2013), aplica-se a organizações que produzam bens ou serviços não padronizados, nomeadamente produtos únicos que sejam produzidos por medida. Este método é bastante utilizado nas empresas cuja produção é puxada pelo cliente, ou seja, em empresas cuja produção só se inicia com a chegada de uma encomenda.

Nos sistemas de custeio por processo, o produto é custeado de acordo com o seu processo de fabrico e não por tipo de encomenda, sendo, portanto, adequado a empresas que pratiquem a produção em massa de produtos similares, como é o caso da indústria eletrónica.

#### B. Custeio por absorção e custeio variável

No que concerne ao critério utilizado na imputação dos custos fixos aos produtos, distingue-se o custeio por absorção do custeio variável (Horngren et al., 2004). Isto é, no sistema de custeio variável são considerados no custo dos produtos os custos que variam em função do nível de atividade da organização, ou seja, os custos variáveis, sendo os custos fixos de produção considerados como despesas do período. Contrariamente, no sistema de custeio por absorção, tanto os custos fixos de produção, que não variam em função do nível de atividade, como os custos variáveis são imputados ao produto.

Convém reforçar que ambos os sistemas de custeio consideram a existência dos custos fixos, a única diferença é que um deles, sistema de custeio por absorção, considera-o como parte do custo do produto e o outro, sistema de custeio variável, não. Afonso (2002) afirma que um sistema de custeio que não considere a existência dos custos fixos é um sistema incompleto.

No que concerne ao sistema de custeio por absorção, apesar de este ser prático e de fácil aplicação apresenta algumas fragilidades. A incorporação dos custos fixos nos custos dos produtos pode distorcer os seus resultados e, conseqüentemente, induzir a administração a uma tomada de decisão errada.

Crepaldi (2010) afirma que o sistema de custeio variável, ao imputar aos produtos o seu valor de produção real, fornece a informação necessária para um maior controlo dos seus custos e para uma melhor tomada de decisão por parte da gestão.

### C. Sistemas de custos padrão

De acordo com Matz et al. (1987), o custo padrão consiste numa metodologia de cálculo do custo associado a um produto com base nas condições de operação correntes e do histórico de produção e tendo em consideração as condições de eficiência e volume das ordens de produção.

De acordo com Leone & Leone (2010), os valores obtidos através do custo padrão devem ser comparados com os custos reais, de forma a que os desvios sejam analisados e tidos em consideração na melhoria do desempenho operacional.

De acordo com Heitger et al. (1992), o custo padrão pode ser distinguido entre ideal, básico ou corrente. O custo padrão ideal assume condições ideais de produção, ou seja, não considera eventuais condicionantes e contratempos que possam ocorrer no processo produtivo. O custo padrão básico, segundo Afonso (2002), assume condições normais de produção, ou seja, considera quantidades, preços e grau de utilização semelhantes aos detetados em experiências anteriores. Por fim, o custo padrão corrente, segundo Afonso (2002), assume a produção esperada para o período em questão, bem como as condições atuais de produção.

De acordo com Matz et al. (1987), existem várias vantagens associadas ao sistema de custos padrão, entre as quais o facto de este sistema permitir medir a eficiência de um sistema produtivo, permitir realizar o controlo de custos, avaliar inventários e determinar preços de venda.

#### 2.1.3.2 Sistemas de custeio modernos

Os sistemas de custeio tradicionais focam-se sobretudo na redução dos custos diretos, mais precisamente nos custos de MOD, uma vez que, aquando do seu desenvolvimento, os custos diretos eram os que mais contribuíam para o custo total de um produto, pelo que a falta de rigor relativa à imputação dos custos indiretos não era muito determinante no cálculo do custo final do produto. Contudo, com o aumento do número de atividades que suportam o processo de produção, os custos diretos associados à mão-de-obra tornaram-se cada vez menos determinantes no custo total de um produto. Desta forma, os custos indiretos começaram a ter cada vez mais influência na definição dos custos dos produtos, pelo que segundo Robin Cooper & Kaplan (1988), houve a necessidade de serem desenvolvidos modelos mais precisos na repartição desses custos pelos produtos.

Os sistemas de custeio modernos surgiram com o intuito de superar as lacunas manifestadas nos sistemas de custeio tradicionais face à evolução tecnológica, permitindo fornecer à gestão informações mais precisas no que concerne aos custos dos produtos e assim tornar a tomada de decisão mais eficaz.

Dos novos sistemas de custeio modernos destacam-se o custo alvo, o custo *kaizen* e o custeio por atividade (ABC), sendo este último o que assumiu maior relevo.

#### A. Custeio Baseado em Atividades

O *Activity-Based Costing* (ABC), ou custeio baseado em atividades, caracteriza-se por, numa primeira fase, atribuir o custo dos recursos a todas as atividades da empresa e numa fase posterior imputar ao produto os custos resultantes da utilização dessas atividades. De acordo com Burns et al. (2013), o sistema ABC assume que os recursos são consumidos por atividades e estas por sua vez são consumidas pelos produtos.

A alocação dos custos associados aos recursos às atividades que os consomem requer a utilização de *drivers* de atividade. De acordo com Kaplan & Atkinson (1998) existem três tipos de *drivers* de atividade: *transaction drivers*, *duration drivers* e *intensity drivers*. Segundo o mesmo autor, os mais precisos são os *duration drivers*, que refletem o tempo despendido na execução de uma atividade.

Seal et al. (2019) enumeram as cinco etapas necessárias à implementação de um sistema ABC: identificar os centros de atividade; relacionar os custos com os centros de atividade; imputar os custos aos centros de atividade; calcular as taxas de atividade e imputar os custos aos produtos ou outros objetos de custo com base nas taxas de atividade.

Em comparação com os sistemas de custeio tradicionais, o sistema ABC permite distribuir com mais precisão os custos indiretos, bem como fornecer informações mais precisas sobre os objetos de custo.

Contudo, este sistema de custeio também apresenta as suas debilidades, nomeadamente no que concerne ao tempo necessário à sua implementação e utilização, podendo ser bastante longo se uma organização pretender aplicá-lo em todas as suas linhas de artigos.

## 2.2 Controlo de Gestão

O campo de atuação do controlo de gestão foi-se expandindo ao longo do tempo dentro das organizações. De facto, na década de 60 e 70, este focava-se sobretudo em garantir que os recursos de uma empresa eram utilizados de forma eficiente. Por sua vez, na década de 90, o controlo de gestão começou a englobar atividades de planeamento, coordenação, comunicação de informação e avaliação, pelo que

nesta década o controlo de gestão já não era definido com uma atividade meramente contabilística (Anthony et al., 2014).

O conceito de controlo de gestão pode apresentar-se sob várias perspetivas, contudo, segundo Merchant & Van der Stede (2017), este pode ser definido como a capacidade de se influenciar os comportamentos dos colaboradores, de modo a que uma estratégia previamente definida seja executada.

O controlo de gestão e as atividades de *controlling* têm como principal objetivo fornecer aos responsáveis de uma organização informações relevantes e fidedignas, de forma a que estes possuam todas as condições para uma tomada de decisão eficiente relativamente a meios humanos, materiais ou financeiros e assim atingir os objetivos organizacionais previamente estabelecidos.

Esta atividade, compara os objetivos planeados com os desempenhos realmente alcançados, potenciando a tomada de ações corretivas caso se justifique. Segundo Reis & Rodrigues (2014), para que esta comparação seja efetuada de forma rigorosa, esta deve ter por base informação que seja fiável, na medida em que informação tardia ou errada pode gerar conclusões e tomadas de decisão inadequadas.

Na perspetiva de Jordan et al. (2021), o controlo de gestão permite promover ações preventivas que conduzam a organização ao alcance dos seus objetivos o mais rapidamente possível. De acordo com Merchant & Van der Stede (2017), falhas ao nível do controlo de gestão podem desprestigiar a reputação de uma organização, originando grandes perdas e insucesso financeiro.

Segundo Flamholtz (1996), estas atividades assumem diversos objetivos, entre os quais: estabelecer formas de comunicação que permitam a integração de todos os colaboradores na organização; criar procedimentos que permitam aumentar a eficácia da tomada de decisão por parte dos gestores e criar mecanismos que possibilitem aumentar o foco dos colaboradores nos seus objetivos.

O *controller* recolhe, analisa e comunica informação aos gestores, de forma a que estes consigam planear, controlar e avaliar os processos que decorrem na organização. De facto, quem é responsável pelo controlo de gestão utiliza sobretudo informação contabilística, que permite avaliar as atividades que mais contribuem para a geração de valor na organização. Contudo, também atende a outros dados relacionados, por exemplo, com o controlo de qualidade e satisfação dos clientes, os quais também são importantes para a tomada de decisão por parte dos gestores. De acordo com Hilton & Platt (2019), existem várias áreas de atuação do controlo de gestão, nomeadamente, gestão estratégica; gestão de desempenho; gestão de riscos; gestão da relação com clientes e gestão de sistemas.

De acordo com Mahony & Doran (2009), o desenvolvimento tecnológico das empresas levou ao surgimento de sistemas de controlo de gestão mais eficientes e autónomos, os quais tornaram-se responsáveis pela realização de relatórios financeiros e de controlo.

### 2.2.1 Sistemas de controlo de gestão

De acordo com Macintosh & Quattrone (2011), o controlo de gestão pode ser alcançado através da introdução de sistemas de gestão que assegurem o controlo do desempenho de uma organização. De facto, segundo Jordan et al. (2021), o sucesso de uma organização pode ser atingido através da instalação de sistemas de controlo adequados e eficientes.

Merchant & Van der Stede (2017) defendem que os sistemas de controlo permitem à gestão averiguar se os interesses e os comportamentos dos trabalhadores vão ao encontro dos objetivos e estratégias da organização. Estes são utilizados para monitorizar e avaliar as ações providas por todos os membros da organização, com vista à correção dos seus comportamentos, de modo a que os objetivos previamente definidos sejam alcançados (Macintosh & Quattrone, 2011). Deste modo, um sistema de controlo de gestão eficiente influencia positivamente o comportamento dos colaboradores, permitindo que estes contribuam para que a empresa alcance as metas estabelecidas.

Simons et al. (2000) definem os sistemas de controlo de gestão (SCG) como mecanismos que permitem aos gestores obter a informação necessária para decidirem sobre a alteração ou manutenção dos padrões existentes nas atividades da empresa.

A contabilidade de gestão reporta informação essencial à avaliação económica e financeira da organização, sendo, portanto, um dos principais constituintes dos sistemas de controlo de gestão (Chenhall, 2003). Contudo, segundo Malmi & Brown (2008) os sistemas de controlo de gestão englobam outros indicadores para além dos financeiros e económicos. De acordo com Chenhall (2003), os SCG também incluem informação sobre o mercado externo, nomeadamente, no que concerne aos clientes e aos concorrentes, sendo, também, estes fatores importantes na tomada de decisão.

Os sistemas de controlo de gestão devem-se moldar e adequar à realidade e às necessidades de cada organização, devendo acompanhar o seu desenvolvimento ao longo do tempo, nomeadamente, no que concerne à sua dimensão, cultura, tecnologia, situação económica e financeira.

Segundo Jordan et al. (2021) os fatores que mais influenciam o comportamento dos SCG são a cultura da empresa, a estrutura organizacional, o setor de atividade e o meio envolvente.

Os SCG permitem que os procedimentos executados por cada membro de organização atendam aos objetivos inicialmente estabelecidos, de forma a que os resultados realmente alcançados coincidam com os previamente definidos.

### **2.3 Controlo de Custos no Setor da Construção**

Segundo Weustink et al. (2000), para que uma empresa seja competitiva é necessário que esta, além de planejar a produção, efetue um controlo rigoroso dos seus custos. A elaboração de um planeamento eficiente não assegura só por si a execução dos trabalhos conforme a duração e custos previstos. Deste modo, o controlo produtivo é fundamental em todos os projetos, sobretudo naqueles que se encontram relacionados com a construção, na medida em que este possibilita manter o nível de desempenho da empresa dentro do plano inicial (Al-Jibouri, 2003).

Segundo Neale & Neale (1989) o sistema de controlo de custos de um determinado empreendimento deve seguir três etapas: recolha de informação sobre o estado real; comparação do estado real com o que foi previamente planeado e definição de medidas corretivas com base nas causas dos desvios detetados. A. C. dos Reis (2013) também partilha a mesma visão do autor anteriormente citado, afirmando que o processo de controlo de custos é composto por três fases: observação; comparação do que foi observado com o que foi previamente estabelecido e definição de ações corretivas. As primeiras duas etapas devem ser realizadas com a maior antecedência possível, de forma a que a última seja exequível antes do término do projeto.

Roldão (2016) salienta que o controlo de custos tem como principal objetivo identificar desvios entre o que foi previamente planeado e o que se verifica na realidade, de forma a que sejam tomadas ações corretivas que possibilitem o alcance dos objetivos previamente definidos.

O processo de controlo de custos envolve assegurar que os gastos verificados não sejam superiores aos autorizados; garantir que os desvios de custos se encontrem dentro de limites aceitáveis; identificar as causas dos possíveis desvios positivos e negativos verificados e gerir as alterações do projeto de forma a que estas sejam efetuadas oportunamente (PMI, 2017).

De acordo com Westney (1997) a comparação entre o desempenho planeado e o realmente verificado pode ser efetuada através de curvas de monitorização. Segundo o autor, um possível método que permite a identificação de desvios, consiste na representação gráfica de duas curvas, em que uma delas retrata a *performance* real e a outra o desempenho planeado (Figura 1). Antes do início da obra, apenas surge

no gráfico a curva correspondente ao desempenho planeado, que servirá como referência. Com o decorrer da empreitada, será projetada a curva correspondente ao desempenho real.

Convém referir que este método só é vantajoso na deteção de grandes desvios, não sendo por isso eficaz na identificação dos de pequena dimensão. Além disso, o processo de comparação entre o desempenho planeado e o realmente verificado deve ser efetuado ao longo da empreitada e não só apenas aquando do seu término, de forma a que haja a possibilidade de serem postas em prática medidas corretivas.

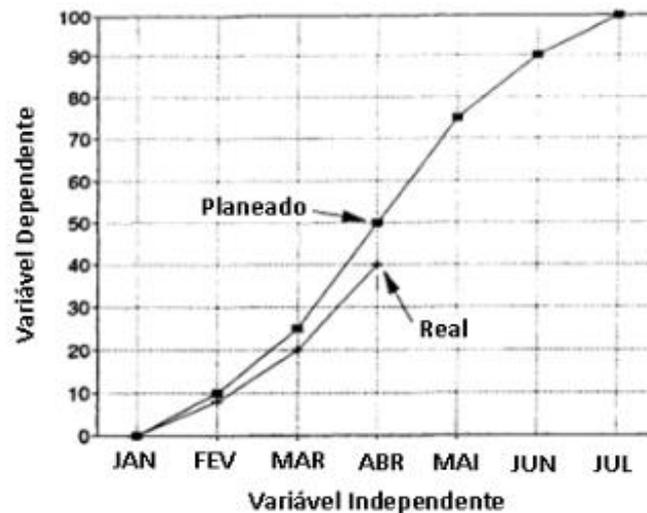


Figura 1 - Curva de monitorização

(Adaptado: Westney, 1997)

De acordo com Oldcorn (1989), o técnico responsável pela análise e comparação do desempenho real com o previamente estabelecido tem de definir os limites a partir dos quais um desvio é considerado significativo e alvo de análise. Assim, este processo de análise e deteção de desvios depende em parte da sensibilidade de quem o realiza.

Como foi referido no início deste capítulo, planear e organizar são duas atividades fundamentais para que os objetivos inicialmente traçados sejam atingidos, contudo estas só por si não garantem o sucesso de uma determina empreitada, necessitam de ser complementadas por um processo de controlo (Ritz & Levy, 2013). De facto, no caso de uma organização não possuir um sistema de controlo, os desvios não são quantificados, pelo que a sua ocorrência não desencadeará a tomada de qualquer medida corretiva. Pelo contrário, com um sistema de controlo eficiente os desvios são detetados, as suas causas identificadas e conseqüentemente são tomadas as respetivas ações corretivas, de forma que os objetivos inicialmente planeados sejam alcançados.

Uma análise de desvios eficiente permite avaliar o desempenho de todas as atividades de um determinado projeto e consequentemente direcionar a atenção dos responsáveis da produção para aquelas que apresentam um menor rendimento face ao previsto (Abraham et al., 2008).

O grau de controlo varia com a complexidade de uma empreitada, pelo que projetos de maior dimensão ou complexidade necessitarão de um controlo mais detalhado, na medida em que estes são mais propícios à ocorrência de desvios (PMI, 2017).

Um procedimento de controlo mais rigoroso apesar de permitir uma deteção mais eficaz dos desvios apresenta por norma um custo mais avultado, pelo que, segundo Tavares et al. (1996), é necessário adotar algumas práticas no processo de monitorização de forma a que este seja eficiente e ao mesmo tempo económico, nomeadamente, recolher apenas informação cuja contribuição seja indispensável para o controlo do projeto; ajustar o número de medições em função do nível de criticidade das atividades; processar a informação de forma rápida, de modo a que esta chegue atualizada aos gestores e ajustar a periodicidade das reuniões em função da duração do projeto.

### 2.3.1 Métodos de controlo

Um controlo de custos eficaz exige a existência de uma metodologia que permita identificar e comparar os custos realmente ocorridos com os que se previam ao nível do orçamento<sup>1</sup>. No ramo da construção existem diversos métodos de controlo de custos cuja aplicação varia consoante o tipo de obra em questão, sendo os mais utilizados o sistema baseado nos custos unitários; o método dos lucros e perdas globais; a metodologia dos ganhos e perdas por períodos de avaliação; o sistema baseado nos custos padrão e o método PERT-custos ou CPM-custos (A. C. dos Reis, 2013).

#### A. Custos unitários

Este método de controlo de custos não analisa globalmente uma determinada empreitada, mas sim cada uma das atividades que a constituem. Deste modo, são inicialmente contabilizados e registados os custos de cada tipo de trabalho executado e numa fase posterior comparados com os previamente definidos no orçamento.

#### B. Lucros e perdas globais

---

<sup>1</sup> Orçamento: documento que compreende estimativas relativas aos custos, proveitos e resultados de uma determinada empreitada.

Este sistema, contrariamente ao anteriormente mencionado, analisa cada empreitada na sua globalidade, não sendo a deteção dos desvios efetuada de forma particular para cada atividade executada. Segundo este método, o controlo dos trabalhos apenas é efetuado aquando do seu término, sendo nessa fase efetuada uma comparação entre os custos reais verificados na obra com os pré-definidos ao nível do planeamento. Este sistema ao ser executado apenas no fim da empreitada, não permite que sejam postas em prática ações corretivas no decorrer da obra. Contudo, são na mesma analisadas e identificadas as causas dos desvios, de forma a que essa informação seja tida em consideração na execução de obras futuras. Devido a este fator, de acordo com A. C. dos Reis (2013), este método deve ser utilizado apenas em projetos de construção de pequena dimensão e curta duração.

#### C. Ganhos e perdas por períodos de avaliação

Este sistema analisa cada empreitada de forma global e não por natureza de atividades, o que faz com que o seu uso não seja indicado para projetos cuja avaliação exija um grau de complexidade elevado. Neste método, contrariamente ao anteriormente abordado, o apuramento de lucros e perdas é feito em vários períodos ao longo da obra e não apenas aquando do seu término.

#### D. PERT-custos ou CPM-custos

Segundo este método, o controlo é efetuado de forma independente para cada tarefa que constitui o plano de trabalhos de uma determinada empreitada, pelo que antes da sua aplicação é necessário proceder à subdivisão da obra no seu conjunto de tarefas que a compõem. Este sistema compara assim os custos realmente ocorridos durante a execução de uma determinada tarefa com os pré-definidos ao nível do orçamento, exigindo tal facto a realização de sucessivas medições ao longo do progresso dos trabalhos. Por fim, este método revela-se mais completo que os restantes, na medida em que além dos custos, também permite efetuar um controlo ao nível dos prazos da obra.

#### E. Custos padrão

O que está na base do cálculo do custo padrão de um determinado produto é a definição dos recursos associados à sua produção. Uma vez estes definidos, o cálculo do custo é feito através da multiplicação do consumo padrão dos recursos e o custo unitário dos mesmos.

Após o apuramento do custo padrão, é feita a sua comparação com o custo de produção real, de forma a serem detetados possíveis desvios, bem como as suas causas. Este sistema é pouco utilizado nas atividades de construção civil devido à variabilidade dos seus produtos, sendo mais comumente aplicado na indústria transformadora.

### 2.3.2 Causas dos desvios de custo nas empreitadas

A indústria da construção é caracterizada por diversas incertezas, pelo que normalmente o que é previsto na fase de planeamento não se verifica na realidade. Tal desfasamento leva à ocorrência de desvios nomeadamente ao nível dos custos, os quais podem ser positivos ou negativos. No caso de os custos reais serem superiores aos previstos, verifica-se um desvio positivo. Por outro lado, se os custos orçamentados forem superiores aos realmente verificados, sucede um desvio negativo. Como é de fácil constatação, os desvios positivos são mais preocupantes do que os negativos, pelo que é crucial que aquando do seu surgimento sejam identificadas as suas causas, de forma a serem tomadas as respetivas medidas de ação corretivas.

De acordo com Shane et al. (2009), existem diversas causas geradoras de desvios de custos, as quais podem ser de origem externa ou interna. Segundo o mesmo autor, as causas internas, contrariamente às externas, são da responsabilidade da empresa e como tal controláveis pela mesma.

Relativamente aos fatores internos, Shane et al. (2009) identifica:

- Otimismo exagerado sobre parâmetros chave do empreendimento;
- Complexidades construtivas;
- Alterações do âmbito do projeto;
- Alterações de planeamento;
- Estimativas de custo inadequadas;
- Alterações contratuais (custo/prazo da obra);
- Má gestão (organização deficiente).

No que concerne aos fatores externos, Shane et al. (2009) refere:

- Efeitos da inflação;
- Situação do mercado;
- Ocorrência de imprevistos (catástrofes ambientais);
- Alterações legais/regulamentares.

Yeo (1990) também salienta que existem diversos fatores responsáveis pelos desvios de custos das empreitadas, dos quais destaca:

- Soluções ao nível da inovação e tecnologia ineficientes;

- Mão-de-obra inadequada/inexperiente;
- Políticas contratuais deficientes (atrasos na documentação);
- Escassez de mão-de-obra;
- Equipamentos ineficientes (avaria de máquinas);
- Erros na estimativa dos custos.

A indústria da construção depara-se com um cenário altamente competitivo, em resultado do elevado número de empresas existentes no ramo. Tal facto faz com que as organizações aquando da elaboração dos orçamentos tentem manter os custos o mais baixo possível, de forma a conseguirem apresentar as melhores propostas ao cliente. Estas estimativas dos custos tornam-se assim imprecisas e irreais, sendo por isso também uma fonte de desvios (Cheng et al., 2013).

Constata-se assim que a identificação das causas dos desvios assume um papel de destaque no controlo de custos, na medida em que além de permitir a tomada de ações corretivas atempadas no decurso de uma determinada obra, previne a ocorrência de falhas idênticas em empreitadas futuras. Por vezes a identificação das causas associados aos desvios é uma tarefa complexa e difícil, pelo que a mesma deve ser realizada com a participação de vários intervenientes no processo, nomeadamente, orçamentistas e diretores de obra.

Para que as ações corretivas surtam algum efeito nas empreitadas em curso, é necessário que os desvios de custos sejam identificados com a devida antecedência. Tal facto, só é exequível se houver mecanismos que permitam um acompanhamento em tempo real das obras, tais como as tecnologias de *business intelligence* (BI).

## **2.4 Business Intelligence**

No que concerne ao termo *business intelligence* (BI), a sua definição não é única, podendo variar consoante o ponto de vista de cada autor (A. Cooper, 2012). Uma definição que aparentemente gera consenso entre vários autores é apresentada por Wixom & Watson (2010), segundo a qual BI é um conjunto de tecnologias, aplicações e processos de recolha e análise de dados que apoiam a tomada de decisão por parte da gestão.

Segundo Wu et al. (2007), o conceito BI pode ser compreendido como um conjunto de metodologias, processos e tecnologias que transformam dados não tratados e provenientes de diversas origens em informação útil que potencia a previsão, o pensamento estratégico e a tomada de decisão eficiente nas

organizações. Desta forma, um mecanismo *business intelligence* proporciona ao decisor uma visão histórica, presente ou preditiva da atividade da organização, que é essencial ao seu processo de tomada de decisão.

Atualmente, os sistemas de informação de uma determinada organização encontram-se repletos de dados referentes a diversos processos e provenientes de origens várias. Tal facto suscita o crescente interesse das organizações na utilização de ferramentas BI capazes de transformar os dados presentes nesses sistemas de informação em conteúdo útil e relevante (Cody et al., 2002). Constata-se assim que é necessário a uma organização possuir não apenas o máximo de informação, mas sobretudo informação pertinente e capaz de suportar os vários tipos de tomada de decisão (Cody et al., 2002).

Existem diversos fatores que são críticos na implementação de um sistema de BI com sucesso, os quais devem ser merecedores de atenção por parte da organização. O primeiro elemento reside no apoio e no comprometimento da gestão de topo. Segundo Díaz et al. (2018), a promoção da mudança na organização, bem como a disponibilização dos recursos financeiros e humanos necessários são tarefas cuja responsabilidade deve recair sobre a alta administração. De acordo com Yeoh & Koronios (2010), o segundo fator consiste na identificação das necessidades do negócio, de forma a que estas sejam tidas em consideração aquando do processo de implementação do sistema BI. Williams & Williams (2006) destacam a importância da organização identificar as suas prioridades e objetivos, de forma a que sejam eficientemente identificadas as ferramentas que permitam fornecer a informação necessária ao alcance dos mesmos. Por fim, no que concerne ao nível tecnológico, Yeoh & Koronios (2010) afirmam que as ferramentas devem garantir a qualidade e integridade da informação, bem como a sua contínua atualização.

Relativamente ao processo de implementação de um sistema BI, Williams & Williams (2006) defendem que este se divide em duas fases: criação e utilização. Segundo estes autores, a criação do BI é a fase que requer mais dispêndio de recursos humanos e financeiros. Contrariamente, Sangar & Iahad (2013) afirmam que esse procedimento se encontra dividido em três etapas: pré-implementação, onde se procede à escolha do fornecedor com base nos objetivos estabelecidos pela organização; implementação, que envolve a construção e implementação da ferramenta e pós-implementação, onde através de processos de melhoria contínua é garantida a corrente satisfação dos utilizadores.

Olszak & Ziemia (2007) enumeram vários benefícios e ganhos provenientes da utilização de sistemas BI, nomeadamente, o facto de permitirem a integração e correlação de informação que se encontra dispersa; terem a capacidade de analisar vários conjuntos de dados; permitirem desenvolver relatórios

(financeiros e não financeiros) e permitirem a realização de previsões e simulações, possibilitando à gestão uma reação rápida a alterações do mercado.

Chung & Tseng (2012) defendem que os sistemas BI permitem por um lado recolher informação sobre o ambiente externo, nomeadamente, informação relativa aos principais concorrentes e por outro lado acumular dados operacionais da própria organização, de forma a reunir informação relevante sobre o seu desempenho.

De acordo com Williams & Williams (2006), um mecanismo BI permite identificar quais os processos de uma determinada organização sobre os quais é necessário atuar, de forma a aumentarem-se as receitas e/ou reduzirem-se os custos. Elbashir et al. (2008) referem que os sistemas BI além de permitirem à gestão de topo analisar o desempenho geral da empresa, também possibilitam a otimização de processos de carácter mais operacional, nomeadamente, a gestão da cadeia de abastecimento, a produção e o serviço ao cliente.

Segundo Fedouaki et al. (2013), um sistema BI, pelo conhecimento e informação que fornece, permite a uma organização estar sempre um passo à frente da sua concorrência e assim responder eficientemente à crescente pressão do mercado.

De acordo com Rikhardsson & Yigitbasioglu (2018), o facto de os mecanismos BI disponibilizarem aos utilizadores um acesso direto à informação, leva a que os *controllers* assumam novas funções na organização, nomeadamente, auxiliar os utilizadores a trabalhar com o BI e a interpretar dados e apoiar os informáticos no desenvolvimento do sistema BI.

Constata-se assim que um sistema BI traz vários benefícios às empresas, dotando-as também de novos desafios que são fundamentais para o seu crescimento.

De entre as várias funcionalidades associadas às tecnologias *business intelligence* destacam-se as seguintes:

- Desenvolvimento de *dashboards*;
- Análises preditivas.

#### 2.4.1 Desenvolvimento de *dashboards*

O aumento da quantidade de informação a ser alvo de análise nas empresas provocou a necessidade do surgimento de uma ferramenta capaz de reunir os dados essenciais à tomada de decisão por parte da

gestão (Rasmussen et al., 2009). Esta ferramenta foi realmente construída e denomina-se quadro de comando ou *dashboard*.

Few (2006) define *dashboard* como sendo uma representação visual, num único ecrã, da informação mais importante e relevante à organização, para que esta consiga alcançar os objetivos definidos previamente. Os autores Yigitbasioglu & Velcu-Laitinen, (2012) validam a definição anteriormente referida, acrescentando que esta ferramenta interativa permite ao utilizador identificar, explorar e comunicar as áreas problemáticas que necessitam de ação corretiva. Few (2006) compara o *dashboard* a um painel de bordo de um automóvel, cuja função é disponibilizar ao condutor, de forma rápida e intuitiva, um conjunto de informações relevantes e críticas sobre o funcionamento do veículo.

De acordo com Malik (2005), os *dashboards* podem ser classificados segundo três tipos: estratégicos, operacionais e analíticos. Os *dashboards* estratégicos têm como principal finalidade monitorizar os objetivos globais previamente definidos por parte da organização, pelo que se prevê que esta ferramenta seja comumente utilizada pelos executivos que se encontrem no topo da hierarquia da empresa. Os *dashboards* operacionais fornecem informação essencial para o controlo particular de cada processo da organização, pelo que o uso desta ferramenta destinar-se-á aos responsáveis de cada departamento da empresa. Contrariamente aos anteriores, estes *dashboards* necessitam de uma monitorização em tempo real, na medida em que quanto mais rapidamente forem detetadas situações de risco, mais atempadamente será realizada a devida intervenção. Por fim, no que concerne aos *dashboards* analíticos, estes permitem que o utilizador tenha acesso quer a informação resumida e geral sobre toda a organização, como também a dados mais detalhados e minuciosos sobre um determinado departamento ou processo.

Vários autores defendem que os *dashboards* são cada vez mais relevantes e necessários nas organizações, enumerando várias vantagens associadas ao uso desta ferramenta:

- Aumento da eficiência dos trabalhadores, na medida em que o seu tempo poderá ser utilizado mais para atividades de análise e menos na recolha e tratamento de dados (Caldeira, 2010);
- Melhoria da tomada de decisão e conseqüente evolução do desempenho da empresa (Caldeira, 2010);
- Redução do tempo de deteção de situações adversas (Alexander & Walkenbach, 2013);
- Simplificação do processo de monitorização (Alexander & Walkenbach, 2013);
- Acessível e de baixo custo (Alexander & Walkenbach, 2013).

Para que todas estas vantagens resultantes do uso de *dashboards* se verifiquem na prática, é necessário que aquando do seu processo de elaboração sejam tidos em consideração certos fatores:

- Informação clara - evitar apresentar dados com excessivo detalhe ou informação descontextualizada e irrelevante (Eckerson, 2011);
- Informação atualizada - os dados presentes no *dashboard* devem ser atualizados em curtos períodos de tempo (Rushton et al., 2010);
- Público-alvo - o sistema deve ser elaborado tendo em consideração os seus futuros utilizadores (Weiner et al., 2015);
- Ação - o *dashboard* deve ser um suporte à tomada de decisão (Rushton et al., 2010);
- Identificação de variações - o sistema deve ser capaz de detetar e rastrear mudanças de desempenho ocorridas ao nível das operações (Eckerson, 2011);
- Qualidade dos dados - o *dashboard* deve estar conectado a uma fonte de informação composta por dados fidedignos e reais (Eckerson, 2011);
- Facilidade de acesso - os *dashboards* devem poder ser visualizados através de diferentes dispositivos ( e.g., computador, telemóvel, tablet) (Eckerson, 2011);
- Design simples e intuitivo - não colocar demasiados elementos decorativos e não usar gráficos, tabelas ou diagramas de forma desadequada (Few, 2006).

Segundo Abd-Elfattah et al. (2014) é possível constatar que com o apoio do *dashboard*, a qualidade global do processo de tomada de decisão melhorou, sendo por isso inegável o contributo desta ferramenta para o sucesso das organizações.

#### 2.4.1.1 Indicadores de desempenho

A transmissão de informação através dos *dashboards* é realizada sobretudo com recurso a indicadores de desempenho, pelo que é importante definir este conceito, bem como enumerar as etapas necessárias à sua conceção.

De acordo com Searcy et al. (2005), um indicador de desempenho é uma medida quantitativa ou qualitativa através da qual é possível analisar o estado de um projeto em relação aos objetivos previamente definidos. Parmenter (2020) corrobora a definição anteriormente mencionada, afirmando que os indicadores de desempenho são um conjunto de valores mensuráveis que traduzem a situação operacional e estratégica da organização face às metas inicialmente traçadas. Segundo Maté et al.

(2017), para que o estado atual de uma organização possa ser melhorado, este tem de ser medido, sendo tal facto possível através dos indicadores de desempenho.

No que concerne aos tipos de indicadores de desempenho, existem várias classificações que variam consoante o tipo de autor. Por exemplo Rezaee (2007) apenas divide os indicadores de desempenho em financeiros e não financeiros. Segundo o autor, uma seleção cuidadosa e ponderada destes dois tipos de indicadores permite à gestão verificar os setores onde deve atuar, de forma a melhorar o nível de desempenho da organização.

Para que seja possível monitorizar o desempenho de forma eficiente, os indicadores existentes para tal efeito devem estar alinhados com as necessidades reais da organização, desempenhando assim o seu processo de seleção uma etapa preponderante (Carlucci, 2010).

De acordo com Searcy et al. (2005), o procedimento relativo à construção dos indicadores de desempenho deve englobar um conjunto de seis etapas:

- Identificação das necessidades - elaborar um diagnóstico e detetar as informações que a organização necessita para a tomada de decisão;
- Elaboração do planeamento - definir as várias fases do processo de desenvolvimento dos indicadores de desempenho, bem como os prazos destinados à execução de cada etapa;
- Construção de um grupo de indicadores - elaborar um conjunto primitivo de indicadores de desempenho, que correspondem à primeira versão dos mesmos.
- Aprimoramento dos indicadores - os indicadores de desempenho anteriormente desenvolvidos devem ser alvo de uma análise conjunta por parte dos vários colaboradores da organização, de forma a que estes sejam aperfeiçoados e enquadrados no contexto real da empresa;
- Aplicação - os indicadores até então elaborados e testados começam a ser utilizados como um meio para a tomada de decisão;
- Melhoria contínua - os indicadores de desempenho serão continuamente ajustados e melhorados face a novas necessidades apresentadas pela empresa.

Constata-se assim que o processo apresentado é algo moroso e detalhado, contudo a sua não execução potencia a criação de indicadores deficientes e inúteis à organização.

#### 2.4.2 Análises preditivas

As ferramentas de análise preditiva permitem extrapolar tendências e prever comportamentos futuros através da detecção de padrões e relacionamentos em dados históricos.

A análise preditiva pode assim desempenhar um papel importante na elaboração do planeamento e na definição de objetivos estratégicos de curto, médio e longo prazo (Hyndman & Athanasopoulos, 2018). Além disso, segundo os mesmos autores, esta tarefa fornece um bom suporte à tomada de decisão, sendo, portanto, bastante apreciada por parte das organizações.

Segundo Hyndman & Athanasopoulos (2018), para que os modelos de análise preditiva potenciem melhorias ao nível da tomada de decisão, o seu processo de implementação deve ter em consideração as seguintes etapas: identificação das necessidades e objetivos da empresa; definição do horizonte temporal; seleção dos dados que servirão de suporte à previsão e identificação do método de previsão que melhor se ajusta à realidade da organização.

A análise preditiva engloba uma variedade de técnicas estatísticas, nomeadamente, o *Machine Learning*, que face às suas capacidades, será posteriormente utilizado como um meio de suporte à tomada de decisão na empresa em questão, DVM Global.

#### *2.4.2.1 Machine Learning*

Langley & Carbonell (1984) definem *Machine Learning* como o campo de estudo que permite a um sistema aprender informação a partir de um grupo de dados e não através de programação explícita. De acordo com Müller & Guido (2017), os algoritmos de *Machine Learning* usam métodos computacionais para aprender informação diretamente através de dados, não recorrendo a equações e fórmulas previamente definidas como padrão. Segundo Géron (2017), a precisão preditiva de um algoritmo de *Machine Learning* depende da quantidade, qualidade e relevância dos dados.

De acordo com Abiodun et al. (2018), as técnicas de *Machine Learning* são aplicadas em diversos setores de atividade, nomeadamente, na medicina para auxílio à deteção de tumores, nas finanças para a previsão do mercado financeiro, no automobilismo para a deteção de peões, na engenharia para estimar margens de lucro em projetos de construção e no campo de entretenimento para sugerir filmes ou livros com base nos anteriormente consultados.

Géron (2017) destaca a utilidade e o sucesso da ferramenta *Machine Learning* na procura de soluções para problemas complexos, que não são decifráveis através de técnicas tradicionais.

De acordo com Géron (2017), os modelos de *Machine Learning* podem ser divididos consoante o tipo de supervisão recebida durante a fase de treino em: *supervised learning*, *unsupervised learning* e *reinforcement learning*.

No que concerne ao modelo *supervised learning*, os dados fornecidos aos algoritmos durante o processo de treino incluem também o resultado esperado (*label*), isto é, a variável dependente resultante das variáveis independentes observadas (Müller & Guido, 2017). Esta técnica pode ser utilizada para responder a dois tipos de problemas: regressão, nos quais a variável a prever é do tipo contínua e classificação, onde se preveem respostas discretas. Relativamente aos problemas de classificação, estes ainda podem ser divididos em binário, onde as respostas são classificadas segundo duas categorias e multi-classe, quando o número de categorias é superior a dois (Müller & Guido, 2017). De acordo com Géron (2017), existem diversos algoritmos de *supervised learning*, nomeadamente, *logistic regression*, *decision tree*, *random forest*, *naive bayes* e *support vector machines*.

Em *unsupervised learning* os algoritmos não consideram a categoria (*label*) a que os dados de entrada pertencem. Segundo Géron (2017), um algoritmo de *unsupervised learning* tenta encontrar padrões e relações existentes num conjunto de dados não categorizados. Este modelo pode ser aplicado a diferentes tipos de tarefas, nomeadamente, *clustering*, que consiste na formulação de grupos constituídos por dados semelhantes; visualização, que procura simplificar os dados através da sua realocação a um espaço de menor dimensionalidade e deteção de anomalias, que consiste na identificação de padrões de comportamento não comuns nos dados (Géron, 2017).

Em *reinforcement learning* o sistema procura identificar a melhor ação consoante as circunstâncias e o ambiente em que a mesma será realizada. Em função de cada tarefa executada, o sistema irá receber uma punição ou uma recompensa, ajustando o seu comportamento em função do *feedback* recolhido. Espera-se que com o passar do tempo e com a repetição do processo, o sistema efetue as ações que gerem uma maior recompensa para cada situação (Géron, 2017).

#### 2.4.2.1.1 Métricas de avaliação

De acordo com Müller & Guido (2017), a escolha e aplicação de métricas de avaliação é essencial em qualquer projeto *Machine Learning*, na medida em que estas definem o nível de *performance* dos modelos desenvolvidos.

A matriz de confusão, que surge representada na Tabela 1, permite avaliar o desempenho de um modelo na previsão de cada categoria (*label*). De acordo com Müller & Guido (2017), esta matriz é constituída por duas dimensões (real, normalmente representada pelas linhas da matriz e prevista, normalmente

representada pelas colunas) e por um conjunto de categorias, idênticas em ambas as dimensões. De acordo com os mesmos autores, a primeira linha da matriz é constituída pelos verdadeiros negativos (TN) e pelos falsos positivos (FP), sendo a segunda linha composta pelos falsos negativos (FN) e pelos verdadeiros positivos (TP).

Tabela 1 - Matriz de confusão de um problema de classificação binário

		Previsão	
		Negativo	Positivo
Real	Negativo	TN	FP
	Positivo	FN	TP

Dos dados provenientes da matriz confusão é possível efetuar o cálculo de métricas que permitem avaliar os modelos de uma forma mais precisa e sucinta, nomeadamente, a *Accuracy*, a *Precision* e o *Recall*.

A *Accuracy*, cuja fórmula de cálculo surge representada na equação (1), representa a razão entre o número de previsões efetuadas com sucesso e o número total de previsões efetuadas.

$$Accuracy = \frac{TN + TP}{TN + FN + TP + FP} \quad (1)$$

A *Precision* permite medir a proporção de previsões positivas corretas, sendo calculada através da razão entre o número de verdadeiros positivos e a soma de verdadeiros positivos com falsos positivos, equação (2).

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

O *Recall* avalia a capacidade do modelo em identificar exemplos positivos, sendo calculado através da razão entre o número de verdadeiros positivos e a soma de verdadeiros positivos com falsos negativos, equação (3).

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

Relativamente às métricas *Precision* e *Recall*, o aumento do valor de uma implica a diminuição do valor da outra, não sendo, portanto, estas duas medidas independentes.

O *F1 score*, cuja fórmula de cálculo surge representada na equação (4), avalia o equilíbrio entre as duas últimas métricas abordadas (*Precision* e *Recall*), sendo quanto maior o seu valor, melhor o desempenho do modelo.

$$F1\ Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

(4)

Paolanti et al. (2018) afirmam que estas métricas são utilizadas sobretudo em problemas de classificação binária, sendo decisivas para a avaliação e consequente melhoria dos respetivos modelos desenvolvidos.

#### 2.4.2.1.2 Etapas de um projeto de *Machine Learning*

Para que um projeto de *Machine Learning* tenha a utilidade desejada é necessário que se proceda previamente à definição clara e rigorosa dos objetivos que se pretende alcançar com a sua aplicação.

Kanawaday & Sane (2017) defendem que antes de se proceder ao desenvolvimento do modelo de *Machine Learning* é fundamental estudar e compreender os dados que serão utilizados pelo mesmo no processo de previsão. Os mesmos autores afirmam que se o projeto de *Machine Learning* se resumir à seleção de um conjunto de dados e à aplicação aleatória de um algoritmo, este não terá o sucesso pretendido. Aquando da aplicação de um mecanismo de *Machine Learning* é importante ter em consideração os seguintes aspetos:

- Os objetivos a alcançar com a aplicação do mecanismo;
- O conjunto de dados disponível ser suficiente para representar e solucionar o problema;
- Ajustar o problema de forma que este possa ser solucionado através de um sistema *Machine Learning*;
- Os atributos<sup>2</sup> selecionados permitirem ao modelo obter previsões corretas;
- Medir a eficácia da aplicação do mecanismo *Machine Learning*.

Os métodos de *Machine Learning* apesar do seu elevado contributo são apenas uma parte do procedimento que irá permitir a resolução do problema original, pelo que o seu enquadramento e interligação com os restantes intervenientes é fundamental.

---

<sup>2</sup> Atributos: variáveis que compreendem informação relevante sobre o problema e permitem ao modelo de *Machine Learning* aprender com sucesso.

### 3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

A primeira etapa do desenvolvimento de um projeto de investigação consiste na definição do estudo a elaborar e da sua finalidade. Uma vez essa fase concluída, é fundamental refletir sobre a metodologia a aplicar ao longo da investigação.

A metodologia a utilizar define a diretriz de toda a investigação, na medida em que influencia a seleção de métodos e técnicas que possibilitem alcançar os objetivos previamente definidos. Segundo Bogdan & Biklen (2003) a metodologia proporciona o alcance dos propósitos da investigação, devendo assim a sua seleção ser feita de forma ponderada, exigindo uma forte reflexão/estudo por parte do investigador.

Relativamente ao horizonte temporal, este estudo caracteriza-se por ser transversal, uma vez que este foi executado num período de tempo específico e limitado, com início a Dezembro de 2020 e término a Junho de 2021.

No que concerne à natureza da investigação, existem dois paradigmas centrais – o paradigma qualitativo e o paradigma quantitativo. De acordo com Creswell & Poth (2018), um estudo qualitativo centra-se na reflexão e na interpretação do próprio investigador, bem como na experiência dos participantes que intervêm no projeto de investigação. Por outro lado, o método quantitativo adota uma abordagem objetiva, baseada num processo sistemático de recolha de dados quantificáveis (Freixo, 2013). No caso particular do projeto em questão, este assume um perfil qualitativo, na medida em que irão ser utilizadas essencialmente técnicas baseadas na observação e na análise de documentos, que envolvem a participação dos vários colaboradores da organização.

Neste projeto, mais concretamente para o desenvolvimento e implementação do *dashboard*, é necessário interagir com o meio envolvente, nomeadamente com os diferentes departamentos da organização, de forma a que este reflita a realidade da organização e atenda às suas necessidades. Deste modo, a filosofia que mais se adequa ao desenvolvimento deste projeto é o realismo. De acordo com Saunders et al. (2019), o realismo considera apenas a realidade objetiva, pelo que apenas aceita como válidos os fenómenos que são comprovados e sustentados com dados confiáveis.

No que concerne à estratégia de investigação, a metodologia a adotar é a investigação-ação, na medida em que o investigador também estará envolvido, juntamente com os colaboradores da organização, na implementação de soluções (Saunders et al., 2019).

### **3.1 Metodologia Investigação-Ação**

A investigação-ação é uma metodologia que engloba a ação (mudança) e a investigação (reflexão) simultaneamente, baseando-se num processo cíclico e em espiral que visa produzir reflexões teóricas que contribuam para a resolução de problemas em situações reais.

Zuber-Skerritt (1992) enfatiza que esta metodologia caracteriza-se por ser colaborativa, na medida em que todos os intervenientes são executores da pesquisa, bem como agentes de mudança.

A metodologia investigação-ação visa tanto a resolução de problemas existentes numa organização como a promoção dos objetivos das ciências sociais.

As características mais comumente atribuídas à investigação-ação segundo o ponto de vista de vários autores são:

- Participativa, na medida em que existe partilha de ideias e colaboração entre os vários participantes para a mudança de práticas;
- Prática, uma vez que não se limita ao campo teórico, intervindo na resolução de problemas reais;
- Cíclica, dado que a investigação desenrola-se através de um processo que inclui etapas sistemáticas e por vezes interativas. Havendo um contínuo enlace entre a teoria e a prática.

No projeto em questão, a elaboração das respetivas propostas de melhoria relativas a alguns procedimentos, bem como a definição de indicadores desempenho e consequente elaboração do *dashboard* e *Machine Learning* foram sempre efetuados com o apoio dos respetivos colaboradores da organização, na medida em que estes, como conhecedores da realidade da empresa, serão essenciais para a sua validação. Além disso, o respetivo projeto é realizado em contexto empresarial, apresentando por isso uma componente prática bastante elevada. Face a estes aspetos, considera-se que a metodologia investigação-ação é a que mais se adequa à respetiva conjuntura.

### **3.2 Etapas do Projeto de Investigação**

No caso particular do projeto em questão, a aplicação da metodologia investigação-ação envolveu um conjunto de cinco etapas que serão subsequentemente definidas.

#### **A. Diagnóstico**

Numa fase inicial do projeto foi determinante compreender o funcionamento de todos os processos existentes na organização, nomeadamente, do processo de produção, onde foi fundamental analisar

todos os procedimentos intrínsecos à gestão de obra. Este conhecimento foi essencial para a posterior definição dos indicadores de desempenho a incluir em cada processo e consequente construção do *dashboard*.

Nesta fase de diagnóstico também foi imprescindível conhecer as técnicas utilizadas na elaboração de um orçamento, bem como o modo de transmissão de informação entre os diferentes departamentos aquando do processo de análise de contratos, de forma a verificar se os mecanismos existentes são eficientes.

Por fim, também se mostrou fundamental recolher e analisar os mapas de resultados referentes às obras, os quais apresentavam dados fundamentais para a construção de modelos preditivos, bem como informação essencial para a avaliação económica de procedimentos de gestão de obra utilizados.

Os dados necessários ao diagnóstico resultaram sobretudo de fontes primárias, nomeadamente, registos/documentos internos da organização.

#### B. Planeamento da ação

Após a fase de diagnóstico, é essencial que seja realizada uma revisão da literatura, com a finalidade de se conhecer diferentes possíveis abordagens para a resolução dos problemas identificados. Essas ações foram analisadas em conjunto com os colaboradores da organização, de modo a averiguar a sua viabilidade. A revisão da literatura abordou essencialmente os seguintes temas: conceitos de custo, controlo de gestão e *business intelligence*.

#### C. Desenvolvimento da ação

Após o plano que contempla as abordagens para a resolução dos problemas estar definido, procedeu-se, nesta fase, à implementação e acompanhamento das respetivas ações.

Deste modo, planeou-se, inicialmente, implementar novos procedimentos no processo da orçamentação, que a tornarão mais fidedigna e próxima da realidade, reduzindo-se os desvios entre os custos previstos e reais. Além disso, também se perspetivou tornar o procedimento de análise de contratados efetuado no departamento de controlo de custos mais digital, melhorando a eficiência da transmissão de informação entre os diferentes departamentos. Ainda numa fase inicial, planeou-se modificar alguns procedimentos de gestão de obra, com o intuito de se maximizar os proveitos resultantes de uma empreitada.

Num segundo momento, objetivou-se a criação de indicadores de desempenho para cada um dos processos da organização. Os indicadores de desempenho utilizados no processo de produção permitem

um acompanhamento em tempo real da evolução dos resultados (quantitativos e qualitativos) de cada empreitada. Ainda nesta fase, foi projetado um *dashboard* que englobe os respetivos indicadores de desempenho de cada processo.

Por último, implementou-se uma ferramenta (*Machine Learning*) que permite prever se os custos totais de uma obra com determinadas características serão superiores aos previamente definidos em orçamento. Com base nesta ferramenta é possível identificar previamente as obras que são propícias à ocorrência de derrapagens financeiras, de forma a que aquando da sua execução sejam devidamente monitorizadas e controladas.

#### D. Validação

Nesta etapa foi necessário verificar se as novas técnicas de orçamentação permitiam obter melhores resultados que as anteriormente praticadas, havendo menos desvios significativos entre os custos reais e previstos nos vários projetos de construção da empresa. Também foi importante analisar se as alterações sugeridas tornaram o procedimento de análise de contratos mais rápido e a transmissão de informação entre departamentos mais eficiente. Ainda nesta fase foi necessário avaliar se as novas técnicas de gestão de obra, mais precisamente ao nível da gestão de equipamentos, estão a garantir os resultados esperados na redução de custos e maximização dos lucros.

Após estas verificações foi necessário validar se os indicadores de desempenho e correspondente *dashboard* permitem monitorizar de forma eficaz o estágio dos vários processos e se seria necessário a adição de novos indicadores de desempenho.

Por último, foi necessário analisar se os resultados da aplicação da ferramenta de previsão são credíveis e se esta contribui de facto para antecipar e posteriormente evitar perdas financeiras que da atividade da empresa possam advir.

Neste caso, se forem detetados alguns problemas durante a fase de validação, pode ser aplicada a ferramenta dos “5 Porquês” de forma a encontrar a possível origem dos mesmos e juntamente com os restantes colaboradores da organização planejar propostas de solução.

#### E. Aprendizagem obtida

Nesta fase procedeu-se à análise dos resultados do projeto de investigação realizado e avaliou-se em que condições a organização face aos novos mecanismos implementados pode ficar mais competitiva e apta para reagir a eventuais situações adversas. Ainda nesta fase, foi possível refletir sobre o ganho em termos pessoais que este projeto proporcionou nomeadamente na aprendizagem de novas tecnologias de

informação e na aquisição de novos conhecimentos técnicos relacionados com a área da construção civil.

## 4. CASO DE ESTUDO

O presente estudo teve como finalidade atuar em dois grandes campos, um relativo à melhoria de procedimentos existentes na organização e outro referente à disponibilização de novas ferramentas que permitem dotar a empresa de mecanismos de controlo mais eficientes.

Este capítulo encontra-se subdividido em 7 secções. Na primeira é realizada uma breve apresentação da empresa onde foi executado o projeto de investigação, a DVM Global. Na segunda procede-se à análise do relatório de fecho de obra que era utilizado pela organização para a deteção de desvios de custos nas obras, ao qual são sugeridas algumas propostas de melhoria, de forma a torná-lo mais completo e assim englobar mais informações de carácter financeiro. Na terceira secção procede-se à análise das respetivas técnicas de orçamentação utilizadas e à proposta de novos procedimentos mais minuciosos, com vista a aproximar os custos orçamentados dos reais. Na quarta secção avalia-se o método de gestão de andaimes executado pela organização, sugerindo-se um outro mais rentável que envolve a compra de alguns modelos e o aluguer de outros ao invés do aluguer de todos os modelos (estratégia inicialmente adotada pela empresa). Na última secção, relativa às propostas de melhoria, avalia-se o procedimento utilizado na análise de contratos e recomenda-se um novo método mais digital, rápido e económico.

Nas duas últimas secções são descritas duas ferramentas (*dashboard* e *Machine Learning*) que permitirão melhorar a tomada de decisão dos responsáveis da organização, uma vez que esta será devidamente justificada e sustentada em factos. A

Figura 2 ilustra os campos de atuação deste projeto de investigação.



Figura 2 - Campos de atuação do projeto

## 4.1 A Empresa

Este capítulo destina-se à apresentação da organização onde o projeto de investigação foi elaborado, a DVM Global. Inicialmente é realizada uma breve descrição do grupo ao qual a empresa pertence, International Business Group (IBG), sendo de seguida efetuada uma apresentação mais detalhada da respetiva empresa.

### 4.1.1 International Business Group

A International Business Group (IBG) é uma multinacional que atua, através de um portefólio diversificado de empresas, em diversos setores de atividade, nomeadamente, construção, revestimentos, indústria, serviços e promoção imobiliária (Figura 3).

A IBG tem como objetivo futuro crescer nas suas diferentes áreas de negócio e afirmar-se cada vez mais no mercado mundial, mais concretamente no continente africano (Moçambique e Angola) e noutros países europeus como França e Inglaterra. Atualmente, o grupo tem 20 empresas localizadas em 17 países e conta com mais do que 1 200 colaboradores.

CONSTRUÇÃO	REVESTIMENTOS	INDÚSTRIA	SERVIÇOS E PROMOÇÃO IMOBILIÁRIA
<p>GROW Angola França Gana Moçambique Portugal</p> <p>DVM ALGERIE Argélia</p> <p>DVM CONCEPT Portugal</p>	<p>DVM GLOBAL Angola França Moçambique Portugal Reino Unido</p>	<p>JC FUSION Portugal</p> <p>DOPANEL Portugal</p> <p>R3 NATURA Portugal</p> <p>R4 INOV Portugal</p> <p>CONFORMETAL Portugal Moçambique</p> <p>DVM MADEIRAS Angola</p> <p>KOBETON Angola</p> <p>WASI Angola Moçambique</p> <p>MADEIRA MOZ Moçambique</p> <p>VITROGLASS MZ Moçambique</p>	<p>IBG SERVICES Portugal</p> <p>DVM TRADING Portugal</p> <p>K-PARTNER Portugal</p> <p>BGFA Portugal</p> <p>CARAVELA SEGUROS Portugal</p> <p>IGI INVESTIMENTOS Moçambique</p> <p>PGI INVESTMENTS Moçambique</p> <p>TRUST F-LINES Gana</p>

Figura 3 - Portefólio de empresas do grupo IBG

#### 4.1.2 DVM Global

No que concerne à DVM Global, esta é uma empresa da área da construção civil com sede em Oleiros, Vila Verde, que atua sobretudo no setor dos revestimentos interiores e exteriores.

Esta empresa foi criada em 2011 e já conta com mais do que 7000 obras realizadas em vários pontos do mundo, empregando mais de 500 colaboradores. Os seus projetos passam pelo revestimento de aeroportos, auditórios, centros comerciais, hotéis, hospitais, universidades, entre outros. A Figura 4 ilustra os segmentos de atividade da empresa em estudo, sendo os compactos fenólicos, as paredes divisórias e os tetos falsos aqueles que mais contribuem para a faturação da organização.



*Figura 4 - Segmentos de atividade da DVM Global*

## 4.2 Relatório de Fecho de Obra

O controlo de custos realizado no fim de cada empreitada é efetuado pela empresa com recurso ao relatório de fecho de obra (RFO), o qual é constituído por três mapas internamente relacionados: mapa de fecho, controlo de custos e proveitos e controlo de custos detalhado.

O mapa de fecho é preenchido com base nos valores que constam no mapa de controlo de custos e proveitos, o qual, por sua vez, é realizado com base nos valores que constam no mapa de controlo de custos detalhado.

É com base neste relatório, RFO, que a empresa deteta se uma determinada empreitada obteve um custo superior, inferior ou igual ao custo perspetivado.

#### 4.2.1 Mapa de fecho

No que concerne ao mapa de fecho, que surge representada na Figura 5, este é a capa do relatório de fecho de obra e permite avaliar o desempenho global económico de uma determinada empreitada, surgindo como um resumo da análise que será apresentada no mapa de controlo de custos e proveitos.

<b>IDVM</b>		<b>DOCUMENTO FECHO DE OBRA</b>	
Referência: <b>1429-19</b>		Diretor de Obra	
Designação: Remodelação do Edifício 25 - Cave, Piso 5			
Cliente:			
Local / Zona Obra: Centro			
MAPA DE FECHO			
Categorias	Custos previstos para o término da obra (a)	Custos reais (b)	Diferença em Valor c = (b-a)
Tratamento de resíduos			
Aluguer de equipamentos	900,00 €	900,00 €	
Deslocações e estadias	172,55 €	342,55 €	170,00 €
Transportes	176,81 €	176,81 €	0,00 €
Material	7 101,35 €	8 792,52 €	1 691,17 €
Mão-de-obra	8 281,00 €	8 171,00 €	-110,00 €
<b>Custos Variáveis (d)</b>	<b>16 631,71 €</b>	<b>18 382,88 €</b>	<b>1 751,17 €</b>
<b>Preço de Venda/Valor Faturado (e)</b>	<b>22 500,08 €</b>	<b>22 500,08 €</b>	
<b>Custos Fixos 8% (f)</b>	<b>1 800,01 €</b>	<b>1 800,01 €</b>	
<b>Total Custos g=(d+f)</b>	<b>18 431,72 €</b>	<b>20 182,89 €</b>	<b>1 751,17 €</b>
<b>Margem € h=(e-g)</b>	<b>4 068,36 €</b>	<b>2 317,19 €</b>	<b>-1 751,17 €</b>
<b>Margem % i=(h/e)</b>	<b>18,08%</b>	<b>10,30%</b>	<b>-7,78%</b>
Categorias:		Comentários:	
Tratamento de resíduos			
Aluguer de máquinas			
Deslocações e estadias			
Transportes			
Material			
Mão-de-obra			
Diretor de Obra:		Diretor da Produção:	Administração:

Figura 5 - Mapa de fecho do RFO

#### 4.2.2 Mapa de controlo de custos e proveitos

No que concerne ao mapa de controlo de custos e proveitos, que surge representada na Figura 6, este é o corpo do relatório de fecho de obra e é constituído por seis campos:

- Previsões;
- Custos reais;
- Desvios;

- Identificação dos desvios;
- Balanço ajustado;
- Comentários.

Nos campos das previsões e dos custos reais, os custos foram classificados segundo sete categorias: tratamento de resíduos, aluguer de equipamentos, deslocações e estadias, transportes, material, mão-de-obra própria e subempreiteiros. Sendo que nos campos das previsões, os custos são calculados com base nas projeções ao nível do orçamento e no campo dos custos reais, estes são obtidos através de documentos internos da organização que traduzem o que ocorreu verdadeiramente no terreno.

No que diz respeito ao tratamento de resíduos, este custo está associado ao transporte e ao tratamento dos resíduos, que resultam da empreitada, num aterro sanitário.

Relativamente aos custos associados ao aluguer de equipamentos, estes apenas ocorrem em empreitadas específicas que necessitem de um equipamento de uso não comum para a execução de um determinado trabalho, sendo o andaime aquele que é mais requisitado.

No que concerne aos custos associados às deslocações e estadias, estes apenas se verificam quando as empreitadas se localizam no centro e sul do país. Neste caso, os próprios funcionários da empresa (mão-de-obra própria), que residem no norte, necessitam de se deslocar e permanecer no local onde se localiza a obra em questão.

Relativamente aos gastos de transporte, este pode ser efetuado através de meios internos, quando a própria empresa transporta o material desde o seu próprio armazém para a respetiva empreitada, como através de meios externos, quando o serviço é subcontratado ao fornecedor de material, sendo este o responsável de efetuar o respetivo transporte para a obra em questão.

No que diz respeito aos materiais, estes englobam todas as matérias-primas necessárias para a execução de uma dada empreitada. Relativamente à mão-de-obra própria e subcontratada, estas correspondem aos meios humanos necessários para a execução dos respetivos trabalhos.

#### 1. Previsões

Associado a este campo, além das várias categorias de custo anteriormente referidas e dos seus respetivos valores previstos para o término da obra, surge o preço de venda da empreitada, ou seja, o valor global da empreitada que consta no contrato, que resulta de uma proposta de orçamento que foi adjudicada pelo cliente.

Com base nestes dados, calcula-se o total de custos variáveis, que resulta da soma dos custos associados a cada uma das classes anteriormente mencionadas, e o total de custos fixos, que correspondem, segundo a organização, a 8% do preço de venda da obra. De seguida, é calculada a margem, que resulta da diferença entre o preço de venda da obra e os seus custos totais. Relativamente aos custos fixos, estes englobam, as despesas associadas a energia elétrica e água, salários de pessoal do escritório, serviço de limpeza do escritório, despesas associadas à internet e telefone e material de escritório.

## 2. Custos Reais

Nesta secção, numa fase inicial, apenas são apresentados as várias categorias de custo e os seus respetivos valores, obtidos através de documentos internos da organização que traduzem o que ocorreu verdadeiramente no terreno. De seguida são calculados o total de custos variáveis e o subtotal de custos relativos aos serviços, ou seja, o total de custos variáveis com a exceção dos materiais.

## 3. Desvios

Neste campo, comparam-se os custos realmente ocorridos com os custos previstos ao nível do orçamento, de forma a serem calculados os respetivos desvios para cada categoria de custo existente. Além dos valores monetários dos desvios também é calculada a percentagem do desvio em relação ao valor de venda da empreitada, de forma a serem identificados aqueles que são significativos. Na empreitada exemplo, que surge na Figura 6, constata-se que se verificaram desvios positivos ao nível dos materiais e ao nível das deslocações e estadias, o que significa que nestas categorias, os custos previstos foram inferiores aos custos realmente ocorridos no terreno.

## 4. Balanço Ajustado

Por fim, é efetuado um balanço ajustado com o objetivo de se identificar, com base no valor dos custos e proveitos realmente ocorridos, o valor da margem obtida com execução da respetiva empreitada. Assim, no balanço é calculado inicialmente o valor total dos proveitos:

$$\textit{Proveitos} (\text{€}) = \textit{Faturação}(\text{€}) + \textit{Autos por faturar}(\text{€})$$

De seguida, com base nos valores dos proveitos e dos custos totais identificados é calculado o valor da margem:

$$\textit{Margem}(\text{€}) = \textit{Proveitos}(\text{€}) - \textit{Custos Fixos}(\text{€}) - \textit{Custos Variáveis}(\text{€})$$

Este valor é comparado com a margem calculada com base nos custos e proveitos previstos. Na empreitada exemplo, que surge na Figura 6, o valor da margem real é de 2 317,19€ e o valor da margem prevista é de 4 068,36€, registando-se, assim, uma perda de 1 751,17€ relativamente ao valor esperado.

## 5. Identificação dos desvios

Neste campo são identificados os desvios significativos, ou seja, aqueles que assumem uma percentagem superior a 5%, em valor absoluto, em relação ao valor de venda da empreitada. Convém referir que se identificam quer desvios positivos, nos quais os custos previstos foram inferiores aos custos reais, quer desvios negativos, nos quais os custos reais são inferiores aos custos previstos. Na empreitada exemplo, que surge na Figura 6, constata-se que apenas ocorreram desvios significativos ao nível dos materiais (7,52%), pelo que com base no mapa de controlo de custos detalhado, que será posteriormente abordado, identificar-se-ão os respetivos itens responsáveis pelos desvios.

## 6. Comentários/ justificações

Neste campo serão dadas as respetivas justificações, por parte do diretor da respetiva obra, para os desvios encontrados.

DVM <b>Controlo de Custos e Proveitos</b>		Tipo de obra:	Data de início:	Data de conclusão:
Referência: 1429-19	Designação: Remodelação do Edifício 25 - Cave, Piso 5	Diretor de obra:	19/11/2020	21/12/2020
Cliente:				

Previsões		Custos Reais		Desvios	
Preço de Venda (Obra) 22 500,08 €					
<b>Valor</b>		<b>Valor</b>		<b>Valor</b> <b>%</b>	
Tratamento de resíduos		Tratamento de resíduos			
Aluguer de equipamentos	900,00 €	Aluguer de equipamentos	900,00 €		
Deslocações e estadias	172,55 €	Deslocações e estadias	342,55 €	170,00 €	0,76%
Transportes	176,81 €	Transportes	176,81 €		
Material	7 101,35 €	Material	8 792,52 €	1 691,17 €	7,52%
Mão de Obra Própria		Mão de Obra Própria			
Subempreiteiros	8 281,00 €	Subempreiteiros	8 171,00 €	-110,00 €	-0,49%
Custos Variáveis 16 631,71 €		Custos Variáveis 18 382,88 €		1 751,17 €      7,78%	
Custos Fixos 0,08	1 800,01 €	Custo de Serviços	9 590,36 €		
Total Custos	18 431,72 €				
Margem €	4 068,36 €				
Margem %	18,08%				

Identificação dos Desvios		Comentários/Justificações:		Balanço Ajustado	
NOTA: Desvios que ultrapassem os 5% devem ser devidamente justificados.				Faturação 22 500,08 €	
Observações:				Autos Por Fact. 22 500,08 €	
Materiais				Proveitos 22 500,08 €	
VINILICO ALLURA				Custos Fixos 1 800,01 €	
Previsto	3 234,92 €			Custos Variáveis 18 382,88 €	
Real	5 058,38 €			Total Custos 20 182,89 €	
Desvio	1 823,46 €			Margem € 2 317,19 €	
				Margem % 10,30%	
				Dif. Margem % -7,78%	
				GANHO/PERDA -1 751,17 €	

Figura 6 - Mapa controlo de custos e proveitos do RFO (versão atual)

### 4.2.3 Mapa de controlo de custos detalhado

O mapa controlo de custos detalhado resulta da importação de dados que constam em documentos existentes no ERP (*Enterprise Resource Planning*) da organização em questão, provindo os custos previstos das propostas de orçamento e os custos reais dos seguintes documentos internos: material

direto obra; auto de medição a subempreiteiro; pessoal em obra; guia de transporte; equipamento em obra e custos diversos obra.

Os valores que surgem associados a cada uma das categorias de custo mencionadas no mapa de controlo de custos e proveitos advêm do mapa de controlo de custos detalhado. Neste mapa, que surge representado na Figura 7, para cada referência de item, surge a sua designação, o seu tipo (material ou serviço), a quantidade prevista a ser utilizada até ao término da obra e a quantidade que realmente foi consumida. Associada a cada quantidade surge o respetivo valor monetário correspondente.

No mapa controlo de custos e proveitos apenas é possível comparar os desvios ocorridos em função das categorias de custo definidas. No mapa de controlo de custos detalhado é possível identificar os itens que compõe cada uma das categorias de custo e analisar para cada um as variações ocorridas entre o seu custo previsto e o seu custo real. Tal facto permite identificar as causas que originam os desvios de custo ocorridos ao nível de cada categoria. Associado ao valor monetário do desvio também é calculada a sua percentagem em relação ao valor de venda da empreitada, de forma a serem identificados aqueles que são significativos (superiores a 5% ou inferiores a -5%).

A empreitada que surge analisada na Figura 6 e na Figura 7, assume um valor de venda 22 500,08 €, pelo que, devem ser identificados os itens que apresentem um desvio correspondente a um valor igual ou superior a 1 125€ e os artigos que apresentem um desvio correspondente a um valor igual ou inferior a -1 125€. Como tal, com base no mapa de controlo de custos detalhado, foram detetados três artigos que apresentavam desvios dessa ordem de grandeza na empreitada em questão: subempreiteiros; mão-de-obra interna e vinílico marca “allura”.

Relativamente ao desvio verificado no material vinílico, este resulta de um erro de previsão ao nível das quantidades a utilizar em obra, tendo sido aplicada uma quantidade maior do que aquela que foi prevista segunda o orçamento. Sendo este artigo o maior responsável pela diferença de custo verificada na categoria dos materiais.

No que concerne aos desvios verificados ao nível da mão-de-obra, segundo o orçamento ia ser utilizada na empreitada apenas mão-de-obra subcontractada, mas na realidade foi aplicada somente mão-de-obra interna. Na fase de orçamentação, como ainda não se conhece a entidade executora dos trabalhos, os custos de mão-de-obra, por defeito, são imputados na sua totalidade à mão-de-obra subcontractada. Apresentando estes dois itens valores simétricos, o desvio resultante ao nível da mão-de-obra, assumiu um valor de -110€, não sendo por isso significativo.

Os restantes desvios verificados no mapa de custos detalhado são muito pouco expressivos em comparação com o detetado ao nível do material vinílico, sendo este a principal causa do desvio de custo total verificado na empreitada em questão (Figura 7).

DVM		Controlo de Custos Detalhado							
Custos Previstos vs Custos Reais									
Referência	Designação	Unidade	Tipo de artigo	Quantidade prevista no fim da obra	Custo previsto no fim da obra	Quantidade real consumida	Custo real	Desvio de custo	Percentagem de desvio
CALUGAND	ALUGUER DE ANDAIME	DIA	Serviço	20,000	900,00 €	20,000	900,00 €	0,00 €	0,00%
107009004	BANDA ARMADA (30ML)	UN	Material	15,000	67,70 €	15,000	67,70 €	0,00 €	0,00%
105003003	CANAL 48X3000MM	ML	Material	319,000	122,00 €	319,000	122,00 €	0,00 €	0,00%
105004003	CANTONEIRA DE ALHETA13MM	ML	Material	198,629	208,65 €	95,806	100,64 €	-108,01 €	-0,48%
206001023	COLA VINILICO ULTRABOND (16KG)	KG	Material	176,114	425,25 €	176,114	425,25 €	0,00 €	0,00%
CDESLOC	DESLOCACOES E ESTADIAS	UN	Serviço	3,000	172,55 €	3,000	342,55 €	170,00 €	0,76%
SDIVMOINT	MAO DE OBRA INTERNA - CUSTOS PESSOAL	H	Serviço			4000,000	8 171,00 €	8 171,00 €	36,32%
SDIVMO	SUBEMPREGATEIROS	M2	Serviço	4000,000	8 281,00 €			-8 281,00 €	-36,80%
105002008	MONTANTE 46X3000MM	ML	Material	776,366	402,16 €	644,093	333,64 €	-68,52 €	-0,30%
106001031	PAINEL DE LÁ DE ROCHA 70KG	M2	Material	134,306	808,29 €	134,306	808,29 €	0,00 €	0,00%
107001003	PASTA DE JUNTAS LENTA SACO 25KG	UN	Material	17,000	860,89 €	17,000	860,89 €	0,00 €	0,00%
108002036	PIVOT CRUZAMENTO (CX.250)	UN	Material			750,000	44,25 €	44,25 €	0,20%
101001028	PLACAS GYPTEC BA 13 A	M2	Material	695,648	971,48 €	695,648	971,48 €	0,00 €	0,00%
CTRANSP	TRANSPORTE DE MERCADORIAS	KM	Serviço	100,120	176,81 €	100,120	176,81 €	0,00 €	0,00%
200002031	VINILICO ALLURA	M2	Material	196,056	3 234,92 €	306,570	5 058,38 €	1 823,46 €	8,10%

Figura 7 - Mapa controlo de custos detalhado do RFO

#### 4.2.4 Versão melhorada do mapa de controlo de custos e proveitos

Relativamente ao RFO anteriormente apresentado, constatou-se que o mapa de controlo de custos e proveitos carecia de algumas informações sobretudo de carácter financeiro que eram importantes para uma análise completa do desempenho de uma determinada empreitada. Por este motivo foram adicionados dois campos ao mapa existente: ajustamentos da faturação e dados financeiros (Figura 8).

#### 7. Ajustamentos da faturação

Neste campo é verificado se o valor da faturação corresponde à produção realizada, ou seja, é comparado o valor medido pelo cliente com base em autos de medição<sup>3</sup> (valor da produção realizada) com o valor total faturado dos trabalhos realizados na obra em questão. Este campo permite, assim, verificar se houve algum trabalho executado que não foi faturado pelo cliente.

#### 8. Dados Financeiros

Esta secção permite verificar se o valor que foi faturado pelo cliente relativamente à obra em questão já foi cobrado ou não. No caso de ainda não ter sido cobrado, o cliente possui uma dívida perante a

<sup>3</sup> Auto de medição: é um documento em que se indica a quantidade de obra executada e respetivo valor, normalmente de carácter mensal.

empresa, total dívida. Em maior parte dos casos, o motivo da dívida resulta do facto de o período acordado para ser efetuado o pagamento ainda não ter decorrido. Contudo, o motivo pode não ser esse e, por isso, a empresa tem de adotar, sempre, uma atitude vigilante.

Neste campo, também é registado o valor da retenção, o qual resulta da fração entre o total vencido, que corresponde ao valor foi retido pelo cliente como salvaguarda para eventuais não conformidades a registar aquando da receção provisória da obra (vistoria), e o valor faturado. No caso de existir algum valor associado à retenção, a empresa tem de verificar se esse valor corresponde àquele que consta no contrato da empreitada, caso não corresponda, deve-se informar o cliente. Na empreitada exemplo, que surge na Figura 8, o valor cobrado foi igual ao faturado e, por isso, o cliente não possui nenhuma dívida perante a empresa. Além disso, o valor da retenção é nulo, tal como o que consta no contrato de empreitada.

DVM		Controlo de Custos e Proveitos		Tipo de obra:	Data de início:	Data de conclusão:
Referência:	1429-19	Diretor de obra:		19/11/2020	21/12/2020	
Designação:	Remodelação do Edifício 25 - Cave, Piso 5					
Cliente:						

Previsões		Custos Reais		Desvios	
Preço de Venda (Obra)	22 500,08 €				
	<b>Valor</b>		<b>Valor</b>	<b>Valor</b>	<b>%</b>
Tratamento de resíduos		Tratamento de resíduos			
Aluguer de equipamentos	900,00 €	Aluguer de equipamentos	900,00 €		
Deslocações e estadias	172,55 €	Deslocações e estadias	342,55 €	170,00 €	0,76%
Transportes	176,81 €	Transportes	176,81 €		
Material	7 101,35 €	Material	8 792,52 €	1 691,17 €	7,52%
Mão de Obra Própria	8 281,00 €	Mão de Obra Própria		-110,00 €	-0,49%
Subempreiteiros		Subempreiteiros	8 171,00 €		
				1 751,17 €	7,78%
Custos Variáveis	16 631,71 €	Custos Variáveis	18 382,88 €		
Custos Fixos	1 800,01 €	Custo de Serviços	9 590,36 €		
Total Custos	18 431,72 €				
Margem €	4 068,36 €				
Margem %	18,08%				

Identificação dos Desvios		Dados Financeiros		Balanço Ajustado	
NOTA: Desvios que ultrapassem os 5% devem ser devidamente justificados.		Cobranças	22 500,08 €	Faturação	22 500,08 €
Observações:		Total dívida		Autos Por Fact.	
Observações:		Total vencido		Proveitos	22 500,08 €
Observações:		Retenção		Custos Fixos	1 800,01 €
Observações:				Custos Variáveis	18 382,88 €
Observações:				Total Custos	20 182,89 €
Observações:				Margem €	2 317,19 €
Observações:				Margem %	10,30%
Observações:				Dif. Margem %	-7,78%
Observações:				GANHO/PERDA	-1 751,17 €

Ajustamento da Faturação	
Faturado	22 500,08 €
Total a faturar	22 500,08 €
Dif. Prod/Fat.	

Comentários/Justificações:	

Figura 8 - Mapa controlo de custos e proveitos do RFO (nova versão)

### 4.3 Técnicas de Orçamentação

Com vista à identificação e mitigação dos desvios de custo, principalmente, os positivos (custo real superior ao previsto), procedeu-se à aplicação do relatório de fecho de obra (RFO) às empreitadas de

maior dimensão de especialidade gesso cartonado (paredes e tetos) e fenólico iniciadas e concluídas no ano de 2020, sendo estes os tipos de obra mais comumente executadas pela empresa.

Com o intuito de se obter uma visão macro no que concerne aos desvios monetários verificados para cada categoria de custos foi realizada uma análise apresentada no gráfico representado na Figura 9. Neste gráfico, associado a cada categoria de custos surge o acumulado dos desvios monetários verificados nas obras analisadas. Os desvios positivos acumulam-se acima da linha neutra dos 0 € e os desvios negativos acumulam-se no sentido contrário, abaixo da linha neutra dos 0 €.

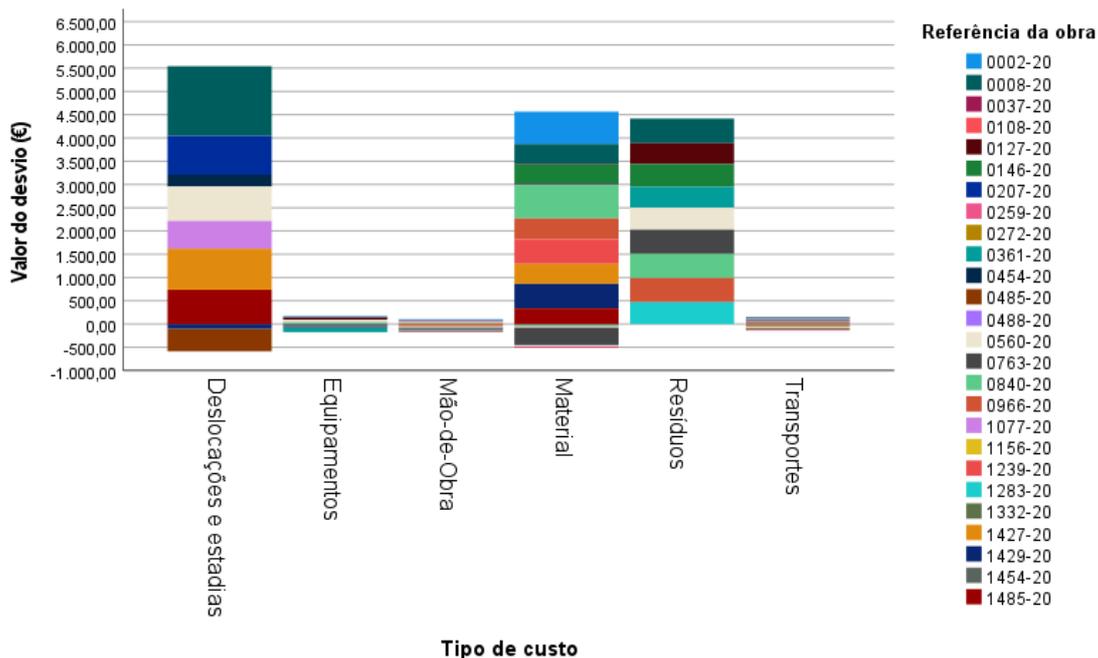


Figura 9 - Desvios de custo por categorias

Com base no gráfico geral, é possível constatar que existem três categorias onde os desvios de custo são mais frequentes: materiais; deslocações e estadias e resíduos. Ao nível destas três categorias, os desvios são maioritariamente positivos, o que significa que o custo real ocorrido no terreno foi maior que o custo previsto segundo o orçamento na maioria das obras analisadas.

#### 4.3.1 Materiais

##### 4.3.1.1 Causas dos desvios detetados

Uma vez aplicado o relatório de fecho de obra (RFO), verificou-se que existia uma causa fundamental que estava na origem da maioria dos desvios de custos existentes ao nível dos materiais: erros ao nível de previsão das quantidades a aplicar em obra.

Os desvios de custo ao nível dos materiais sucedem-se principalmente quando é aplicada uma quantidade maior ou menor de um determinado material do que aquela que foi inicialmente prevista segundo o orçamento. Na Tabela 2 encontram-se representados alguns exemplos de desvios significativos associados a esta situação.

*Tabela 2 - Desvios de custo significativos ao nível dos materiais*

Obra	Designação do Material	Valor previsto	Valor real	Desvio
1239-20	PONTEIRA C/ ROSCA M10	111,31 €	641,50 €	530,19 €
1485-20	MAX COMPACT 10MM FH CINZA	592,39 €	931,16 €	338,77 €
0002-20	PONTEIRA C/ ROSCA M10	20,50 €	713,20 €	692,70 €
0146-20	PLACAS GYPTEC BA 13 A	5 500,14 €	5 902,82 €	402,68€
0966-20	PLACAS GYPTEC BA 13 F	1 296,54 €	1 740,84 €	444,30 €
0763-20	PLACAS GYPTEC BA 13 A	13 455,90 €	13 083,09 €	-372,81€
1429-20	VINILICO ALLURA	208,14 €	734,92 €	526,78 €

Estes erros ao nível da previsão da quantidade de material a ser aplicado resultam do facto de os orçamentistas apenas terem acesso a desenhos, nos quais podem estar omissos algumas características e pormenores do local da empreitada, possuindo, assim, apenas um conhecimento digital e não físico do terreno. Outro motivo associado a estes desvios, resulta da não consideração por parte da orçamentação de potenciais desperdícios associados à falta de rigor na aplicação do material.

#### 4.3.1.2 Propostas de melhoria

Como foi anteriormente referido, os desvios de custos ocorridos ao nível dos materiais resultavam, essencialmente, de erros ao nível da previsão das quantidades de material a aplicar no terreno.

Constatou-se que esses erros resultam de um mau conhecimento por parte do orçamentista dos pormenores existentes no local da empreitada. Uma possível solução seria o orçamentista, antes de realizar o orçamento deslocar-se à obra e analisar os pormenores da empreitada. Contudo, esta solução não seria viável, na medida em que os orçamentistas trabalham em inúmeros orçamentos com períodos de entrega muito reduzidos e a grande maioria das empreitadas não se localizam nas proximidades dos escritórios da empresa, pelo que seria impossível dar resposta a todos os pedidos de orçamentação solicitados na data proposta, se tal facto envolvesse deslocações às empreitadas.

Uma possível solução para combater estes erros de carácter mais técnico seria proporcionar um aumento de interação entre o diretor de obra e o orçamentista. O diretor de obra, que se desloca inúmeras vezes às empreitadas, tem um conhecimento técnico dos pormenores das obras muito acentuado, pelo que

poderia partilhar essa informação com o orçamentista, de forma a haver menos erros futuros e consequentemente menos desvios entre os custos orçamentados e os custos reais ao nível do terreno. Deveria ser criado então um procedimento, que permitisse dar resposta às necessidades anteriormente identificadas, o qual surge representado na Figura 10.

Segundo este procedimento, o técnico responsável pelo controlo de custos, todos os meses procedia à análise das empreitadas que foram concluídas através do relatório de fecho de obra, identificando no mesmo, os desvios significativos encontrados ao nível dos materiais. Procedia, de seguida, ao envio do RFO ao diretor da produção e, caso este considerasse que os desvios encontrados pelo técnico de controlo de custos eram realmente significativos, questionava o respetivo diretor de obra sobre a causa dos desvios. O diretor da respetiva obra, numa fase posterior, justificava os desvios ocorridos, preenchendo o campo do RFO destinado para esse efeito, podendo anexar fotografias do pormenor em questão que o levou ao maior ou menor dispêndio de material. O TCC, técnico de controlo de custos, compilava todas as justificações dos desvios, sendo, posteriormente, estas enviadas para o respetivo orçamentista, o qual poderia esclarecer as suas respetivas dúvidas numa reunião que seria realizada entre ele, o TCC e o diretor da respetiva obra. Através deste procedimento, os orçamentistas iriam ter em consideração as causas dos desvios ocorridos nos orçamentos futuros, tornando-os assim mais fidedignos e próximos da realidade.

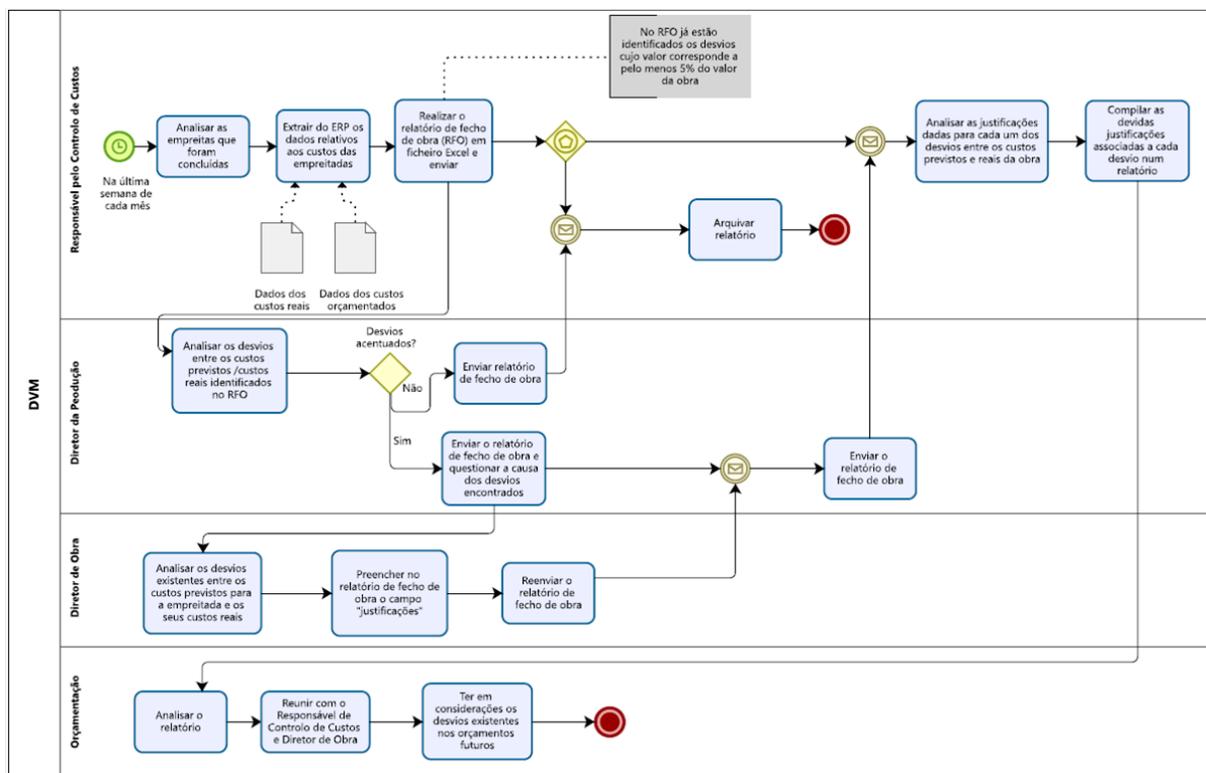


Figura 10 - Procedimento relativo à redução dos desvios de custo nos materiais

## 4.3.2 Deslocações e estadias

### 4.3.2.1 Causas dos desvios detetados

No que concerne à categoria de custos titulada de deslocações e estadias, foi verificado que dos desvios ocorridos, estes foram também maioritariamente positivos, contudo em algumas empreitadas não se registaram diferenças entre o custo real e o custo previsto ao nível do orçamento. Tal constatação é demonstrada nos gráficos da Figura 11 e da Figura 12.

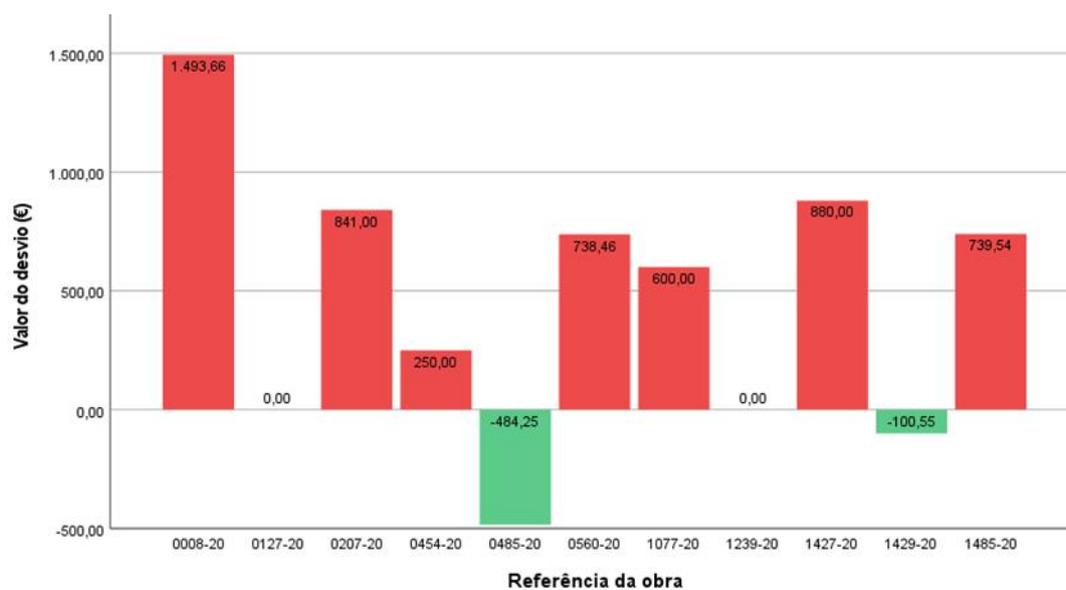


Figura 11 - Desvios de custo na categoria deslocações e estadias zona centro/sul

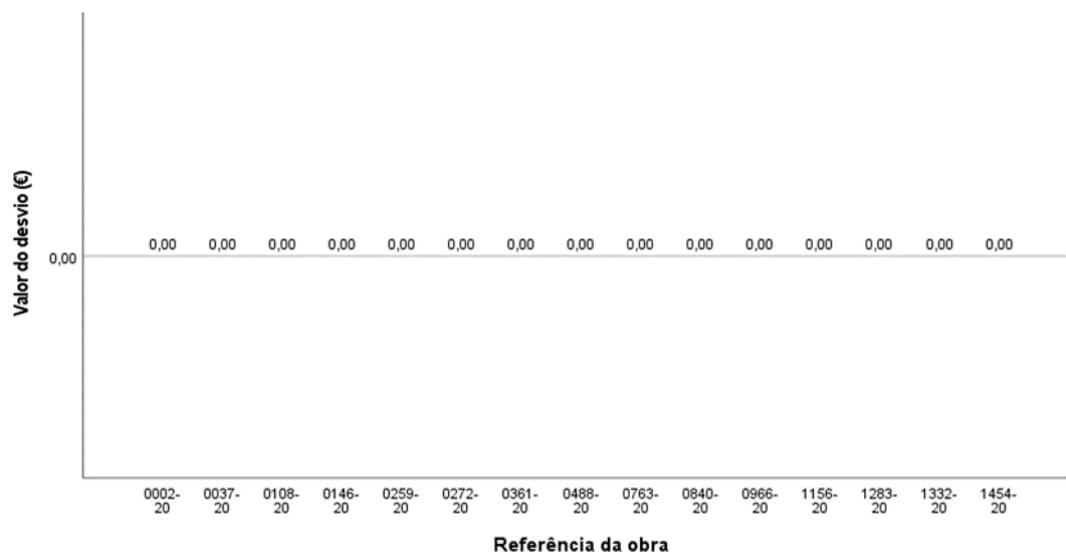


Figura 12 - Desvios de custo na categoria deslocações e estadias na zona norte

Através dos gráficos anteriormente projetados é possível constatar que as empreitadas onde foram detetados desvios de custo localizavam-se no centro/sul do país. A empresa em questão apresenta a sua sede no norte do país, residindo grande parte das suas equipas que constituem a mão-de-obra própria e subcontratada nessa zona. Deste modo, é natural que não se verifiquem desvios ao nível desta categoria de custos no norte, na medida em que a orçamentação sabe de antemão que não ocorrem custos associados a deslocações e estadias nessa zona.

O crescimento do mercado imobiliário proporcionou a que a organização se expandisse para a zona centro e sul do país, contudo este crescimento está a ocorrer com a devida precaução, pelo que a empresa, atualmente, ainda possui poucas equipas a residir nessa zona. Nessa medida, a organização, perante a necessidade de mão-de-obra numa determinada empreitada que se localize no centro/sul do país, solicita a algumas equipas residentes no norte para se deslocarem e intervirem nos trabalhos dessa respeitava obra.

Com base nestes resultados, constata-se que orçamentação não está a realizar um estudo de mercado rigoroso no que diz respeito aos custos associados às deslocações e estadias nas localidades do centro e sul do país, sendo esta a principal causa associada aos desvios verificados.

#### 4.3.2.2 Propostas de melhoria

Em resultado da falta de conhecimento por parte da orçamentação no que concerne aos custos associados às deslocações e estadias nas localidades do centro e sul do país, seria absolutamente crucial fazer um estudo de mercado rigoroso que permitisse obter boas estimativas referentes a esses valores. Com base no histórico de obras elaboradas pela organização, constatou-se que estas, na zona centro e sul, pertenciam sobretudo aos distritos de Lisboa, Leiria, Castelo Branco, Coimbra, Santarém e Setúbal. Como tal, foi elaborada uma tabela de preços relativa às deslocações e outra relativa às estadias, associadas aos municípios, pertencentes a estes distritos, onde, com base no histórico, ocorreram empreitadas.

Relativamente à tabela de preços referente às deslocações entre a zona norte e centro do país, Figura 13, é possível constatar que, caso haja disponibilidade da empresa em ceder um veículo aos colaboradores, ou caso estes possuam o seu próprio veículo, a viagem de carro acaba por ser a mais económica para a maioria dos municípios analisados. Contudo este facto só é verídico, se o carro for preenchido com três ou mais passageiros, caso contrário os meios de transporte públicos são mais económicos. Deste modo, consoante o número de colabores a se deslocarem para o centro, a orçamentação, com base na tabela de preços anteriormente projetada, deverá definir o meio de

transporte mais económico para a equipa e constar esse custo no orçamento. Convém referir que o custo associado ao transporte de carro por pessoa, pressupõe a ida de três passageiros, pelo que conforme a lotação do veículo este terá de ser recalculado. Além disso, os custos aduzidos na tabela de preços referem-se apenas à viagem de ida e tem como município de partida a cidade de Braga, já que é onde residem a maior parte dos colaboradores internos, bem como subempreiteiros da organização.

Quanto aos preços referentes às estadias na zona centro do país, após a realização de uma pesquisa de mercado, foi definida, com base na média do custo por noite associada a uma reserva num hotel ou ao aluguer de um quarto nos respetivos municípios, a tabela de preços, que se encontra representada na Figura 14. Quando os colaboradores se deslocam à zona centro/sul para a execução de uma empreitada, formam sempre equipas constituídas, no mínimo, por duas pessoas, pelo que os custos por noite de estadia nessas zonas, têm por base essa premissa.

Além das tabelas de preços que serão posteriormente projetadas, para que os orçamentistas consigam calcular o custo associado às deslocações e estadias de uma determinada empreitada, é crucial saber o número de colaboradores que se irão movimentar desde o norte e o período que estarão deslocados. Tal informação é fornecida pelo diretor de obra com base na dimensão e características da empreitada.

IDVM		Deslocações Zona Norte - Zona Centro/Sul		
Mapa de Preços				
Distrito	Municípios (destino)	Custo por pessoa Via Comboio (ida)	Custo por pessoa Via Autocarro (ida)	Custo por pessoa Via Carro (ida) - assumindo que o carro leva 3 pessoas
Lisboa	Amadora	23,25 €	22,00 €	19,73 €
	Cascais	15,60 €	20,00 €	19,33 €
	Lisboa	13,11 €	10,00 €	19,71 €
	Mafra	20,30 €	-	20,11 €
	Oeiras	28,45 €	-	21,32 €
	Sintra	14,00 €	21,00 €	21,49 €
	Vila Franca de Xira	15,50 €	15,00 €	18,27 €
	Torres Vedras	28,18 €	27,00 €	18,29 €
Castelo Branco	Castelo Branco	21,85 €	21,50 €	16,09 €
	Covilhã	19,00 €	18,50 €	15,93 €
	Sertã	-	19,00 €	13,04 €
Leiria	Leiria	25,78 €	18,50 €	12,64 €
	Nazaré	23,14 €	19,00 €	15,17 €
	Obidos	21,10 €	-	16,61 €
	Peniche	-	23,00 €	17,29 €
	Coimbra	8,54 €	5,00 €	8,96 €
Coimbra	Figueira da Foz	14,47 €	19,50 €	10,16 €
	Oliveira do Hospital	-	20,00 €	11,33 €
	Entroncamento	16,50 €	-	15,08 €
Santarém	Santarém	19,30 €	26,00 €	13,96 €
	Tomar	17,00 €	20,00 €	14,05 €
	Setúbal	20,65 €	22,00 €	22,18 €
Setúbal	Setúbal	20,65 €	22,00 €	22,18 €
	Almada	24,60 €	23,00 €	20,30 €

Figura 13 - Mapa de preços de deslocações

DVM		Estadias Zona Centro/Sul
Mapa de Preços		
Distrito	Municípios (destino)	Custo por pessoa 1 noite
Lisboa	Amadora	21,25 €
	Cascais	18,40 €
	Lisboa	14,30 €
	Mafra	16,88 €
	Oeiras	12,33 €
	Sintra	16,75 €
	Vila Franca de Xira	17,50 €
	Torres Vedras	16,75 €
Castelo Branco	Castelo Branco	15,67 €
	Covilhã	20,00 €
	Sertã	15,00 €
Leiria	Leiria	15,67 €
	Nazaré	12,25 €
	Obidos	18,00 €
	Peniche	11,60 €
Coimbra	Coimbra	12,75 €
	Figueira da Foz	12,83 €
	Oliveira do Hospital	17,50 €
Santarém	Entroncamento	25,00 €
	Santarém	18,00 €
	Tomar	14,75 €
Setúbal	Setúbal	21,00 €
	Almada	19,00 €

Figura 14 - Mapa de preços de estadias

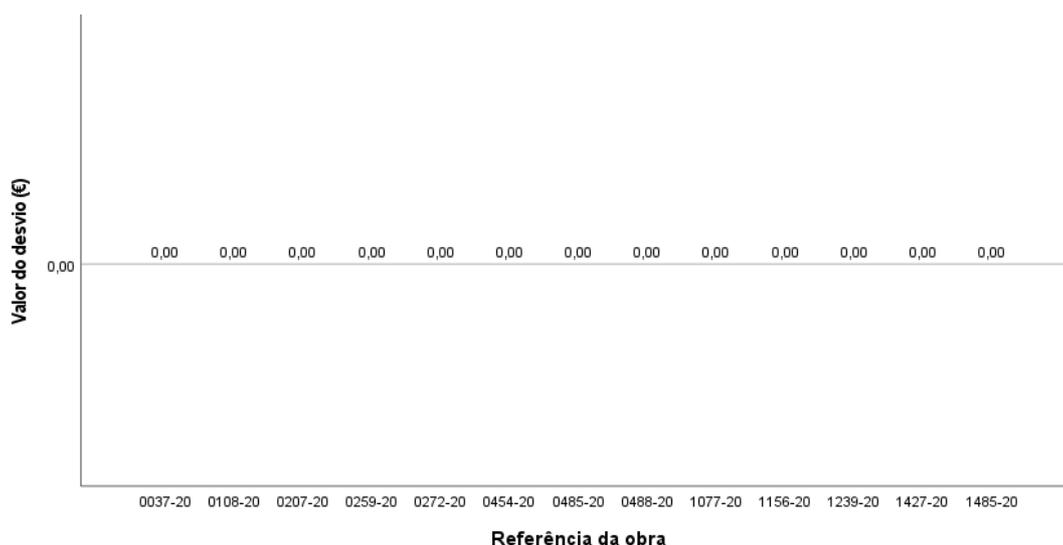
### 4.3.3 Resíduos

#### 4.3.3.1 Causas dos desvios detetados

No que concerne à categoria de custo titulada de resíduos, com base na aplicação do relatório de fecho de obra, constatou-se que dos desvios verificados, todos eles assumiam um valor positivo. Ainda assim, tal como pode ser observado na Figura 15 e na Figura 16, em algumas empreitadas não se registaram diferenças entre o custo real e o custo previsto ao nível do orçamento.



Figura 15 - Desvios de custo na categoria resíduos em obras de gesso cartonado



*Figura 16 - Desvios de custo na categoria resíduos em obras de fenólico*

Com base nos gráficos anteriormente projetados, é possível constatar que as obras onde se verificaram os desvios eram de especialidade gesso cartonado (paredes e tetos). Além disso, através de um estudo mais preciso, também foi possível verificar que das 26 empreitadas analisadas, em nenhuma se previram custos associados a esta categoria, pelo que o custo orçamentado para os resíduos foi de 0 € em todas as empreitadas.

Sabendo que os desvios positivos só ocorreram em empreitadas de especialidade gesso cartonado e que o custo orçamentado para os resíduos foi de 0 € em todas as empreitadas, é possível deduzir que não se verificaram custos com resíduos ao nível da especialidade fenólica.

Tal observação é totalmente fidedigna, na medida em que nas obras de fenólico, o material é preparado na própria empresa, sendo na empreitada somente aplicado. Deste modo, nas obras de fenólico não se geram resíduos que tenham de ser transportados e tratados num aterro sanitário. As sobras de material resultantes da sua preparação no interior da empresa são armazenadas nas próprias instalações, com vista à sua utilização em obras futuras. Nas empreitadas de gesso cartonado o cenário é outro, na medida em que nestas obras é necessário, por vezes, efetuar demolições antes de se aplicar as novas estruturas, estando associado um custo aos resíduos daí resultantes.

Relativamente a esta categoria, realça-se que a principal causa associada aos desvios monetários detetados resulta assim da não orçamentação dos custos relativos aos resíduos nas empreitadas de gesso cartonado.

#### 4.3.3.2 Propostas de melhoria

Nas obras de especialidade gesso cartonado, os resíduos resultam majoritariamente da demolição de placas que constituem as paredes ou tetos inicialmente existentes. Havendo a necessidade de demolir as estruturas que as suportam, o cliente (empreiteiro) é quem efetua esse trabalho. Convém referir, que a organização em questão, DVM Global, atua como subempreiteiro de empresas do ramo da construção.

Aquando do envio de um pedido de cotação para a execução de um determinado trabalho, o cliente informa se há a necessidade ou não de serem executadas demolições antes da aplicação das novas estruturas. No caso de existir, o cliente nos desenhos do projeto especifica a área a demolir, o tipo de material que constitui as placas e, por vezes, a sua espessura. Das empreitadas analisadas, identificaram-se aquelas em que houve a necessidade de se efetuar demolições, com vista à elaboração de um estudo sobre o tipo de material que constituía as placas inicialmente existentes e concluiu-se que:

- Empreitada 0008-20 – Gesso Cartonado;
- Empreitada 0127-20 – Ripado de Madeira OSB;
- Empreitada 0146-20 – Aglomerado Cru;
- Empreitada 0361-20 – Gesso Cartonado;
- Empreitada 1283-20 - Ripado de Madeira OSB;
- Empreitada 0560-20 – Ripado de Madeira OSB;
- Empreitada 0763-20 – Aglomerado Cru;
- Empreitada 0840-20 – Gesso Cartonado;
- Empreitada 0966-20 – Gesso Cartonado.

Os materiais anteriormente referidos são os mais comuns, segundo os vários diretores de obra da organização, em placas preexistentes que são necessárias demolir. Além dos mencionados, um outro material que por vezes também é observado nessas estruturas é o MDF.

Como foi anteriormente referido, o cliente aquando do envio do pedido de cotação pode não ter conhecimento da espessura do material utilizado nas placas a demolir e, nessa eventualidade, os orçamentistas têm de obter essa informação através de outro meio, de forma a conseguirem calcular o custo previsto dos resíduos. Uma vez conhecidos os materiais mais frequentemente observados nas placas a demolir, foi efetuada uma análise sobre as espessuras mais comumente associadas a esses materiais, as quais surgem mencionadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Espessura de cada tipo de material

Material	Espessura 1 (mm)	Espessura 2 (mm)	Espessura 3 (mm)	Espessura 4 (mm)	Espessura 5 (mm)	Espessura 6 (mm)
Placa de Gesso Cartonado	7	10	13	15	18	25
Placa OSB	8	10	12	15	18	22
Placa MDF	10	16	19	22	25	30
Aglomerado Cru	8	12	16	19	25	30

Uma vez conhecidas as espessuras mais frequentemente utilizadas, estabeleceu-se que nos cálculos relativos aos custos dos resíduos iria ser utilizada a espessura máxima de cada tipo de material, ficando associada ao gesso cartonado uma espessura de 25 mm, ao ripado de madeira OSB uma espessura de 22 mm e ao MDF e ao aglomerado cru uma espessura de 30 mm.

Assim, os orçamentistas dispoindo da informação fornecida pelo cliente relativa à área das placas a demolir e ao tipo de material existente nas mesmas, conseguem calcular o volume associado aos resíduos que terão de ser transportados e tratados num aterro sanitário.

A entidade externa encarregue pelo transporte e transformação de resíduos resultantes das empreitadas de gesso cartonado da empresa cobra 150€ por viagem desde o local da empreitada ao aterro sanitário, se esta se localizar a menos de 50 km e 200€ se a obra se localizar a mais de 50km do mesmo. Consoante a localização da empreitada, os resíduos podem ser encaminhados para o aterro sanitário situado no município de Penafiel, Viana do Castelo, Póvoa de Lanhoso, Vila Nova de Gaia ou Vila Franca de Xira. Além do custo associado ao transporte, também existe um custo associado à transformação dos resíduos, o qual é cobrado em função do número de contentores de 4 m<sup>3</sup> utilizados, sendo o custo por contentor de 110€. Assim, os orçamentistas sabendo o volume de resíduos a transformar, bem como a localização da empreitada conseguem estimar os custos associados aos resíduos resultantes de uma determinada obra.

A maior fonte de erro que pode estar associada a este cálculo do custo dos resíduos resulta da espessura do material que constitui as placas a demolir. Como forma de prevenção de ocorrência de desvios positivos (principal objetivo dos planos de melhoria sugeridos), nos cálculos dos custos dos resíduos será utilizada a espessura máxima de cada tipo de material, tal como foi anteriormente referido.

Com base no que foi anteriormente referido, foi definida uma fórmula de cálculo constituída por três etapas, que pode auxiliar os orçamentistas no cálculo dos custos previstos dos resíduos resultantes de uma determinada empreitada.

a) 1ª Etapa do Cálculo

$$\text{Número de contentores} = \left( \frac{\text{Área da Parede} \times \text{Espessura do Material}}{4} \right)$$

Notas:

- Espessura de material – no caso de não ser fornecida pelo cliente, define-se como padrão para o MDF e aglomerado cru uma espessura de 30 mm, para o gesso cartonado uma espessura 25 mm e para o OSB uma espessura de 22mm;
- Número de contentores – arredondamento por excesso às unidades.

b) 2ª Etapa do Cálculo

$$\text{Custo transformação (€)} = \text{Número de contentores} \times 110$$

c) 3ª Etapa do Cálculo

$$\text{Custo total dos resíduos (€)} = \text{Custo transformação} + \text{Custo transporte}$$

Nota:

- Custo transporte – Se se localizar a menos de 50km do aterro mais próximo tem um custo de 150€, caso contrário tem um custo de 200€.

#### **4.4 Estratégia de Gestão de Andaimos**

Ao longo do processo de análise dos desvios, verificou-se que nas empreitadas examinadas de gesso cartonado (paredes e tetos), os custos associados à categoria de aluguer de equipamentos tinham um impacto significativo nos gastos totais das empreitadas, nomeadamente, 13% em certas obras. Como tal, foi feita uma análise relativamente aos custos totais verificados no ano 2020 devido ao aluguer de andaimes, comparando-se de seguida esse valor, com os que se verificariam caso se optasse pela sua compra.

##### 4.4.1 Procedimento atual vs novo procedimento

Através de dados obtidos com base no sistema de informação da própria organização, constatou-se que no ano de 2020 foram despendidos 117 392,28€ no aluguer de nove modelos de andaimes, os quais surgem projetados na Figura 17. Na designação de cada modelo, está descrita a sua largura, o seu comprimento e a sua altura pela ordem indicada.

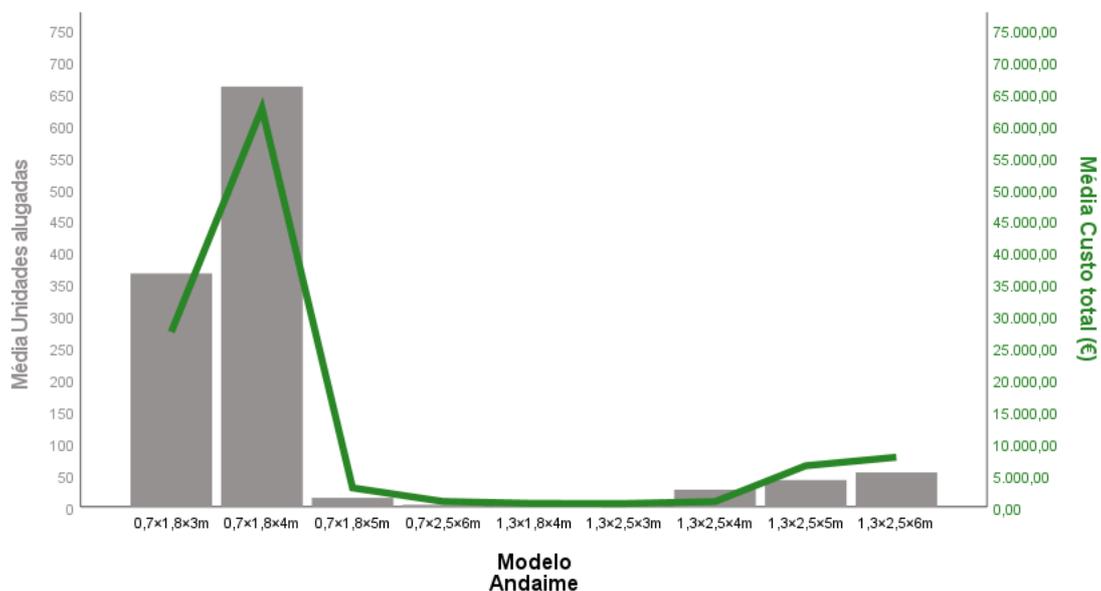


Figura 17 - Modelos de andaimes alugados no ano de 2020

No gráfico anterior, surge representado o custo total do aluguer associado a cada modelo de andaime requisitado no ano de 2020, bem como o número de unidades alugadas de cada tipo.

Com base nesses dados, é possível constatar que as categorias 0,7×1,8×3 m e 0,7×1,8×4 m foram as mais utilizadas e, conseqüentemente, aquelas que totalizaram um maior custo.

Relativamente a esse ano, contabilizou-se para cada modelo de andaime o número de unidades que foram utilizadas em cada empreitada, bem como o período durante o qual foram alugadas. Verificou-se em algumas situações que andaimes do mesmo modelo tinham sido utilizados em empreitadas que estavam a ocorrer ao mesmo tempo, originando, deste modo, uma sobreposição de necessidades. Tendo em consideração esse fator, foi calculado para cada tipo, o número de andaimes que satisfaziam as requisições no ano de 2020. Na Figura 18, surge a aplicação do mecanismo que permitiu obter as necessidades do andaime 0,7×1,8×5m no ano de 2020, tendo o mesmo procedimento sido aplicado nos restantes modelos.

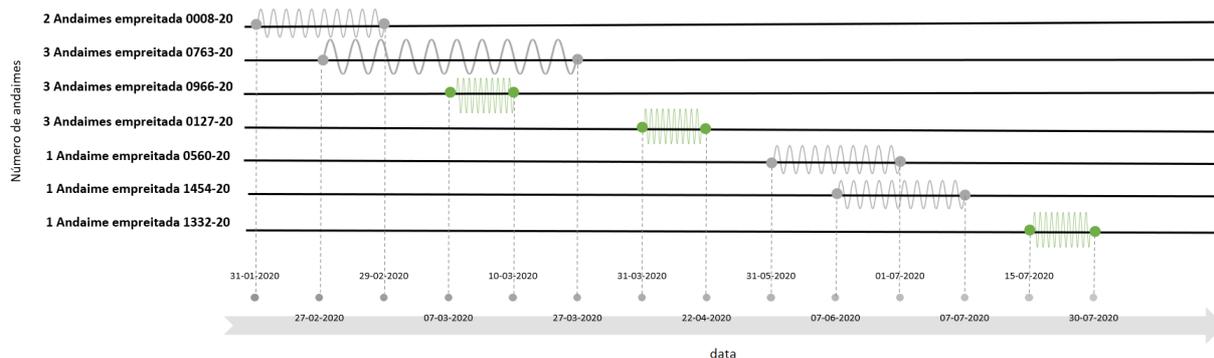


Figura 18 - Necessidades do andaime 0,7×1,8×5m

Através da representação projetada na Figura 18, é possível constatar que a maior sobreposição de necessidades verificada durante o ano de 2020 foi registada quer entre 27-02-2020 e 29-02-2020 quer entre 07-03-2020 e 10-03-2020. Durante esses dois períodos foram necessários 6 andaimes face aos trabalhos de gesso cartonado ocorridos simultaneamente em duas empreitadas. Durante os restantes períodos do ano, todas as sobreposições de necessidades verificadas foram inferiores a esse valor, pelo que se pode concluir que a compra de 6 andaimes do modelo 0,7×1,8×5m seria suficiente para corresponder a todos os trabalhos executados durante o ano de 2020. Esta análise foi efetuada para os restantes modelos, tendo-se obtido para cada um o número de andaimes necessários, caso se optasse pela sua compra. Além disso, também se procedeu, com base num estudo de mercado, à definição dos preços unitários associados a cada modelo:

- modelo 0,7×1,8×3m: preço unitário de 445€ (marca *Altrex*) e necessidade de 48 unidades;
- modelo 0,7×1,8×4m: preço unitário de 459€ (marca *Altrex*) e necessidade de 104 unidades;
- modelo 0,7×2,5×6m: preço unitário de 805€ (marca *Altrex*) e necessidade de 2 unidades;
- modelo 1,3×1,8×4m: preço unitário de 514€ (marca *Altrex*) e necessidade de 2 unidades;
- modelo 1,3×2,5×3m: preço unitário de 455€ (marca *Altrex*) e necessidade de 4 unidades;
- modelo 1,3×2,5×4m: preço unitário de 524€ (marca *Altrex*) e necessidade de 10 unidades;
- modelo 1,3×2,5×5m: preço unitário de 1 039€ (marca *Manutan*) e necessidade de 7 unidades;
- modelo 1,3×2,5×6m: preço unitário de 855€ (marca *Altrex*) e necessidade de 22 unidades;
- modelo 0,7×1,8×5m: preço unitário de 1 019€ (marca *Manutan*) e necessidade de 6 unidades.

Uma vez conhecidos quer o número de andaimes de cada modelo que seriam necessários comprar quer o preço unitário associado a cada um, procedeu-se a uma análise económica comparativa entre a compra e o aluguer de cada tipo de andaime, a qual se encontra representada na Tabela 4.

*Tabela 4 - Comparação entre a compra e o aluguer de andaimes*

Modelo de Andaime	Custo total de Compra	Custo total de Aluguer (dados 2020)
0,7×1,8×3m	21 360,00 €	27 507,28 €
0,7×1,8×4m	47 736,00 €	62 668,91 €
0,7×1,8×5m	6 114,00 €	2 971,53 €
0,7×2,5×6m	1 610,00 €	830,77 €
1,3×1,8×4m	1 028,00 €	530,23 €
1,3×2,5×3m	1 820,00 €	510,96 €
1,3×2,5×4m	5 240,00 €	8 127,00 €
1,3×2,5×5m	7 273,00 €	6 453,68 €
1,3×2,5×6m	18 810,00 €	7 791,93 €

*Tabela 5 - Comparação entre a estratégia atual e a nova estratégia (andaimes)*

Modelo de Andaime	Estratégia atual	Nova estratégia
0,7×1,8×3m	27 507,28 €	21 360,00 €
0,7×1,8×4m	62 668,91 €	47 736,00 €
0,7×1,8×5m	2 971,53 €	2 971,53 €
0,7×2,5×6m	830,77 €	830,77 €
1,3×1,8×4m	530,23 €	530,23 €
1,3×2,5×3m	510,96 €	510,96 €
1,3×2,5×4m	8 127,00 €	5 240,00 €
1,3×2,5×5m	6 453,68 €	6 453,68 €
1,3×2,5×6m	7 791,93 €	7 791,93 €
Total	117 392,29 €	93 425,10 €
Ganho		23 967,19 €

Através da comparação dos custos totais associados ao aluguer de cada modelo de andaime com os custos totais associados à respetiva compra, calculados com base nas necessidades verificadas no ano de 2020 e no correspondente preço unitário, constata-se que para os modelos 0,7×1,8×3 m, 0,7×1,8×4 m e 1,3×2,5×4 m a compra seria uma solução economicamente mais viável. Nessa medida, é possível deduzir que a melhor estratégia relativamente à gestão de andaimes seria proceder à compra dos anteriormente referidos, nas devidas unidades necessárias, e continuar a recorrer ao aluguer dos restantes modelos. Caso se optasse por essa estratégia, em detrimento da atual, que consiste no aluguer

de todos os modelos de andaimes, registar-se-ia um ganho de 23 967,19€ no ano de 2020, o qual surge explicado na Tabela 5. Convém referir que, na contabilização dos custos associados à estratégia de compra dos andaimes não foi considerado o custo relativo ao seu transporte desde o armazém até à respetiva empreitada, uma vez que os andaimes são transportados juntamente com outros materiais que são necessários na obra. O custo relativo a este transporte é apenas contabilizado quando se trata de um andaime alugado, uma vez que é um transporte que tem de ser feito exclusivamente.

## **4.5 Procedimento de Análise Contratual**

Na organização em questão, verificou-se que o procedimento utilizado aquando da análise de contratos de empreitada assumia-se bastante dispendioso, moroso e insustentável, pelo que, nesta secção será apresentado um novo mecanismo que irá, certamente, permitir à empresa alcançar melhores resultados.

### 4.5.1 Procedimento atual

Aquando de um pedido de cotação por parte do cliente para a execução de uma determinada especialidade de trabalhos numa empreitada, os orçamentistas efetuam uma proposta de orçamento para a execução dos mesmos, caso estes se enquadrem nas especialidades da organização. Após o envio da proposta de orçamento e caso o cliente adjudique os trabalhos à empresa, este enviará um contrato relativo à empreitada antes do seu início. O contrato de empreitada é constituído por várias cláusulas, as quais informam a entidade prestadora do serviço das condições em que os seus trabalhos serão executados. Os requisitos que surgem no contrato englobam vários domínios: financeiro no que concerne, por exemplo, às condições de pagamento; segurança e higiene, relativo a vários fatores como a obrigatoriedade do uso de equipamentos de proteção individual por parte dos colaboradores e produção, referente, por exemplo, aos materiais e suas quantidades a utilizar nos trabalhos. Assim, contata-se que é fundamental que todos os departamentos tenham acesso ao contrato, de forma a analisarem as cláusulas relativas ao seu domínio.

Aquando da receção do contrato, o respetivo técnico de controlo de custos da organização, imprime o mesmo juntamente com um documento destinado ao registo de observações. Após a sua impressão, o técnico procede à sua análise, anotando, se assim o entender, possíveis alterações a solicitar ao cliente. De seguida, este entrega o contrato e o documento para registo de observações ao responsável do departamento financeiro. Após a sua análise, o técnico de controlo de custos recolhe o mesmo e entrega-o ao posterior envolvente, repetindo-se este procedimento ao longo de todos os responsáveis de departamento. No fim do processo de análise, o técnico verifica o documento e no caso de este não

possuir observações, o contrato é assinado pela administração e enviado ao cliente. No caso de existir alguma observação, o responsável de controlo de custos prepara um comunicado ao cliente, no qual solicita as alterações mencionadas no respetivo documento. Uma vez enviado o pedido de alterações, o cliente pode não aceitar retificar o contrato. Nessa circunstância, o técnico de controlo de custos contacta a administração, a qual decide se as negociações continuam e o contrato é assinado, ou se estas são canceladas. Aquando do envio do contrato ao cliente, o responsável de controlo de custos efetua a abertura do processo correspondente à empreitada em questão no sistema de informação, ERP, da organização, de forma a que possa ser efetuado o registo de guias de transporte associadas ao material a movimentar para a respetiva obra.

Os contratos não são analisados sincronamente pelos vários departamentos, uma vez que o técnico de controlo de custos, inicialmente, entrega o contrato ao responsável de um determinado departamento e só depois de este o analisar é o que o entrega a outro, tal facto, como é possível observar na Figura 19, torna este procedimento bastante repetitivo e pouco eficiente. A Figura 19 corresponde a um excerto da representação do fluxo de informação relativo ao procedimento de análise de contratos.

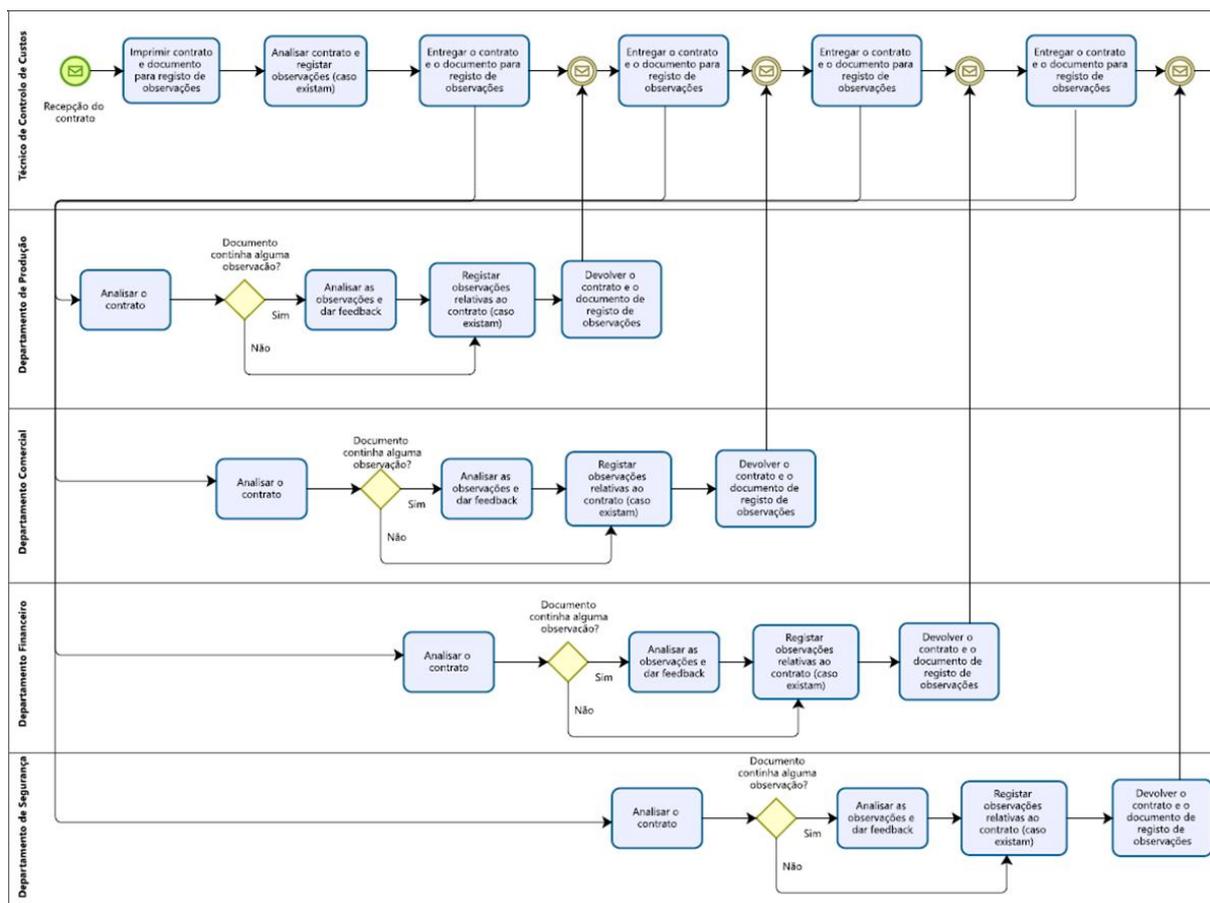


Figura 19 - Procedimento atual de análise de contratos

Como já foi anteriormente mencionado, o procedimento atual relativo à análise de contratos, exige que o mesmo seja impresso juntamente com o documento relativo ao registo das observações. Tais documentos apenas são utilizados para efetuar a apreciação do contrato, pelo que, caso o mesmo tenha de ser enviado por correio para o cliente, procede-se à impressão de outra via, não sendo esta tida em consideração no estudo realizado.

Assim, o procedimento atualmente adotado envolve gastos desnecessários associados a papel e tinteiro por parte da organização. Elaborado um estudo, verificou-se os gastos associados a papel e tinteiro ocorridos no mês de janeiro de 2021, os quais surgem representados na Tabela 6. Neste estudo não foram contabilizadas as despesas associadas ao aluguer e manutenção dos equipamentos de impressão, na medida em que estas não são exclusivas ao procedimento de análise de contratos e, por isso, a empresa continuaria a suportar esses mesmos custos se o procedimento de análise de contratos não envolvesse impressão de ficheiros.

No mês de janeiro de 2021, a organização procedeu à análise de contratos relativos a dezassete empreitadas. Com base nos dados disponibilizados no sistema de informação da organização, foi possível constatar que o custo associado à tinta despendida na impressão de uma página a cores é de 0,15€, sendo todos os contratos impressos a cores, e que o custo associado a uma resma de 500 folhas é de 4,68€, sendo, como tal, o custo associado a cada folha de aproximadamente 0,01€. Com base nessas informações, foram contabilizados os gastos relativos a papel e tinteiro no mês de janeiro, em resultado do procedimento de análise de contratos atualmente em vigor, tendo-se atingido um valor de 66,86€.

*Tabela 6 - Gastos associados a papel e tinteiro*

Referência da Empreitada	Nº de páginas do contrato	Custo associado a tinteiro por página	Custo por folha de papel	Custo Total
0001-21	25	0,15 €	0,01 €	3,88 €
0004-21	26	0,15 €	0,01 €	4,03 €
0007-21	24	0,15 €	0,01 €	3,72 €
0009-21	25	0,15 €	0,01 €	3,88 €
0010-21	26	0,15 €	0,01 €	4,03 €
0012-21	27	0,15 €	0,01 €	4,19 €
0013-21	27	0,15 €	0,01 €	4,19 €
0014-21	28	0,15 €	0,01 €	4,34 €
0015-21	24	0,15 €	0,01 €	3,72 €
0017-21	25	0,15 €	0,01 €	3,88 €
0018-21	23	0,15 €	0,01 €	3,57 €
0019-21	29	0,15 €	0,01 €	4,50 €
0020-21	25	0,15 €	0,01 €	3,88 €
0022-21	24	0,15 €	0,01 €	3,72 €

0023-21	23	0,15 €	0,01 €	3,57 €
0024-21	25	0,15 €	0,01 €	3,88 €
0025-21	25	0,15 €	0,01 €	3,88 €

O procedimento atualmente em vigor, além dos gastos associados a materiais, nomeadamente, papel e tinteiro, também envolve deslocações por parte do técnico de controlo de custos, aquando da entrega e recolha do respetivo contrato a cada responsável de departamento. Estas deslocações estão associadas a tempo de trabalho improdutivo, sendo, portanto, um desperdício associado à ocupação da mão-de-obra. De forma a quantificar o gasto relativo a esse desperdício, procedeu-se à análise das deslocações efetuadas pelo técnico de controlo de custos no mês de janeiro 2021. Essa análise surge representada na Tabela 7.

*Tabela 7 - Deslocações efetuadas pelo TCC*

Referência da Empreitada	Deslocação ao Dep. Financeiro - ida (segundos)	Deslocação ao Dep. Produção - ida (segundos)	Deslocação ao Dep. Comercial - ida (segundos)	Deslocação ao Dep. Segurança - ida (segundos)	Deslocação total - ida e volta (segundos)
0001-21	280	201	284	170	1870
0004-21	281	195	288	181	1890
0007-21	284	198	285	174	1882
0009-21	285	205	286	173	1898
0010-21	283	207	287	175	1904
0012-21	287	210	284	178	1918
0013-21	284	215	287	177	1926
0014-21	285	203	285	181	1908
0015-21	288	205	289	194	1952
0017-21	287	199	284	174	1888
0018-21	288	214	282	176	1920
0019-21	286	216	287	181	1940
0020-21	283	217	286	179	1930
0022-21	284	218	285	181	1936
0023-21	288	250	288	183	2018
0024-21	284	241	286	187	1996
0025-21	285	243	287	188	2006

Com base nos dados que surgem representados na tabela anteriormente projetada, é possível constatar que no mês de janeiro de 2021, o técnico de controlo de custos despendeu 32 782 segundos (9h 07min) do seu horário de trabalho em deslocações relativas ao procedimento de análise de contratos. Assumindo que o responsável de controlo de custos auferir um salário mensal de 700€ (equivalente a um custo/mês para a empresa de 1 155€), verifica-se que a empresa despendeu 62,59€ no mês de janeiro em trabalho

improdutivo associado ao procedimento de análise de contratos. Neste estudo não foram contabilizadas as deslocações relativas ao departamento administrativo, uma vez que estas ocorrem em prol da assinatura do contrato, sendo, portanto, inevitáveis independentemente do tipo de procedimento adotado para a sua análise.

Através do estudo efetuado ao procedimento de análise de contratos atualmente em vigor na organização, também foi possível constatar que este, além de envolver gastos de material e deslocações desnecessárias, caracteriza-se por ser bastante moroso. De facto, havia departamentos que quer devido à sua falta de disponibilidade quer devido ao seu minucioso processo de análise, despendiam longos períodos na posse do contrato até à sua recolha por parte do responsável de controlo de custos.

*Tabela 8 - Período despendido na análise de contratos*

Referência da Empreitada	Receção do contrato	Término da análise do Técnico de Controlo de Custos	Término da análise do Dep. Financeiro	Término da análise do Dep. Produção	Término da análise do Dep. Comercial	Término da análise do Dep. Segurança e Higiene	Tempo total do procedimento de análise (dias)
0001-21	04/01/2021	05/01/2021	06/01/2021	08/01/2021	11/01/2021	12/01/2021	8
0004-21	04/01/2021	04/01/2021	05/01/2021	08/01/2021	11/01/2021	12/01/2021	8
0007-21	06/01/2021	07/01/2021	08/01/2021	11/01/2021	13/01/2021	14/01/2021	8
0009-21	07/01/2021	08/01/2021	11/01/2021	12/01/2021	14/01/2021	15/01/2021	8
0010-21	11/01/2021	12/01/2021	13/01/2021	15/01/2021	18/01/2021	19/01/2021	8
0012-21	11/01/2021	11/01/2021	12/01/2021	14/01/2021	15/01/2021	15/01/2021	4
0013-21	13/01/2021	14/01/2021	15/01/2021	18/01/2021	19/01/2021	20/01/2021	7
0014-21	14/01/2021	14/01/2021	15/01/2021	18/01/2021	20/01/2021	21/01/2021	7
0015-21	14/01/2021	15/01/2021	16/01/2021	19/01/2021	20/01/2021	21/01/2021	7
0017-21	15/01/2021	15/01/2021	19/01/2021	21/01/2021	22/01/2021	22/01/2021	7
0018-21	18/01/2021	18/01/2021	19/01/2021	21/01/2021	22/01/2021	22/01/2021	4
0019-21	18/01/2021	19/01/2021	20/01/2021	22/01/2021	25/01/2021	26/01/2021	8
0020-21	20/01/2021	21/01/2021	22/01/2021	25/01/2021	26/01/2021	27/01/2021	7
0022-21	20/01/2021	21/01/2021	22/01/2021	25/01/2021	27/01/2021	27/01/2021	7
0023-21	21/01/2021	21/01/2021	22/01/2021	26/01/2021	28/01/2021	29/01/2021	8
0024-21	22/01/2021	25/01/2021	26/01/2021	27/01/2021	28/01/2021	29/01/2021	7
0025-21	22/01/2021	25/01/2021	26/01/2021	28/01/2021	29/01/2021	29/01/2021	7

Com base nos dados projetados na Tabela 8, referentes ao mês de janeiro, é possível constatar que, em média, o período despendido na análise de um contrato de empreitada, por parte dos departamentos da organização envolvidos neste procedimento, reside em aproximadamente 7 dias, sendo, como tal, um processo bastante moroso.

Como já foi anteriormente referido, o responsável pelo controlo de custos apenas procede à abertura do processo no ERP após o contrato ter sido enviado devidamente assinado para o cliente, pelo que até então não é possível efetuar o registo de guias de transporte, o que inviabiliza a movimentação atempada de material para a respetiva empreitada. Tal facto pode comprometer a execução da obra no período definido no contrato.

Das empreitadas iniciadas no mês de janeiro e que surgem representadas na Tabela 8, constatou-se que em duas delas (0001-21 e 0003-21) os respetivos processos no ERP da organização foram apenas abertos um dia após as datas contratualizadas para início dos respetivos trabalhos. Tal facto induziu a que a chegada de material às respetivas empreitadas ocorresse, pelo menos, um dia após a data prevista para início dos trabalhos.

Os trabalhos executados nas empreitadas por parte da organização em questão, por norma são de curta duração, não sendo os efetuados nas obras iniciadas no mês de janeiro de 2021 uma exceção. Nessa medida, foi possível acompanhar o momento relativo ao término das obras em questão e analisar se este coincidiu ou não com a data prevista. Das obras em que confirmaram atrasos relativamente à chegada de materiais verificou-se que:

- Empreitada 0001-21 – término previsto a 25/02/2021, término real a 26/02/2021;
- Empreitada 0003-21 – término previsto a 10/03/2021, término real a 10/03/2021.

Deste modo, a empreitada 0001-21 foi a única em que o atraso verificado na chegada dos materiais teve impacto direto no adiamento do seu término. Segundo o contrato desta obra, qualquer atraso relativo ao término dos trabalhos resulta numa coima de 170€/dia.

O moroso procedimento de análise de contratos resultou na chegada dos materiais à obra pelo menos um dia após a data prevista do seu início, pelo que se pode afirmar que se este atraso não tivesse ocorrido, a empreitada tinha muito possivelmente terminado pelo menos um dia mais cedo, cumprindo-se as datas que constavam no contrato e evitando-se o pagamento de uma coima.

O procedimento atualmente em vigor na organização relativo à análise de contratos apresenta várias restrições, destacando-se os gastos associados a papel e tinteiro, os desperdícios de mão-de-obra em deslocações e os atrasos verificados ao nível do término das empreitadas, ocorridos devido ao facto de este ser bastante moroso e pouco eficiente. Contabilizando-se os custos ocorridos no mês de janeiro de 2021 devido a estes fatores, regista-se um valor de 299,45€, o que representa 3 593,40€ em um ano. Além destes gastos, aparentemente pouco significados, o procedimento atual relativo à análise de contratos assume consequências, através do gasto supérfluo de papel, bastante negativas a nível da sustentabilidade e equilíbrio ambiental, comprometendo o futuro das próximas gerações. Além disso, este procedimento, ao potenciar atrasos ao nível do término das obras, danifica a imagem/reputação da organização no mercado, com possíveis consequências no volume de negócios futuros.

#### 4.5.2 Novo Procedimento

Em resultado de todas as ineficiências verificadas no procedimento de análise de contratos anteriormente mencionado, constatou-se que o mesmo deveria ser substituído por um mais digital, eficaz e sustentável.

No novo procedimento de análise de contratos, o responsável de controlo de custos, aquando da receção deste por parte do cliente, procederia à sua análise, registando, de seguida, num ficheiro em formato MS Excel, as condições do mesmo, bem como suas observações. Após este procedimento, o técnico de controlo de custos enviaria um e-mail a cada responsável de departamento, solicitando a análise do contrato e referindo as suas próprias propostas de alteração. Nesse mesmo comunicado, o responsável de controlo de custos afirmaria que estes apenas dispõem de um período de 3 dias para efetuar a análise e caso não houvesse *feedback* durante esse espaço de tempo, as propostas de alteração existentes seriam comunicadas ao cliente. O responsável do controlo de custos, aquando da receção da avaliação feita por cada departamento, deveria atualizar o ficheiro MS Excel destinado ao controlo de contratos, Figura 20.

IDVM		Controlo de Contratos											
Informações do Contrato								Observações dos Departamentos					
Referência da Obra	Designação	Nº de Contrato	Cliente	Data de início	Data de conclusão	Condições de Pagamento	Retenção	Técnico de Controlo de Custos	Dep. Comercial	Dep. Segurança	Dep. Financeiro	Dep. Produção	Data limite da análise
0027-21	Tetro Circo Braga	CS.00045	ABB	14/02/2021	15/03/2021	a 60 dias	5%	Mudar a retenção para 0%	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Adiar 2 dias a data de início da obra	09/02/2021
0028-21	Multiusos - Guimarães	CS.1455	ACC	17/03/2021	20/04/2021	a 80 dias	0%	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Alterar as condições de pagamento para a 60 dias	Nenhuma	10/03/2021

Figura 20 - Novo procedimento de análise de contratos

O técnico de controlo de custos deveria consultar o ficheiro de monitorização dos contratos diariamente, a fim de verificar aqueles cujos períodos de análise já tinham sido ultrapassados e comunicar as alterações ao cliente, no caso de estas existirem, ou entregar o contrato à administração com vista à sua assinatura. Com base neste procedimento, o processo de análise de contratos teria uma duração de 3 dias, em vez da média de 7 dias verificados no anterior procedimento.

No decorrer das empreitadas é comum que os responsáveis dos vários departamentos possuam algumas dúvidas sobre as condições que foram acordadas no contrato. Na verdade, o departamento financeiro questiona inúmeras vezes o técnico de controlo de custos sobre o valor da retenção associado a uma

determinada empreitada, as condições de pagamento acordadas e o procedimento de envio de faturas (e-mail ou correio). Além deste departamento, o próprio responsável da produção, também, regularmente entra em contacto com o responsável de controlo de custos com o intuito de confirmar a marca de determinado material a ser aplicado, bem como se a responsabilidade da execução de determinados trabalhos pertence à organização ou não. Deste modo, o técnico de controlo de custos despende parte do seu período de trabalho a responder individualmente a cada uma das dúvidas relativas a dados que constam no contrato. Assim, de modo a diminuir estes desperdícios associados à ocupação da mão-de-obra, após o envio do contrato assinado ao cliente, este deveria de ser partilhado na rede da organização. Nesta deveria de existir uma pasta onde, em função do cliente e da referência da empreitada, seriam partilhados os respetivos contratos, aos quais apenas os responsáveis de departamento tinham acesso. Assim, estes poderiam consultar os contratos e esclarecer as suas dúvidas sem que fosse necessário contactar o responsável de controlo de custos.

O novo procedimento, ao ser totalmente digital permitiria que não existissem gastos associados a papel e tinteiro. Além disso, este procedimento contribuiria para a preservação do planeta, não comprometendo a sustentabilidade das gerações futuras.

O novo procedimento também não exigiria que o técnico de controlo de custos tivesse de se deslocar aquando da entrega e recolha de contratos a cada responsável de departamento, podendo aplicar esse tempo improdutivo em operações de valor acrescentado para a organização.

Neste processo, o período despendido na análise de contratos por parte dos departamentos seria de 3 dias, tal facto, teria um grande impacto na chegada atempada dos materiais às respetivas empreitadas. De facto, considerando os dados do mês de janeiro de 2021 verificar-se-ia que em nenhuma empreitada o material chegaria após a data agendada para o seu início. Uma vez chegado o material de forma atempada às empreitadas, o atrasado verificado na obra 0001-21 não teria ocorrido, tendo se evitado o pagamento de uma coima.

Contabilizando-se todos os ganhos este novo método poderia permitir à empresa um encaixe de 3 593,40€/ano.

#### **4.6 *Dashboard***

A gestão de qualquer organização necessita de ter acesso, de forma atempada, a informação correta e intuitiva para que o seu processo de tomada de decisão seja o mais rigoroso e eficiente possível. Os sistemas de *business intelligence*, nos quais se encontra incluído o desenvolvimento de *dashboards*,

surgem assim como mecanismos que permitem combinar dados provenientes de diversas fontes e disponibilizá-los de forma simplificada e intuitiva ao decisor. Através desta ferramenta, os gestores não necessitam de recorrer a várias tabelas com dados não tratados e irrelevantes, estando toda a informação necessária à sua tomada de decisão numa única plataforma.

Face às necessidades verificadas na organização, foi projetado um *dashboard* constituído pelos indicadores de desempenho que se revelaram, segundo os vários responsáveis de departamento, fundamentais à monitorização dos seus processos. O *dashboard* desenvolvido incorpora assim informação referente a três processos existentes na organização cujo controlo é reduzido ou inexistente, nomeadamente, produção, comercial e segurança/higiene.

Esta ferramenta assume duas grandes vantagens, a primeira resulta do facto de a informação nela contida poder ser partilhada com vários utilizadores simultaneamente, a segunda consiste na atualização automática dos dados existentes no *dashboard*, na medida em que este se encontra diretamente conectado ao sistema de informação da organização.

#### 4.6.1 Etapas de construção do *dashboard*

A conceção do *dashboard* envolveu várias reformulações e melhorias promovidas pelo contributo de vários membros da organização, tendo sido por isso um procedimento bastante detalhado e exaustivo, o qual envolveu as seguintes etapas:

- Seleção e recolha dos dados;
- Seleção do *software*;
- Definição e cálculo dos indicadores de desempenho;
- Criação do *dashboard*.

##### 4.6.1.1 Seleção e recolha de dados

A primeira etapa relativa à construção do *dashboard* envolveu a pesquisa no sistema de informação da organização de todos os dados que poderiam ser relevantes para o cálculo dos indicadores de desempenho associados a cada processo. Num segundo momento e com o apoio de alguns membros da organização, identificou-se, de entre os dados recolhidos, aqueles que seriam importantes para análises futuras e que por isso deveriam ser incluídos no *dashboard*.

##### 4.6.1.2 Seleção do *software*

O tipo de *software* escolhido, devido às suas capacidades e características pode não permitir ao criador do *dashboard* projetar os dados sob a forma apelativa e intuitiva que este deseja, o que poderá induzir a erradas interpretações por parte do gestor aquando do seu processo de análise. Tal facto revela a importância da decisão relativa ao tipo de *software* a utilizar. Após a análise de vários tipos de *software* em conjunto com a administração foi decidido que a escolha recairia sobre o *Microsoft Power BI*, o qual apresenta como principais vantagens:

- Interface bastante apelativa e de fácil interação;
- Possui idioma em português;
- Permite que o *dashboard* seja partilhado entre vários utilizadores simultaneamente;
- Apresenta versão mobile – permite que os relatórios sejam visualizados em diferentes tipos de dispositivos (computador, *tablet*, telemóvel);
- Apresenta uma grande comunidade – existe muita informação de apoio à utilização do *software*;
- Permite que seja armazenada uma grande quantidade de dados (10 GB);
- Pode ser conectado a diversos tipos de bases de dados e ainda a ficheiros com formato xls.

#### 4.6.1.3 Definição e cálculo dos indicadores de desempenho

Esta etapa, numa primeira fase, envolveu a realização de *benchmarking* no que concerne ao tipo de indicadores de desempenho mais comumente utilizados na indústria de construção. Como tal, foi realizada uma pesquisa sobre os principais KPI (*Key Performance Indicators*) utilizados em indústrias portuguesas, sendo estes de seguida comparados com os aplicados em outros países, nomeadamente, Dinamarca, Inglaterra, Estados Unidos, Brasil e Chile.

Uma vez feito o levantamento dos indicadores para cada um dos processos, os mesmos foram partilhados com os vários membros da organização, com o intuito de serem melhor enquadrados na filosofia da empresa. Este processo de otimização foi feito em várias iterações e resultou na definição de um conjunto de indicadores que permitiriam colmatar as necessidades da empresa no que concerne à disponibilização de informação relevante para a tomada de decisão, os quais surgem representados na Figura 21.

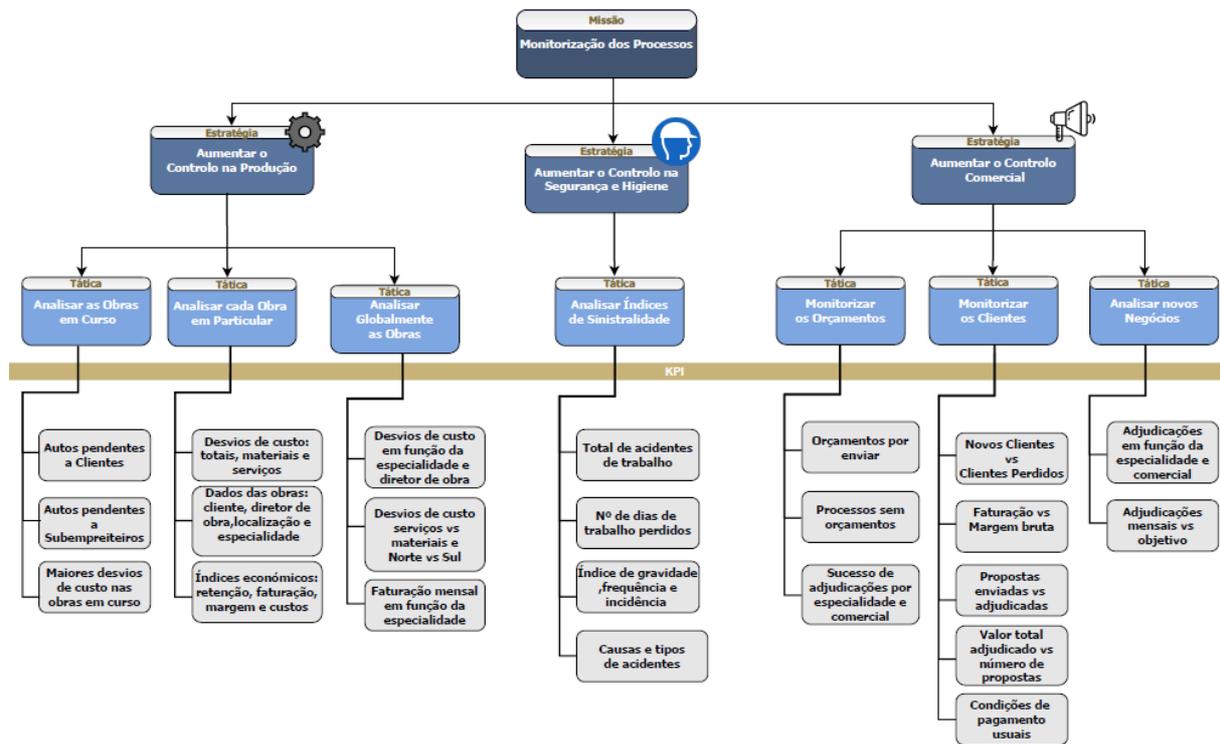


Figura 21 - Árvore de indicadores de desempenho

#### 4.6.1.4 Criação do *dashboard*

Nesta última etapa procedeu-se à representação dos vários indicadores concebidos nas páginas do *dashboard*. Para tal, houve a necessidade de se proceder à aprendizagem do novo *software*, *Power BI*, através de um processo de pesquisa intensivo e moroso.

#### 4.6.2 Organização do *dashboard*

O *dashboard* concebido é constituído por oito páginas, estando três destas associadas ao processo de produção, uma associada ao processo de segurança e quatro relacionadas com o processo comercial.

##### 4.6.2.1 Produção

Relativamente ao processo produtivo, o *dashboard* contempla três páginas destinadas à monitorização do mesmo:

- Produção global;
- Produção em curso;
- Produção particular.

Estas páginas devem principalmente ser consultadas pelo diretor da produção, de forma a que este consiga realizar um controlo preciso do desempenho das várias obras executadas pela organização.

## A. Produção global

Quanto à primeira página relativa ao processo produtivo, esta foca-se sobretudo na análise global dos desvios, identificando as especialidades dos trabalhos, os diretores de obra, as categorias de custo (serviços<sup>4</sup> ou materiais) e as obras onde os mesmos são mais frequentes.

Relativamente aos desvios de custo das empreitadas, o seu processo de monitorização deve seguir um conjunto de 5 etapas:

- 1ª etapa – Definição do valor do custo que se pretende alcançar (custo orçamentado);
- 2ª etapa – Identificação do valor do custo real, o qual é medido por parte dos diretores de obra e encontra-se em vários documentos internos existentes no ERP da organização;
- 3ª etapa – Cálculo dos desvios de custo (custo real – custo orçamentado);
- 4ª etapa – No caso de o desvio de custo ser positivo (custo real superior ao custo orçamentado) tomar ações corretivas no terreno;
- 5ª etapa – Monitorização posterior, de forma a verificar se as ações corretivas tiverem o efeito desejado.

Relativamente aos restantes indicadores de desempenho, o seu processo de monitorização deve seguir um procedimento semelhante ao anteriormente referido. Na Figura 22 surge representada a página do *dashboard* relativa à análise global da produção.

---

<sup>4</sup> Serviços: Categoria de custo constituída pela mão-de-obra interna e subcontratada, aluguer de equipamentos, deslocações e estadias, transportes e tratamento de resíduos.

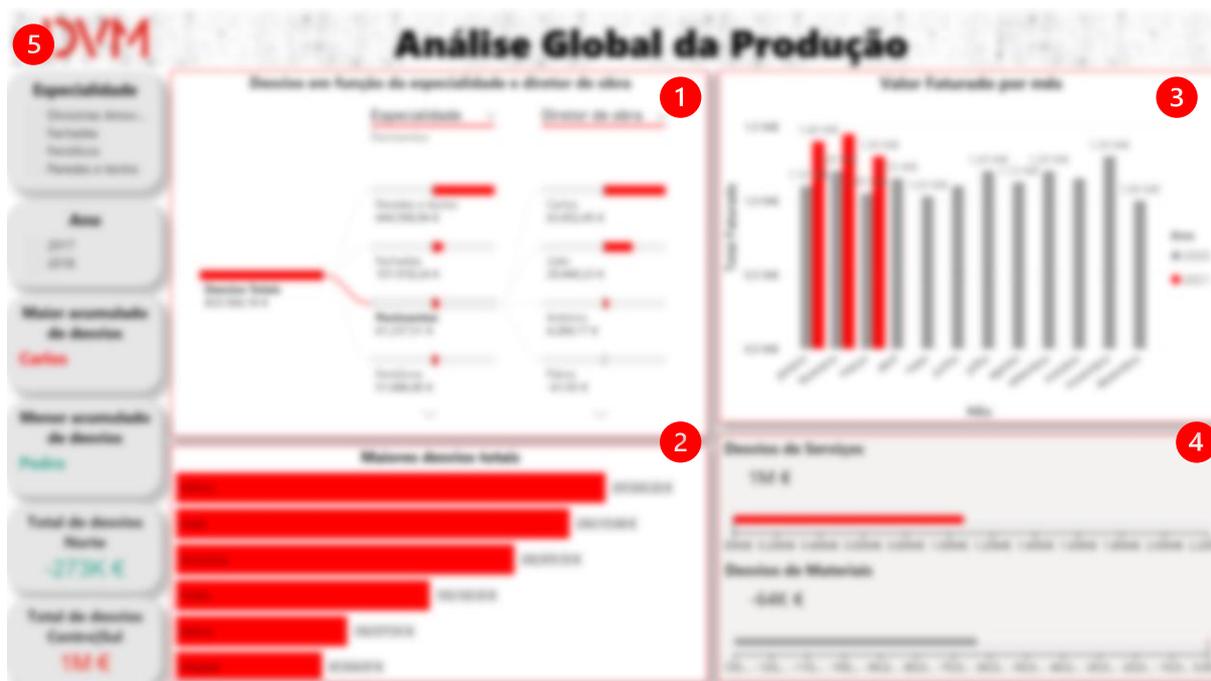


Figura 22 - Página do dashboard relativa à produção global

1. **Desvios em função da especialidade e do diretor de obra** – Enumera as especialidades que apresentam os maiores desvios de custo face ao orçamentado, bem como associado a cada uma, os diretores de obra que mais contribuem para esses desvios.
  2. **Maiores desvios totais** – De todas as empreitadas executadas pela organização identifica aquelas que apresentam os maiores desvios de custo.
  3. **Faturação mensal** – Indica o valor total da faturação em cada mês e compara-o com o valor registado no ano anterior.
  4. **Desvios de serviços e materiais** – Compara os desvios de custo ocorridos ao nível dos serviços com os desvios ocorridos ao nível dos materiais.
  5. **Segmentação de dados e cartões informativos** – Neste campo são apresentados em primeiro lugar dois filtros, um relativo à especialidade dos trabalhos e outro relativo ao ano em que se pretende efetuar a análise, cuja seleção atualiza todos os indicadores existentes nesta página. Além disso, este sector indica o diretor de obra e a região do país com maiores e menores participações nos desvios de custo contabilizados.
- B. Produção em curso

Esta página, que surge representada na Figura 23, identifica os desvios de custo ocorridos nas empreitadas em curso, bem como trabalhos que já foram executados quer pela própria empresa quer por subempreiteiros, mas que ainda não foram pagos.



Figura 23 - Página do dashboard relativa à produção em curso

1. **Maiores desvios nas obras em curso** – este gráfico identifica as oito empreitadas em curso que apresentam os maiores desvios de custo e divide-as segundo quatro quadrantes, encontrando-se no primeiro quadrante as obras que apresentam os maiores desvios de custo quer ao nível dos materiais quer ao nível dos serviços.
2. **Maiores desvios totais nas obras em curso** – este indicador de desempenho associa a cada uma das empreitadas mais problemáticas o seu desvio de custo total, que resulta da soma do desvio de custo associado aos materiais com o desvio de custo associado aos serviços.
3. **Autos pendentes a fornecedores** – Apresenta os autos de medição relativos a trabalhos executados por um determinado subempreiteiro que ainda não foram remunerados pela própria organização.
4. **Autos pendentes a clientes** – Enumera os autos de medição relativos a trabalhos executadas pela própria organização que ainda não foram cobrados ao cliente.
5. **Segmentação de dados e cartões informativos** – Neste campo surge em primeiro lugar um filtro relativo à obra em curso que se pretende analisar, cuja seleção atualiza os gráficos

mencionados em 1 e 2. Além disso neste setor são apresentados cartões que indicam o número de obras em curso que apresentam desvios e o número de autos pendentes a subempreiteiros e de clientes.

### C. Produção particular

Relativamente à terceira página relativa ao processo de produção, esta permite avaliar o desempenho individual de cada empreitada. O diretor de obra após identificar nas páginas um e dois as obras que apresentam os maiores desvios de custo, pode pretender realizar uma avaliação mais precisa e detalhada de cada uma dessas obras, sendo tal facto possível na página três do *dashboard*. Esta secção, que surge na Figura 24, além de permitir avaliar os desvios de custo de cada empreitada, também permite analisar os seus índices económicos.



Figura 24 - Página do dashboard relativa à produção particular

1. **Custos reais vs custos previstos** – Compara os custos que já foram imputados à obra com o total previsto no orçamento. Com base nestes indicadores o utilizador consegue perceber o valor que ainda pode ser despendido na obra sem que o custo total previsto no orçamento seja ultrapassado.
2. **Desvios de custo** – Identifica para a empreitada em questão os desvios de custo ao nível dos materiais, serviços e o total dos mesmos. Este cálculo dos desvios de custo resulta da diferença

entre o custo real ocorrido e o custo previsto para a fração de obra executada, pelo que um desvio negativo é favorável, na medida em que induz que houve um gasto inferior ao expectável.

3. **Indicadores económicos** – Este campo permite ao diretor de obra analisar de uma forma rápida e intuitiva o desempenho económico de uma determinada empreitada. Com base nestes indicadores o utilizador consegue comparar o coeficiente de venda previsto (K previsto), que resulta da divisão entre o preço de venda da obra e o seu custo total previsto, com o coeficiente de venda real (K real), que resulta da divisão entre o valor faturado e o custo total atual da obra. Além disso, este quadro informa sobre o valor dos trabalhos que já foram executados, mas que ainda não foram faturados (autos por faturar); a percentagem do valor da empreitada que foi retida pelo cliente como salvaguarda para eventuais não conformidades (retenção); a faturação atual, bem como a prevista até ao término da obra; a margem bruta real e a sua comparação com a que seria expectável segundo o orçamento. Por fim, nesta página ainda surgem representados os custos reais da obra segundo as suas diversas categorias, a comparação do valor faturado com o que foi realmente cobrado ao cliente e a faturação que a respetiva empreitada obteve no último mês.
4. **Segmentação de dados e cartões informativos** – Neste campo é inicialmente apresentado um filtro relativo à obra que se pretende analisar, cuja seleção atualiza todos os indicadores presentes nesta página. Além disso, ainda nesta secção, são fornecidas informações gerais sobre obra, nomeadamente, o nome do cliente, a especialidade dos trabalhos, o diretor de obra e a sua localização.

#### 4.6.2.2 Segurança/Higiene

No que concerne aos índices de segurança e higiene da organização, o *dashboard* contempla apenas uma página destinada à sua avaliação:

##### A. Análise da sinistralidade laboral

Esta página permite ao responsável do departamento de segurança e higiene analisar o número de acidentes ocorridos em cada ano, bem como as causas que os originaram e os seus tipos, tal como ilustra a Figura 25.

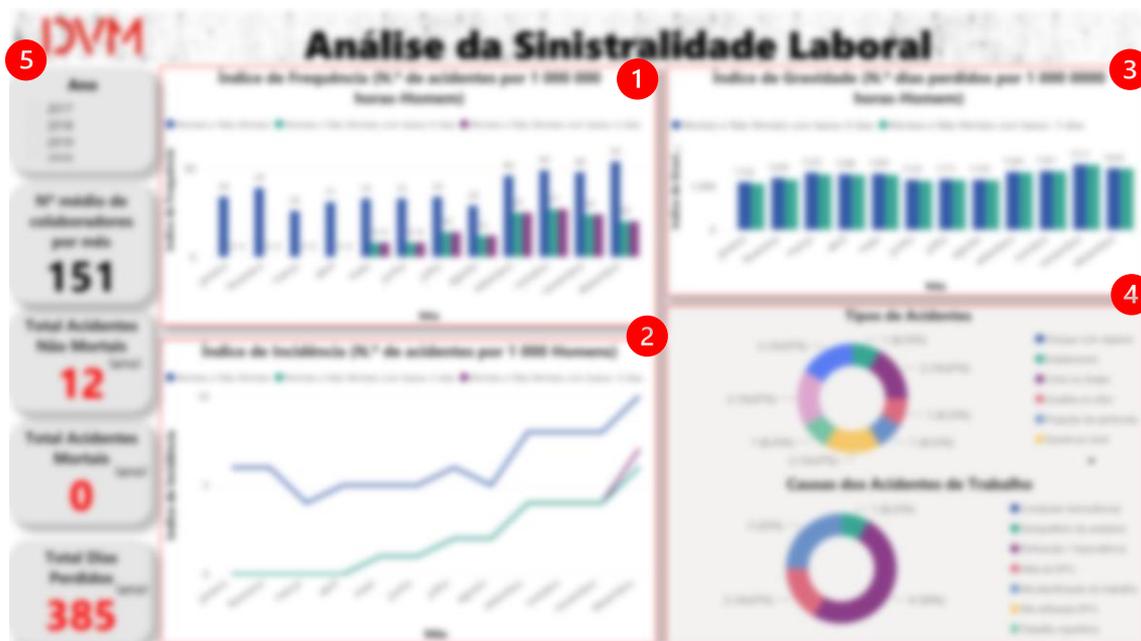


Figura 25 - Página do dashboard relativa à sinistralidade laboral

1. **Índice de frequência** – Identifica para cada mês o número de acidentes ocorridos por cada 1 000 000 horas-Homem trabalhadas. Neste indicador o índice de frequência é analisado de forma isolada para cada uma das três classes de acidentes representadas: mortais e não mortais, que inclui todos os acidentes, mesmo aqueles que não provocaram um período de baixa; mortais e não mortais com baixa superior a 0 dias e mortais e não mortais com baixa superior a 3 dias.
2. **Índice de incidência** – Avalia em cada mês o número de acidentes ocorridos por cada 1 000 Homens. Neste indicador, a análise também é realizada de forma individual para cada uma das três classes de acidentes anteriormente referidas.
3. **Índice de gravidade** – Identifica para cada mês o número de dias perdidos por cada 1 000 000 horas-Homem trabalhadas. O índice de gravidade é analisado segundo duas classes de acidentes: mortais e não mortais com baixa superior a 0 dias e mortais e não mortais com baixa superior a 3 dias.
4. **Tipos e causas dos acidentes** – Enumera os tipos de acidentes ocorridos no ano em questão, bem como as causas que os originaram.
5. **Segmentação de dados e cartões informativos** – Neste campo são fornecidas informações gerais sobre a sinistralidade laboral relativas ao ano em análise, nomeadamente, número médio de colaboradores a laborar por mês; total de acidentes mortais e não mortais e total de dias

perdidos. Ainda neste sector surge um filtro relativo ao ano em que se pretende efetuar a análise, cuja seleção atualiza todos os indicadores presentes nesta página.

#### 4.6.2.3 Comercial

O setor comercial era aquele que apresentava um maior número de limitações no que dizia respeito a procedimentos de controlo e monitorização praticados até então. Tal facto levou a que maior parte do conteúdo projetado no *dashboard* fosse relativo a este processo, tendo sido destinadas ao mesmo quatro páginas:

- Análise global dos clientes;
- Análise particular dos clientes;
- Novas adjudicações<sup>5</sup>;
- Propostas de orçamento.

Estas páginas devem ser principalmente consultadas pelo responsável do departamento comercial, com vista à realização de um controlo preciso sobre os clientes e novas oportunidades de negócio.

##### A. Análise global dos clientes

No que concerne à primeira página relativa ao processo comercial, esta permite identificar os clientes que mais contribuem para a atividade da empresa, bem como aqueles que foram recentemente registados e os que deixaram de se encontrar fidelizados à organização, tal como ilustra a Figura 26.

---

<sup>5</sup> Adjudicação: atribuição da execução da obra a um fornecedor após a análise da sua proposta.



Figura 26 - Página do dashboard relativa à análise global dos clientes

1. **Clientes antigos vs novos clientes** – Identifica os novos clientes angariados pela organização no ano atual e os clientes que não adjudicam uma obra à empresa há mais de um ano (clientes antigos).
2. **Participação na faturação vs margem bruta** – Este gráfico identifica os sete clientes que mais participam na atividade da empresa e divide-os segundo quatro quadrantes, encontrando-se no primeiro quadrante aqueles que mais contribuem para a faturação da organização e que simultaneamente as suas obras apresentam uma margem bruta média elevada.
3. **Valor total adjudicado vs número de propostas** – Este indicador permite identificar os clientes que apesar de terem adjudicado poucas obras à organização, totalizaram um valor elevado em vendas.
4. **Propostas enviadas vs adjudicadas** – Para os sete clientes que mais participam na atividade da organização, compara o número de propostas enviadas com o número de propostas por eles adjudicadas.
5. **Segmentação de dados e cartões informativos** – Neste campo são apresentados em primeiro lugar dois filtros, um relativo à especialidade dos trabalhos e outro relativo ao ano em que se pretende efetuar a análise, cuja seleção atualiza todos os indicadores existentes nesta

página. Além disso, este sector indica o número de novos clientes angariados pela organização, a quantidade de clientes antigos e o número total de propostas adjudicadas.

## B. Análise particular dos clientes

Contrariamente à página anterior, esta permite avaliar o comportamento de cada cliente de forma individual, nomeadamente, no que concerne à sua taxa de adjudicação, faturação e margem bruta média das suas obras, tal como ilustra a Figura 27.



Figura 27 - Página do dashboard relativa à análise particular dos clientes

1. **Faturação em função da especialidade** – Identifica o valor total faturado a cada cliente em função das especialidades dos trabalhos executados.
2. **Margem bruta média vs valor de venda** – Indica margem bruta média em função do valor de venda das empreitadas por cliente.
3. **Condições de pagamento** – Enumera as condições de pagamento mais comumente praticadas por cada cliente.
4. **Adjudicação e faturação** – Este setor identifica inicialmente a taxa de adjudicação associada a cada cliente e numa segunda fase, o número médio de dias que o mesmo demora a aprovar uma determinada proposta. Além disso, este campo também menciona o valor total faturado a cada cliente.

5. **Segmentação de dados e cartões informativos** – Neste campo são apresentados em primeiro lugar dois filtros, um relativo ao cliente que se pretende estudar e outro relativo ao ano em que se pretende efetuar a análise, cuja seleção atualiza todos os indicadores existentes nesta página. Além disso, este sector menciona para cada cliente o valor médio do coeficiente de venda das suas obras (K) e o valor máximo retido numa determinada empreitada como salvaguarda para eventuais não conformidades (retenção máxima).

### C. Novas adjudicações

Esta página, que surge representada na Figura 28, permite comparar o valor total das propostas adjudicadas no ano atual com o ano anterior, bem como verificar se esse valor cumpre ou não os objetivos delineados. Através desta página é ainda possível identificar as especialidades e os comerciais que mais contribuem para os níveis de adjudicação apresentados.



Figura 28 - Página do dashboard relativa às novas adjudicações

1. **Valor adjudicado por mês** – Indica o valor total das propostas adjudicadas em cada mês e compara-o com o valor registado no ano anterior.
2. **Valor adjudicado vs objetivo** – Compara o valor total das propostas adjudicadas em cada mês com o objetivo mensal previamente definido.

3. **Adjudicações em função da especialidade e do comercial** – Enumera as especialidades em relação às quais são adjudicadas mais propostas, bem como associado a cada uma, os comerciais que mais contribuem para esse efeito.
4. **Objetivo anual** – Avalia a *performance* da empresa no que concerne ao valor total de propostas adjudicadas face ao objetivo anual proposto.
5. **Segmentação de dados e cartões informativos** – Neste campo é inicialmente apresentado um filtro relativo à especialidade dos trabalhos que se pretende analisar, cuja seleção atualiza todos os indicadores presentes nesta página. Além disso, são fornecidas informações relativas à especialidade de trabalhos que apresenta uma maior e menor taxa de adjudicação e o valor médio mensal adjudicado em 2020 e 2021.

D. Propostas de orçamento

Esta página, que surge representada na Figura 29, permite identificar as propostas de orçamento que ainda não foram realizadas ou enviadas ao cliente, bem como a taxa de propostas adjudicadas em função do comercial e do tipo de especialidade de trabalhos.



Figura 29 - Página do dashboard relativa ao controlo de orçamentos

1. **Processos sem orçamento** – Menciona as obras relativamente às quais os clientes já fizeram um pedido de cotação, mas que ainda não foi elaborada qualquer proposta de orçamento. Associado ao nome e número de cada obra é também apresentado o nome do cliente, a data

em que este realizou o pedido, o comercial encarregue do processo e a especialidade dos trabalhos a executar.

2. **Propostas por enviar** – Menciona as propostas que já foram realizadas pelo respetivo orçamentista, mas que ainda não foram enviadas ao cliente. Associado ao número de cada proposta são apresentados o número e o nome da obra a que a respetiva proposta se refere, o cliente a quem será enviada a proposta, a especialidade dos trabalhos a executar, o comercial encarregue do processo, o valor da proposta, a data da sua elaboração, a data limite do seu envio e o orçamentista que a elaborou.
3. **Adjudicações por comercial** – Ilustra para cada comercial a taxa de propostas adjudicadas em relação ao total de enviadas.
4. **Adjudicações por especialidade** – Refere para cada especialidade de trabalhos a taxa de propostas adjudicadas em relação ao total de enviadas.
5. **Segmentação de dados e cartões informativos** – Neste campo são fornecidas informações gerais sobre o estado atual de algumas propostas de orçamento, nomeadamente, o número total de orçamentos por enviar, o número total de obras relativamente às quais ainda não foi elaborada nenhuma proposta de orçamento, o valor médio das propostas que se encontram por enviar e a taxa de resposta a pedidos de cotação realizados pelos clientes. Ainda neste sector surge um filtro relativo à especialidade de trabalhos que se pretende analisar, cuja seleção atualiza todos os indicadores presentes nesta página.

#### **4.7 Análises Preditivas através de técnicas de *Machine Learning***

Os mecanismos *Machine Learning* são atualmente aplicados em diversos setores de atividade, nomeadamente, na engenharia para estimar margens de lucro em projetos de construção, nas finanças como apoio à previsão do mercado financeiro, no retalho para estimar a procura associada a determinados artigos e também na indústria metalomecânica para a previsão da resistência à compressão de certos materiais. De facto, estas técnicas são cada vez mais requisitadas pelas empresas, na medida em que potenciam a eficiência da tomada de decisão dos gestores e consequentemente o sucesso da organização.

No caso particular da DVM Global, foi desenvolvido um modelo preditivo que auxilia a direção a antever possíveis perdas financeiras que da atividade da empresa possam advir. Assim sendo, o objetivo deste projeto de *Machine Learning* passa por detetar obras que apresentem características que evidenciem a

possibilidade de registarem um custo total superior ao previamente definido em orçamento. Uma vez essas obras identificadas, os diretores de obra e o responsável pelo controlo de custos, aquando da sua execução, irão assumir um controlo incisivo nas mesmas de modo a que esses desvios de custo não se cheguem a concretizar.

O projeto de *Machine Learning* desenvolvido teve por base a aplicação de uma metodologia de *Cross Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM), a qual compreende as seguintes fases:

- *Business Understanding;*
- *Data Understanding;*
- *Data Preparation;*
- *Modeling;*
- *Evaluation;*
- *Deployment.*

A metodologia CRISP-DM consiste assim num conjunto de etapas que auxiliam e orientam a implementação de um projeto de *Machine Learning*. Neste caso em particular, o mecanismo *Machine Learning* foi criado e desenvolvido com recurso à linguagem de programação *Python*.

#### 4.7.1 *Business Understanding*

Aquando de um pedido de cotação por parte de um cliente, a DVM Global realiza um orçamento que compila os custos de todos os artigos que serão utilizados no respetivo trabalho requisitado. Uma vez identificados esses custos, a empresa define um preço de venda para a execução da obra, o qual pode ou não ser aceite pelo cliente. No caso de ser aceite e uma vez terminados os trabalhos, os custos reais da obra podem ser superiores aos previamente definidos no orçamento, o que gera uma perda financeira à organização. Desta forma, foi desenvolvido um mecanismo *Machine Learning* que tem como finalidade identificar previamente as obras que são propícias à ocorrência de desvios de custo, de forma a que aquando da sua execução sejam devidamente monitorizadas. Da aplicação do respetivo projeto de *Machine Learning* esperam-se assim alcançar os seguintes objetivos:

- Definir o perfil das obras que mais registam derrapagens financeiras;
- Aumento da produtividade do *controller*, destinando a maioria do seu tempo à monitorização de obras que apresentem uma probabilidade elevada de ocorrência de desvios;

- Redução dos desvios de custo e consequentemente diminuição de perdas financeiras da organização.

#### 4.7.2 Data Understanding

Relativamente aos dados que serviram de base à aplicação das técnicas de *Machine Learning*, estes constavam num mapa que se encontrava no sistema de informação da organização. Cada linha deste mapa representa uma obra que fora executada pela empresa, havendo até então informação relativa a 1011 empreitadas. Por outro lado, as colunas desse mapa são constituídas por 14 atributos, que surgem caracterizados na Tabela 9, e 1 variável alvo (desvio de custo). O mapa em questão é atualizado automaticamente sempre que a empresa executa uma nova empreitada, pelo que o conjunto de dados que sustentam as respetivas técnicas de *Machine Learning* serão com o passar do tempo mais abundantes, permitindo atingir melhores desempenhos preditivos.

Tabela 9 - Atributos existentes no dataset

Atributos	Tipo de variável	Tipo de informação
Obra	Catégorica nominal	Dados contextuais
Cliente	Catégorica nominal	Dados contextuais
Diretor de obra	Catégorica nominal	Dados contextuais
Tipo de obra	Catégorica nominal	Dados contextuais
Área	Catégorica nominal	Dados contextuais
Custos previstos orçamento	Numérica contínua	Dados económicos
Custos previstos obra	Numérica contínua	Dados económicos
Custos previstos subempreiteiros	Numérica contínua	Dados económicos
Custos previstos materiais	Numérica contínua	Dados económicos
Custos previstos serviços	Numérica contínua	Dados económicos
Faturação prevista orçamento	Numérica contínua	Dados económicos
Faturação prevista obra	Numérica contínua	Dados económicos
Duração	Numérica discreta	Dados económicos
Comercial	Catégorica nominal	Dados económicos

Ainda na fase de *Data Understanding* procedeu-se à análise dos dados que se encontravam no *dataset* com recurso a representações gráficas na perspetiva de serem detetadas algumas tendências e relações entre os mesmos. Inicialmente foi projetado um mapa de calor a nível nacional (Figura 30) que envolve o cruzamento de três atributos, sendo estes o “Custo previsto obra”, a “Área” e o “Tipo de obra”. Com base nesse mapa é possível constatar que a zona de Lisboa é a que apresenta maiores valores de custos previstos médios por obra na maioria das especialidades. Verifica-se também que a especialidade de paredes e tetos é a que obtém maiores valores de custos previstos médios por obra nas várias áreas à exceção de Lisboa. Ainda, relativamente ao mapa em questão, é possível afirmar que as zonas Norte e

Lisboa são as únicas onde são praticadas todas as especialidades e que os tipos de obra pavimentos, paredes e tetos e fenólicos são os únicos que são executados em todo o país. Por fim, é de realçar que os trabalhos de fachadas em Lisboa são os que apresentam um maior custo previsto médio por obra comparativamente com os restantes.



Figura 30 - Análise do custo previsto médio por obra em função do seu tipo e localização



Figura 31 - Análise da faturação prevista média por obra em função do seu tipo e localização

Posteriormente foi projetado um outro mapa de calor a nível nacional (Figura 31), através do qual foram analisadas as relações existentes entre outros três atributos: “Faturação prevista obra”, “Área” e “Tipo de obra”. As mesmas constatações detetadas ao nível dos custos previstos no mapa de calor anterior estendiam-se neste mapa para a faturação prevista, pelo que a especialidade de trabalhos e a área que apresentavam em grande parte dos casos maiores custos previstos médios por obra, eram aquelas que também apresentavam maiores faturações previstas médias por obra. Tal facto levou a que fosse testada e confirmada a relação de proporcionalidade direta existente entre essas duas variáveis, “Custo previsto obra” e “Faturação prevista obra” (Figura 32).

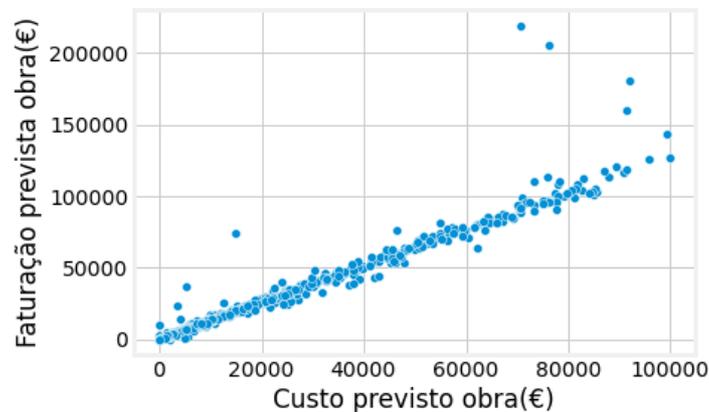


Figura 32 - Relação entre "Faturação prevista obra" e "Custo previsto obra"

Subsequentemente foi feita uma análise relativa aos desvios de custo e concluiu-se, através dos gráficos que surgem representados na Figura 33 e Figura 34, que estes diminuem quer com o aumento dos custos previstos quer com o aumento da faturação prevista. Constatando-se assim que os desvios de custo são menores, tendencialmente negativos, em obras de maior dimensão.

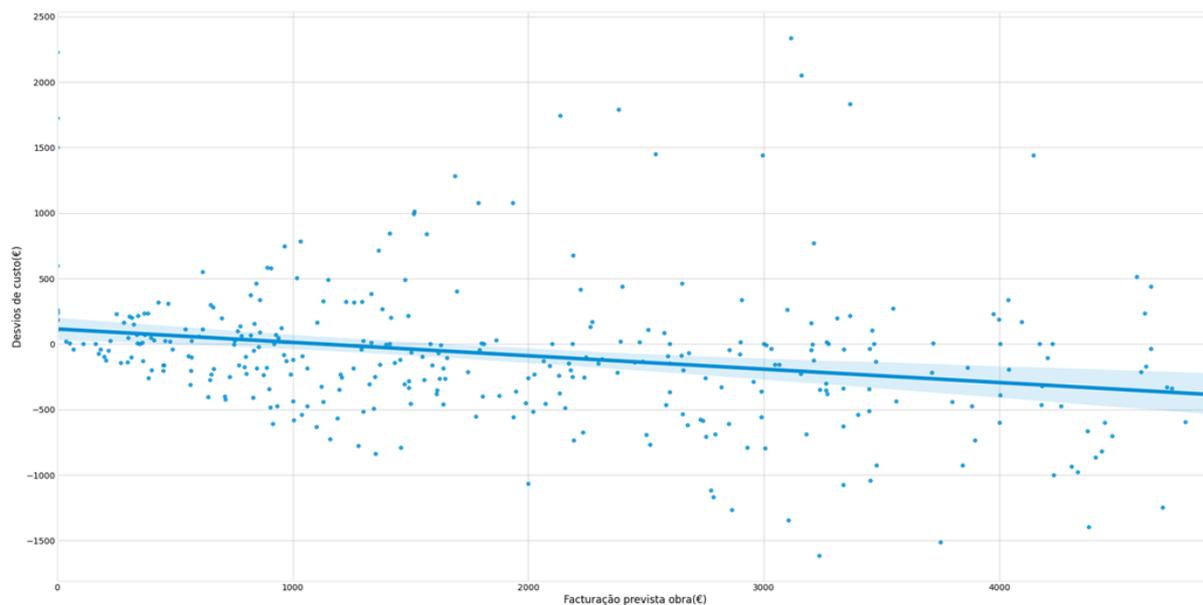


Figura 33 - Variação dos "Desvios de custo" em função da "Faturação prevista obra"

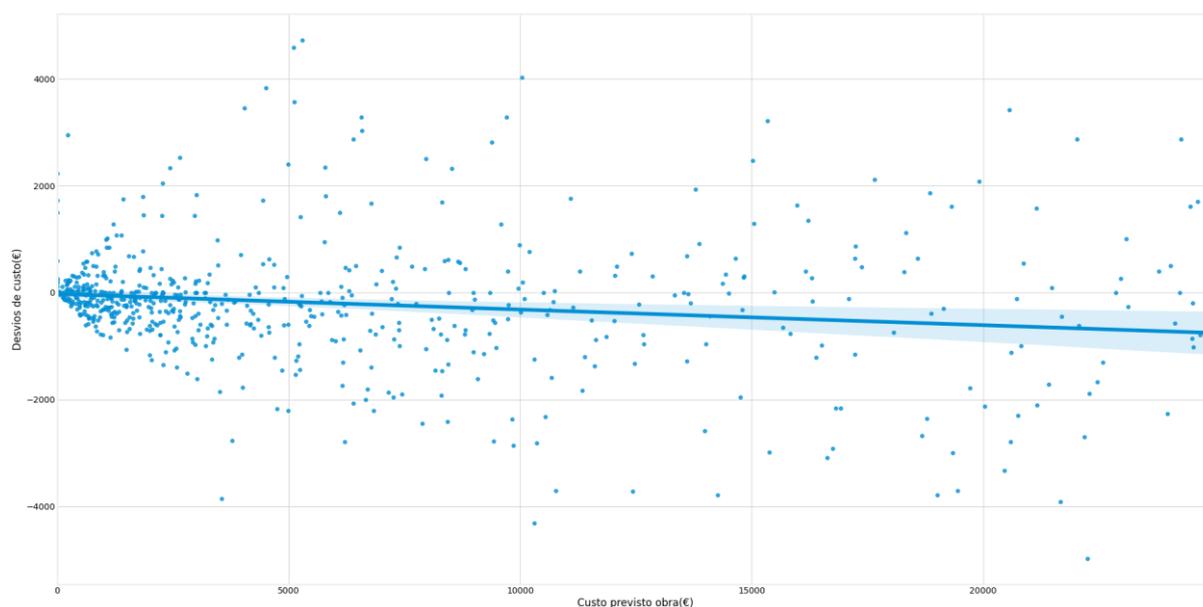


Figura 34 - Variação dos "Desvios de custo" em função do "Custo previsto obra"

Com base nas diversas análises efetuadas é possível então reter as seguintes constatações:

- Lisboa é a área que apresenta maiores valores de custos e faturações previstas médias por obra para a maioria das especialidades;
- Paredes e tetos é a especialidade que assume maiores valores de custos e faturações previstas médias por obra em todas as zonas do país à exceção de Lisboa;
- Custo previsto e faturação prevista são aproximadamente diretamente proporcionais;
- Os desvios de custos são menores, tendencialmente negativos, em obras de maior dimensão.

### 4.7.3 Data Preparation

O *dataset* que serviu de base para a aplicação de técnicas de *Machine Learning* apresentava dados que não eram pertinentes para o problema em questão bem como informações que tinham o mesmo significado, mas que se encontravam escritas de forma diferente. Tal facto culminou na necessidade de se proceder a um tratamento inicial dos dados composto pelas seguintes tarefas:

- Eliminar do *dataset* as variáveis cujo valor não era relevante para o problema em questão, nomeadamente, o nome da obra e o nome do cliente;
- Homogeneizar denominações referentes ao mesmo elemento.

Posteriormente procedeu-se à identificação e correspondente eliminação dos *outliers* através da aplicação do algoritmo *Isolation Forest*. Ainda nesta fase foram eliminadas as obras referentes a amostras, bem como as que por erro de imputação ao nível do sistema de informação apresentavam um custo nulo.

Ainda na etapa de *Data Preparation* procedeu-se à conversão de variáveis categóricas em numéricas, de modo a que estas fossem interpretadas pelos algoritmos de *Machine Learning*. Para tal foi utilizado inicialmente o método *Label Encoding*, o qual atribui a cada dado em forma de texto um número de forma sequencial (Figura 35).

Estado original	Estado após conversão
Tipo de obra	Tipo de obra
Corian	0
Fachadas	1
Fenólicos	2
Paredes e tetos	3
Pavimentos	4
Outros	5

Figura 35 - Aplicação do método *Label Encoding*

Uma vez que este método utiliza um processo de atribuição numérica incremental, os algoritmos de ML (*Machine Learning*) podem atribuir maior relevância aos dados representados por valores numéricos maiores, o que resultaria em previsões pouco credíveis. Como resultado de tal facto, houve a necessidade de se utilizar um método alternativo para a conversão de variáveis categóricas em numéricas, *One Hot Encoding*. Segundo esta técnica, um determinado atributo é removido e os seus dados exclusivos são transformados em variáveis binárias, onde o 1 representa o valor afirmativo e o 0 o negativo (Figura 36).

Estado original	Estado após conversão					
Tipo de obra	Corian	Fachadas	Fenólicos	Paredes e tetos	Pavimentos	Outros
Corian	1	0	0	0	0	0
Fachadas	0	1	0	0	0	0
Fenólicos	0	0	1	0	0	0
Paredes e tetos	0	0	0	1	0	0
Pavimentos	0	0	0	0	1	0
Outros	0	0	0	0	0	1

Figura 36 - Aplicação do método One Hot Encoding

#### 4.7.4 Modeling

Neste ponto serão aplicados dois tipos de sistemas de *Machine Learning*, nomeadamente, *Supervised Learning* e *Unsupervised Learning*. Nos modelos de *Unsupervised Learning* será aplicada uma técnica de *Clustering*, a qual será posteriormente avaliada através da aplicação de duas métricas. Relativamente ao *Supervised Learning* serão aplicadas técnicas de classificação, com recurso a diversos algoritmos, sendo posteriormente avaliados e identificados os que permitem atingir melhores resultados.

##### 4.7.4.1 Unsupervised learning - clustering

Esta técnica permite efetuar o agrupamento automático de dados de acordo com o seu grau de semelhança. Pelo que os grupos formados em resultado da aplicação destes métodos são constituídos por dados que apresentam mais características idênticas entre si do que com outros que se encontram associados a um diferente *cluster*.

No caso particular deste projeto, através desta técnica pretende-se inicialmente definir o número de *clusters* ideal entre os quais os dados seriam divididos e de seguida identificar-se-iam os grupos mais representativos, sobre os quais seria construído um perfil relativo às obras que apresentam maior tendência para registar desvios de custo positivos.

Com vista à aplicação da respetiva técnica utilizou-se o algoritmo *clustering k-means*, que recorre a técnicas iterativas, que envolvem o cálculo das distâncias médias entre cada ponto, para agrupar um conjunto de dados em *clusters*. Para se proceder à aplicação deste algoritmo é necessário definir o número de grupos em que os dados devem ser agrupados, o qual foi identificado através da aplicação do *elbow method*. Segundo este método o número de *clusters* ideal surge como o “cotovelo” do gráfico que representa a soma da estimativa quadrada dos erros (SSE) em função do número de *clusters*, sendo neste caso em concreto três grupos, o valor indicado pelo gráfico (Figura 37).

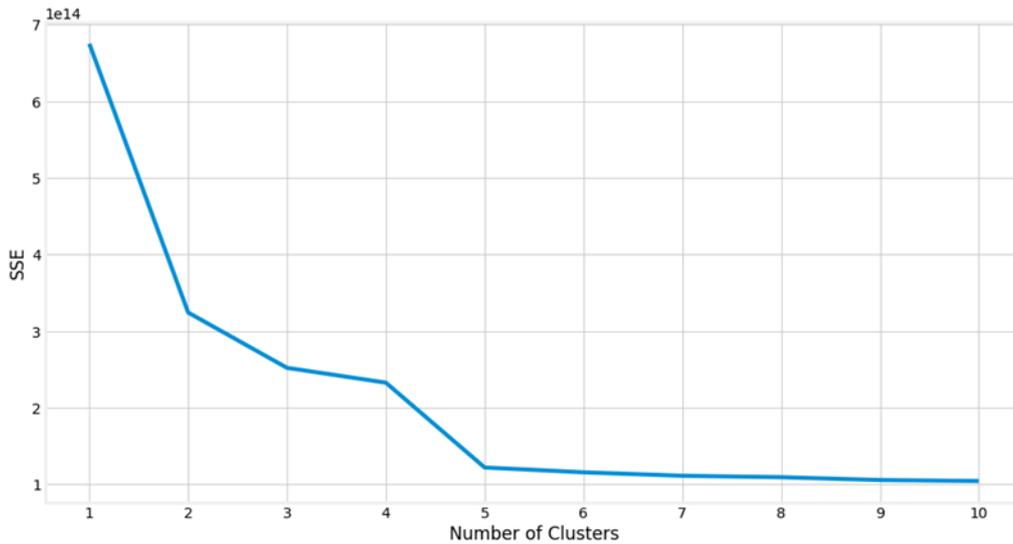


Figura 37 - Aplicação do elbow method

De forma a serem representados os respetivos *clusters*, elaborou-se um gráfico, que surge representado na Figura 38, cujo eixo das abcissas corresponde ao atributo “Custos previstos materiais” e o eixo das ordenadas ao “Custos previstos serviços”.

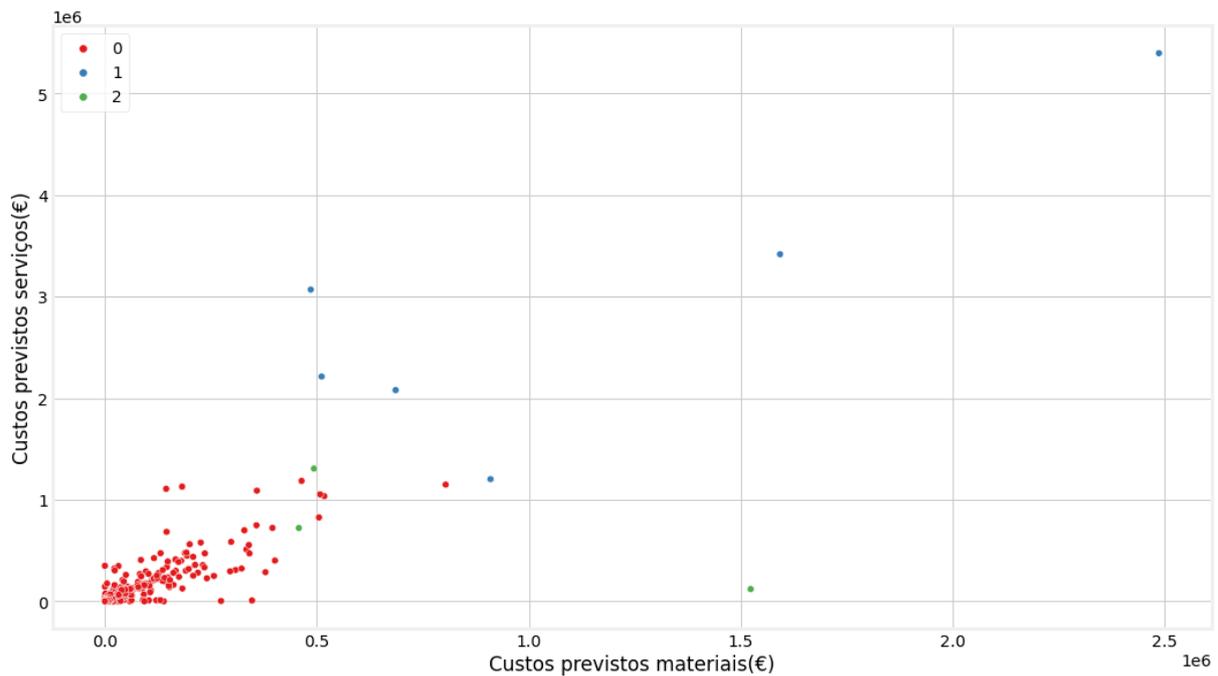


Figura 38 - Agrupamento dos dados em clusters

Uma vez definidos os respetivos três *clusters*, constatou-se que o *cluster 0* é o que compreende uma maior quantidade de dados, sendo os dois restantes (*cluster 1* e *2*) constituídos por um número de obras praticamente irrelevante. Assim sendo, o *cluster 0* é o que representa o conjunto de obras com características mais comumente verificadas. Deste modo, utilizar-se-á o *cluster 0* para a definição do perfil

de obras que apresentam uma maior tendência para o registo de derrapagens. Para que fosse possível efetuar a definição do perfil foi necessário previamente efetuar a descrição do *cluster0*, a qual surge na Figura 39, Figura 40, Figura 41 e Figura 42.

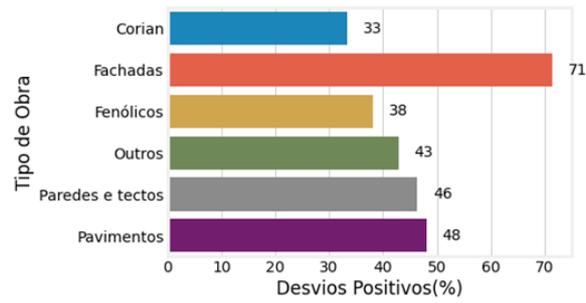


Figura 39 - Desvios positivos em função do tipo de obra

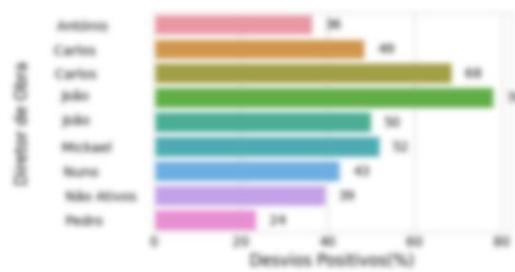


Figura 40 - Desvios positivos em função do diretor de obra

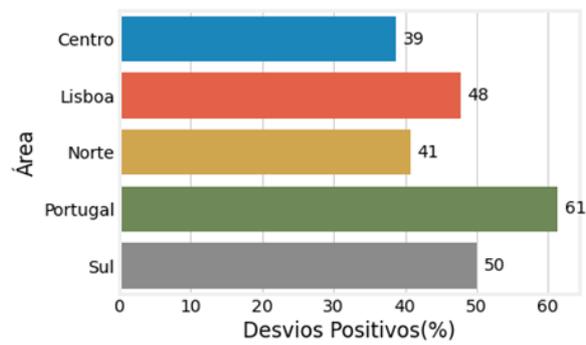


Figura 41 - Desvios positivos em função do local

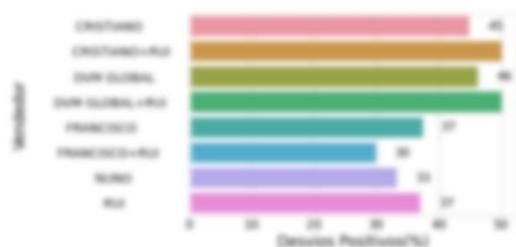


Figura 42 - Desvios positivos em função do comercial

Da descrição anteriormente apresentada é possível assim salientar as seguintes conclusões relativamente perfil das empreitadas que mais se encontram associados a desvios de custo positivos:

- Diretores de obra – Alberto e João;
- Comercial – Luís;
- Tipo de obra – Fachadas;
- Área – Outras zonas de Portugal.

#### 4.7.4.2 *Supervised learning* - classificação

Relativamente aos problemas de classificação, o *dataset* foi dividido em três grupos, o conjunto de treino que compreende 65% dos dados, o conjunto de desenvolvimento/validação que contém 16% dos dados e o conjunto de teste que engloba 19% dos dados. O primeiro grupo é unicamente utilizado para treinar o modelo. O segundo conjunto fornece uma avaliação relativa ao ajuste do modelo aos dados de treino, permitindo afinar os hiperparâmetros<sup>6</sup> do algoritmo de forma a melhorar o seu desempenho. Por fim, o grupo de teste contém dados desconhecidos até então, permitindo simular o comportamento do modelo em novos casos com base no treino desenvolvido anteriormente. Ao avaliar o modelo no conjunto de teste, é possível identificar o seu nível desempenho em novos registos (*performance* operacional do modelo). Se apenas fosse considerada a avaliação realizada no grupo de desenvolvimento, o modelo construído poderia muito possivelmente apresentar um desempenho inferior ao esperado, uma vez que os hiperparâmetros são afinados para melhorar as métricas de avaliação nesse conjunto.

As técnicas de classificação têm como finalidade prever um valor de saída, classe, a partir de um conjunto de variáveis de entrada. Os modelos de classificação podem ser binários, quando se procede à distinção entre duas classes e multi-classe quando o número de classes é superior a dois.

No caso concreto do projeto em questão, pretende-se prever se uma determinada empreitada terá um desvio de custo positivo (1) ou não (-1), tendo-se utilizado para dar resposta ao seguinte problema de classificação binário os respetivos algoritmos:

- *Nearest Neighbors Classification* (KNeighborsClassifier);
- *Random Forest* (RandomForestClassifier);

---

<sup>6</sup> Hiperparâmetros: parâmetros intrínsecos de um modelo de *Machine Learning* cuja afinação permite uma melhoria do desempenho do mesmo.

- *Voting Classifier* (VotingClassifier);
- *Linear and Quadratic Discriminant Analysis* (LinearDiscriminantAnalysis);
- *Support Vector Machines Classification* (SVC).

a) *Nearest Neighbors Classification*

De acordo com o algoritmo em questão, a previsão para um novo registo consiste em encontrar os K pontos mais próximos no conjunto de treino (vizinhos mais próximos). De forma a definir o número de vizinhos que permitiria à *Machine Learning* obter o melhor desempenho, foi representado um gráfico, que surge na Figura 43, onde se avalia a *accuracy* em função do número de *neighbors* no conjunto de validação.

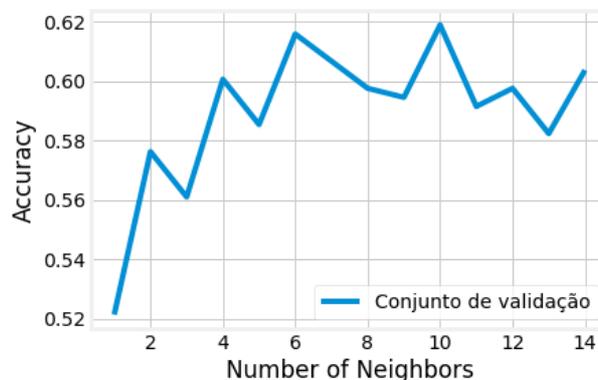


Figura 43 - Avaliação da accuracy em função do número de neighbors

Constata-se assim que o algoritmo começa a apresentar um desempenho aproximadamente constante para um número de *neighbors* igual a seis, sendo este o valor que mais se adequa para o hiperparâmetro em questão.

b) *Random Forest*

Este modelo é constituído por um agregado de *Decision Trees*, onde cada uma (*Decision Tree*) é ligeiramente diferente das restantes. Os inputs passam por cada árvore de decisão, que corresponde a uma hierarquia de perguntas *if/else*, sendo os vários resultados contabilizados e aquele que for o mais comum é o resultado final.

O hiperparâmetro  $n\_estimators$  define o número de *Decision Trees* utilizadas pelo algoritmo *Random Forest*. Com vista a atingir o melhor desempenho do modelo analisou-se a *accuracy* para diferentes valores do hiperparâmetro em questão, tendo-se obtido os valores que surgem representados no gráfico da Figura 44.

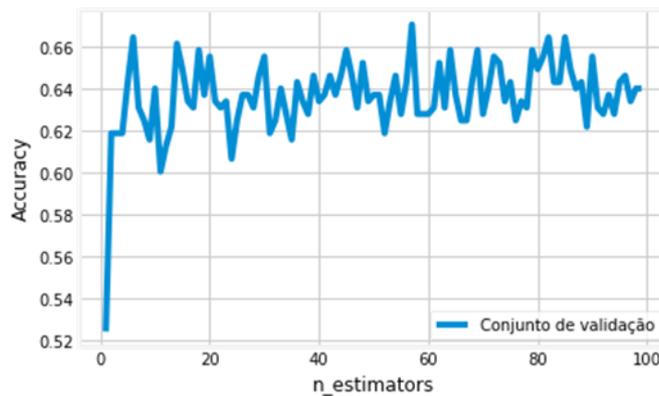


Figura 44 - Avaliação da accuracy em função do  $n\_estimators$

Conclui-se, com base avaliação efetuado no grupo de validação, que o método apresenta um desempenho aproximadamente constante a partir de um  $n\_estimators$  igual a 40, pelo que este será o valor mais indicado para o hiperparâmetro em questão.

c) Linear Discriminant Analysis

*Linear Discriminant Analysis* consiste numa técnica utilizada para encontrar uma combinação linear de atributos que caracterizam uma determinada classe. Este classificador é comumente utilizado, na medida em que não tem hiperparâmetros para ajustar.

d) Support Vector Machines Classification

Este modelo em treino tem como objetivo encontrar um plano/linha capaz de separar o conjunto de dados num número discreto de classes. Uma vez definidos os grupos, o modelo face ao aparecimento de novos dados analisa a sua distância face aos existentes (dados de treino) e define a que classe os mesmos pertencem. Estes algoritmos foram desenvolvidos sobretudo para resolverem problemas de classificação binária, apresentando para tal efeito vantagens, como apresentar um bom desempenho com um número limitado de amostras de treino e desvantagens o facto de ser dispendioso do ponto de vista computacional.

e) Voting Classifier

O *Voting Classifier* combina vários algoritmos de *Machine Learning* para prever a classe associada a um determinado conjunto de atributos. O modelo em questão apresenta duas modalidades: *hard voting* e *soft voting*. Em *soft voting* a classe escolhida depende da média das probabilidades obtidas por cada classe. Por exemplo, imaginando a utilização de três modelos e que estes atribuíssem à classe A uma probabilidade de 0,3; 0,4 e 0,6 e à classe B uma probabilidade de 0,7; 0,6 e 0,4, constata-se que a previsão final seria a classe A, uma vez que apresenta uma probabilidade média superior à da classe B.

Em *hard voting* a classe escolhida é a que apresenta a maioria dos votos. Supondo que eram igualmente utilizados três modelos e que a previsão dos mesmos seria B, B e A, constata-se que neste caso a previsão final seria a classe B.

No caso particular deste projeto optou-se pela modalidade de *soft voting*, uma vez que foi a que permitiu à técnica em questão obter um melhor desempenho no conjunto de desenvolvimento. Os algoritmos que incorporam o respetivo modelo são o *Random Forest Classifier*, o *Linear Discriminant Analysis* e o SVC, tendo sido aqueles que permitiram ao *Voting Classifier* obter um melhor valor de *accuracy* no conjunto de desenvolvimento.

#### 4.7.5 Evaluation

##### 4.7.5.1 Unsupervised learning - clustering

Nesta etapa pretende-se avaliar a qualidade dos *clusters* formados. Para tal efeito foram selecionadas e aplicadas duas métricas, *Silhouette score* e *Davies-Bouldin score*, que surgem representadas na Tabela 10. Relativamente ao *Silhouette score*, este é calculado com base em dois dados: distância média entre um ponto e os restantes existentes no mesmo *cluster* e a distância média entre um ponto e todos os outros pertencentes ao *cluster* mais próximo. Segundo esta métrica, uma pontuação mais elevada transparece um modelo com *clusters* mais bem definidos. No que concerne ao *Davies-Bouldin score*, este avalia a proximidade entre *clusters* e a dispersão dos dados dentro de cada um. De acordo com esta métrica uma pontuação baixa indica que os grupos de dados formados são distintos, apresentado por isso uma boa qualidade.

Tabela 10 - Avaliação dos clusters formados

Métricas	Resultado	Como avaliar
Silhouette score	0,964	Quanto mais próximo de 1, melhor
Davies-Bouldin score	0,536	Quanto mais próximo de 0, melhor

##### 4.7.5.2 Supervised learning - classificação

No que concerne aos problemas de classificação (*supervised learning*), nesta etapa objetiva-se avaliar cada um dos modelos utilizados no conjunto de teste, de forma a se identificar o desempenho (taxa de erro) dos mesmos em novos registos. Esta avaliação corresponderá ao desempenho generalizado do modelo.

Inicialmente procedeu-se à representação da matriz de confusão, a qual permite identificar os verdadeiros negativos (TN), que são referentes às obras que obtiveram um desvio de custo negativo ou

nulo e o modelo previu o mesmo; os falsos positivos (PF), relativos às obras que registaram um desvio nulo ou negativo e o modelo previu que seria positivo; os falsos negativos (FN), relativos às empreitadas que registaram um desvio positivo e o modelo previu que seria negativo ou nulo e por último os verdadeiros positivos (TP), referentes às empreitadas que obtiveram um desvio positivo e o modelo previu o mesmo. Na Tabela 11 surge a representação de uma matriz confusão relativa a um modelo de *Machine Learning* aplicado, *Random Forest*.

Tabela 11 - Matriz confusão relativa ao modelo random forest

		Previsão	
		Negativo (-1)	Positivo (1)
Real	Negativo (-1)	TN (162)	FP (40)
	Positivo (1)	FN (70)	TP (80)

Dos dados provenientes da matriz confusão é possível efetuar o cálculo de métricas que permitem avaliar os modelos de uma forma mais precisa e sucinta, nomeadamente, a *Accuracy*, a *Precision*, o *Recall* e o *F1 score*. Todos estes indicadores encontram-se contemplados no *classification report*, surgindo um exemplo da aplicação do mesmo a um modelo (*Random Forest*) na Figura 45.

	precision	recall	f1-score	support
-1	0.70	0.80	0.75	202
1	0.67	0.53	0.59	150
accuracy			0.69	352
macro avg	0.68	0.67	0.67	352
weighted avg	0.68	0.69	0.68	352

Figura 45 - Classification report do modelo random forest

Numa fase posterior, procedeu-se à aplicação de um novo método de avaliação, o qual envolve a representação das curvas ROC (*Receiver Operating Characteristics*) associadas a cada modelo testado. Para se proceder à representação de uma curva ROC apenas é necessário conhecer a taxa de verdadeiros positivos e a taxa de falsos positivos. A taxa de verdadeiros positivos (*recall*) define quantos resultados positivos corretos ocorrem entre as amostras positivas existentes e a taxa de falsos negativos define quantos resultados positivos incorretos ocorrem entre todas as amostras negativas existentes. O melhor modelo de previsão produziria um ponto com coordenadas (0,1), no qual a taxa de verdadeiros positivos é 100% e a taxa de falsos negativos é 0% (classificação perfeita). Uma previsão aleatória produziria um ponto que se localizaria na diagonal a tracejado, representada na Figura 46 a azul. As curvas ROC

constituídas por pontos que se localizam acima da diagonal indicam modelos que produzem bons resultados e curvas ROC compostas por pontos que se encontrem abaixo da diagonal representam modelos que produzem maus resultados. Relativamente às curvas que se localizam acima da diagonal, o modelo será tanto melhor quanto maior for a área da curva. Na Figura 46 surgem representadas as curvas ROC para o conjunto de modelos testados.

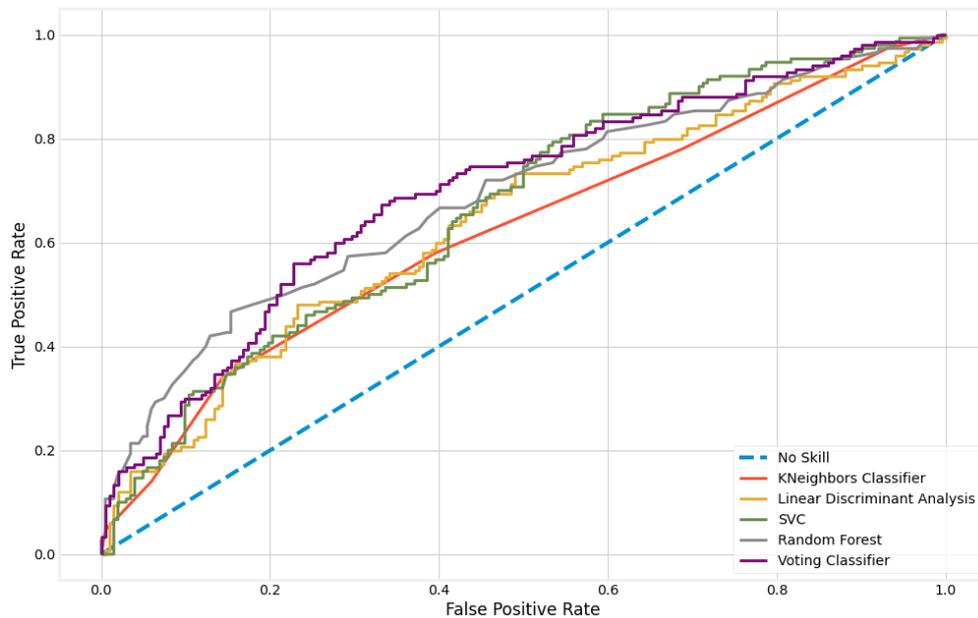


Figura 46 - Representação das curvas ROC

Por fim, elaborou-se uma tabela (Tabela 12) que contempla para cada modelo testado as várias medidas de desempenho anteriormente referidas, com o intuito de se seleccionar aquele ou aqueles que garantem uma melhor *performance* no conjunto de dados de teste.

Tabela 12 - Medidas de desempenho

Modelos de Classificação	Curva ROC	<i>Classification Report</i>	Matriz de Confusão			
	ROC AUC	<i>Accuracy Score</i>	(TN)	(FP)	(FN)	(TP)
<i>Random Forest Classifier</i>	0,700	0,69	162	40	70	80
<i>Linear Discriminant Analysis</i>	0,639	0,63	165	37	93	57
<i>K Neighbors Classifier</i>	0,621	0,64	173	29	99	51
SVC	0,663	0,63	170	32	97	53
<i>Voting Classifier</i>	0,698	0,65	167	35	89	61

Quanto maior o valor das métricas apresentadas (há exceção dos falsos positivos e dos falsos negativos), melhor o nível de desempenho do modelo, pelo que dos apresentados, todos eles apresentam resultados bons e de certo modo semelhantes. De modo a que o protótipo não ficasse demasiado sobrecarregado,

constatou-se que este seria apenas constituído por dois modelos, *Random Forest Classifier* e *Linear Discriminant Analysis*, os quais além de boas métricas de desempenho, apresentavam tempos de execução curtos.

#### 4.7.6 *Deployment*

Por fim, é apresentada a última fase do projeto de *Machine Learning*, a qual contempla a criação de um protótipo que tem como finalidade auxiliar as funções desenvolvidas pelo *controller* da organização. Através do mecanismo desenvolvido, o responsável pelo controlo de custos apenas necessita de inserir na plataforma um conjunto de dados que caracteriza a obra em questão e visualizar a previsão que o sistema fornece relativamente à probabilidade dessa empreitada vir a apresentar uma derrapagem financeira. No caso de o protótipo indicar que a respetiva obra apresenta uma maior probabilidade de apresentar um desvio de custo positivo (custo real da empreitada ser superior ao seu custo previsto), o *controller* e o respetivo diretor de obra desenvolverão uma monitorização minuciosa da mesma com vista a evitar que essa derrapagem financeira se verifique na realidade.

Segundo uma perspetiva mais funcional, através da inserção dos dados da obra, o protótipo desenvolvido efetua com base em dois modelos (*Random Forest Classifier* e *Linear Discriminant Analysis*) uma previsão relativa à ocorrência ou não de desvios de custo positivos (Figura 47 e Figura 48).



Após ser efetuada uma previsão, o protótipo, consoante o valor de alguns dos parâmetros escolhidos (tipo de obra, diretor de obra, área e comercial) projeta um gráfico que analisa cada um em função do seu histórico de ocorrência de desvios de custo positivos. Tal facto permite ao *controller* ter uma noção dos intervenientes que mais se encontram associados à ocorrência de derrapagens financeiras (Figura 48).

No caso de se pretender analisar mais que uma obra, é possível inserir no protótipo um ficheiro MS Excel que contenha o valor dos parâmetros relativos às várias empreitadas e assim prever para cada uma a possibilidade de esta ter uma derrapagem financeira, sendo neste contexto utilizado apenas o modelo preditivo *Random Forest Classifier* (Figura 49).

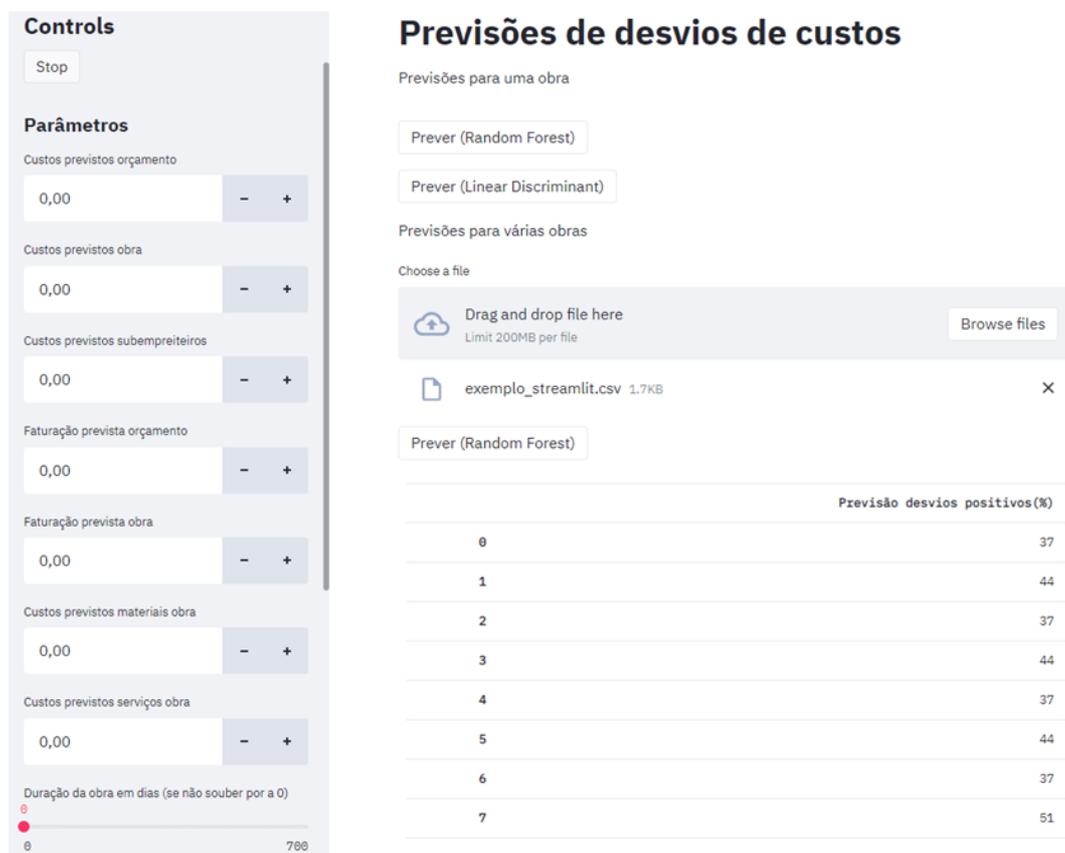


Figura 49 - Previsões de desvios de custo para várias obras

Como já foi referido na fase de *data understanding*, os dados que serviram de base para o treino, desenvolvimento e avaliação dos modelos preditivos deste protótipo constam num mapa que se encontra no sistema de informação da organização, o qual é atualizado automaticamente sempre que a empresa executa uma nova empreitada. Neste protótipo foi criado um botão (carregar dados) que permite que os dados que se encontram no mapa do sistema de informação da organização sejam transferidos para um ficheiro (MS Excel), que passará a ser a fonte de recolha de informação para o treino, desenvolvimento

e avaliação dos modelos preditivos. Assim, sempre que for realizada uma nova previsão, o protótipo não necessita de carregar os dados que constam no sistema de informação, o que tornaria o modelo bastante moroso e ineficiente. De forma, a se manter os dados que se encontram no ficheiro MS Excel atualizados, o botão “carregar dados” deve ser pressionado semanalmente.

## 5. VALIDAÇÕES

Este capítulo foi concebido com o intuito de se verificar se as propostas de melhoria relativas a procedimentos existentes na organização obtinham, na prática, o desempenho especulado. Além disso nesta secção também foi verificado se as duas ferramentas desenvolvidas (*Machine Learning* e *dashboard*) satisfaziam as necessidades da organização no que concerne à disponibilização de informação necessária para o controlo rigoroso dos resultados dos processos.

### 5.1 Técnicas de Orçamentação

Com o intuito de se verificar se as propostas de melhoria sugeridas em algumas técnicas de orçamentação surtiriam melhorias quanto à redução de ocorrência de desvios de custo, as mesmas foram aplicadas num conjunto de 11 empreitadas decorridas no ano de 2021. Aquando do processo de orçamentação dessas obras, foi solicitado ao respetivo orçamentista que tivesse em consideração as novas técnicas sugeridas. Convém referir que antes de se proceder à avaliação da aplicação dos novos métodos, os orçamentistas dispuserem de algum tempo para adquirirem os conhecimentos necessários ao cálculo dos custos relativos à categoria resíduos, deslocações e estadias e também para receberem o *feedback* por parte dos diretores de obra essencial para o cálculo dos custos dos materiais.

Após o término das respetivas obras, foi analisado para cada categoria de custo, o desempenho das novas técnicas de orçamentação sugeridas, sendo este posteriormente comparado com o obtido através dos procedimentos utilizados na organização (Tabela 13, Tabela 14 e Tabela 15).

Tabela 13 - Análise efetuada na categoria materiais

Técnica de Orçamentação	Nº de obras analisadas	Nº de obras com desvios acima de 500€	% de obras com desvios acima de 500€	Nº de obras com desvios entre [250,500] €	% de obras com desvios entre [250,500] €
Procedimento antigo	26	4	15%	5	19%
Novo Procedimento	11	0	0%	2	18%

Tabela 14 - Análise efetuada na categoria deslocações e estadias

Técnica de Orçamentação	Nº de obras analisadas	Nº de obras com desvios acima de 500€	% de obras com desvios acima de 500€	Nº de obras com desvios entre [250,500] €	% de obras com desvios entre [250,500] €
Procedimento antigo	26	6	23%	1	4%
Novo Procedimento	11	2	18%	0	0%

Tabela 15 - Análise efetuada na categoria resíduos

Técnica de Orçamentação	Nº de obras analisadas	Nº de obras com desvios acima de 500€	% de obras com desvios acima de 500€	Nº de obras com desvios entre [250,500] €	% de obras com desvios entre [250,500] €
Procedimento antigo	26	4	15%	5	19%
Novo Procedimento	11	1	9%	1	9%

Com base nos resultados anteriormente apresentados, é possível constatar que as novas técnicas de orçamentação sugeridas apresentam melhores resultados que as utilizadas, devendo por isso a organização optar pelos novos métodos nos próximos orçamentos a realizar.

Convém referir que nas 11 empreitadas de 2021 e nas 26 empreitadas ocorridas em 2020 existia a mesma percentagem de obras de especialidade gesso cartonado (paredes e tetos). Além disso, nesses dois grupos de empreitadas também existia a mesma percentagem de obras localizadas no norte do país, podendo-se por isso proceder a uma comparação justa entre os resultados. Por fim, salienta-se que só foram contabilizados os desvios situados acima dos 250 €, na medida em que são esses os mais críticos e por isso os prioritários a reduzir.

## 5.2 Estratégia de Gestão de Andaimos

Apesar da organização ter ficado convicta, com base no estudo apresentado, que a estratégia que envolvia quer a compra quer o aluguer de andaimes era mais rentável que a atualmente praticada, que envolve apenas o aluguer de andaimes, esta não chegou a ser implementada antes do término do estágio, pelo que não houve a possibilidade de se comprovar os ganhos estimados (23 967,19 €). Ainda assim, o estudo teórico desenvolvido permitiu alertar a empresa de que o procedimento utilizado na gestão de andaimes não era o mais rentável, sendo este um problema que a organização desconhecia até então.

## 5.3 Procedimento de Análise Contratual

Com o propósito de se confirmar os ganhos potenciados pelo novo método digital de análise de contratos em relação ao utilizado na organização, procedeu-se à sua aplicação ao mesmo conjunto de 11 empreitadas decorridas no ano de 2021, que tinha sido utilizado na validação das novas técnicas de orçamentação, encontrando-se os resultados projetados na Tabela 16.

Tabela 16 - Comparação entre o procedimento antigo e o novo procedimento (análise contratual)

Técnica de Análise Contratual	Nº de obras analisadas	Custos associados a papel e tinteiro	Custos associados a papel e tinteiro por contrato	Gastos com trabalho improdutivo	Gastos com trabalho improdutivo por contrato	Gastos decorridos de atrasos nas obras	Gastos decorridos de atrasos nas obras por contrato
Procedimento antigo	17	66,86 €	3,93 €	62,59 €	3,12 €	170,00 €	10,00 €
Novo Procedimento	11	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

Como era de prever, nos 11 contratos analisados através do novo procedimento não se registaram custos com papel e tinteiro nem desperdícios de mão-de-obra em deslocações. Além disso, como neste novo procedimento o período despendido na análise de cada contrato por parte dos departamentos é no máximo 3 dias, os materiais chegam de forma atempada às obras, o que contribui para que nas 11 empreitadas não fosse registado nenhum atraso relativo ao término dos trabalhos e por conseguinte não se tivesse procedido ao pagamento de coimas. Contrariamente, como já tinha sido verificado, o procedimento rudimentar utilizado na organização potênciava gastos económicos relacionados com papel e tinteiro, deslocações improdutivas e atrasos nas empreitadas.

Constata-se assim que este novo método, além de ganhos económicos também proporciona benefícios ao nível da sustentabilidade e equilíbrio ambiental, em resultado da redução do consumo de papel, pelo que deverá ser o aplicado nas próximas análises de contratos.

#### 5.4 Dashboard

Como foi anteriormente referido, o principal objetivo a alcançar com a implementação do *dashboard* residia na disponibilização de informação correta e atempada, que permitisse ao diretor de cada departamento melhorar a sua tomada de decisão, através de uma monitorização rigorosa e eficiente dos processos sobre os quais era responsável.

Além desse propósito primordial, pretendia-se também que uma vez desenvolvido, o *dashboard* fosse uma ferramenta intuitiva, fácil de manusear e que compreendesse apenas informação útil, permitindo ao responsável de cada departamento identificar rapidamente alguma eventual situação alarmante/crítica.

Com o intuito de se compreender se esses objetivos inicialmente traçados foram cumpridos, foi elaborado um questionário (Anexo1 – Inquérito n.01 – Avaliação do *Dashboard*), que permitiu obter um parecer por parte dos envolvidos. O questionário foi submetido a 7 elementos que irão utilizar o *dashboard* como ferramenta de apoio à execução das suas atividades, nomeadamente, 1 diretor de produção, 1

responsável pela segurança e higiene, 1 diretor comercial, 1 comercial, 1 diretor de obra, 1 diretor geral e 1 administrador. O questionário é composto por 3 questões, todas elas com 5 respostas possíveis (numeradas de 1 a 5 por ordem de concordância com a questão), encontrando-se os resultados das respostas ao mesmo representados na Figura 50, Figura 51 e Figura 52.

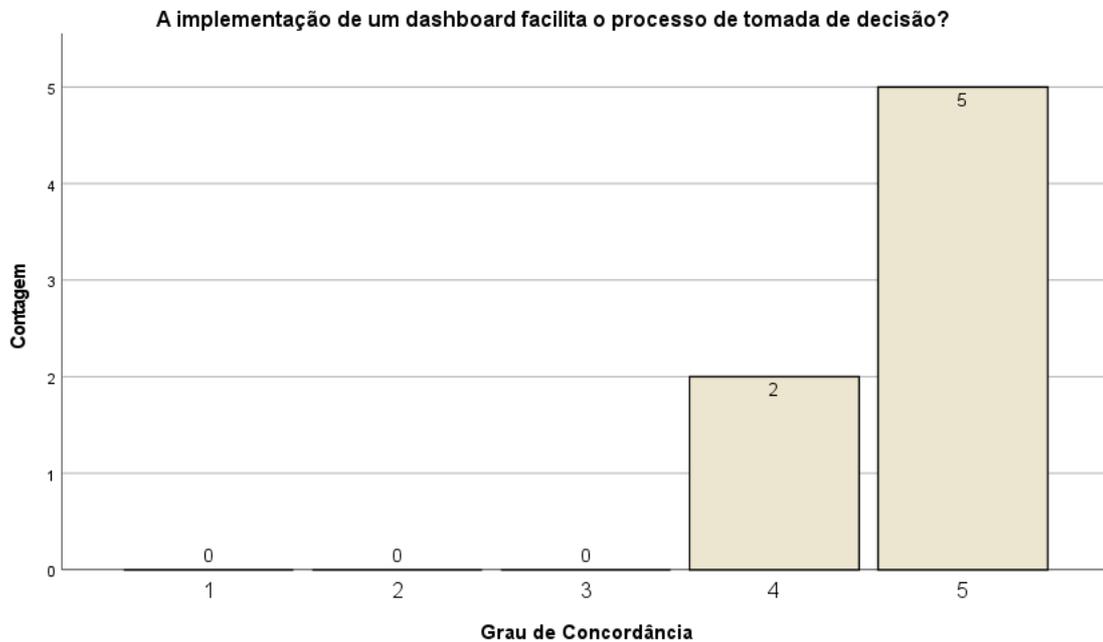


Figura 50 - Respostas à questão 1 do questionário n°01

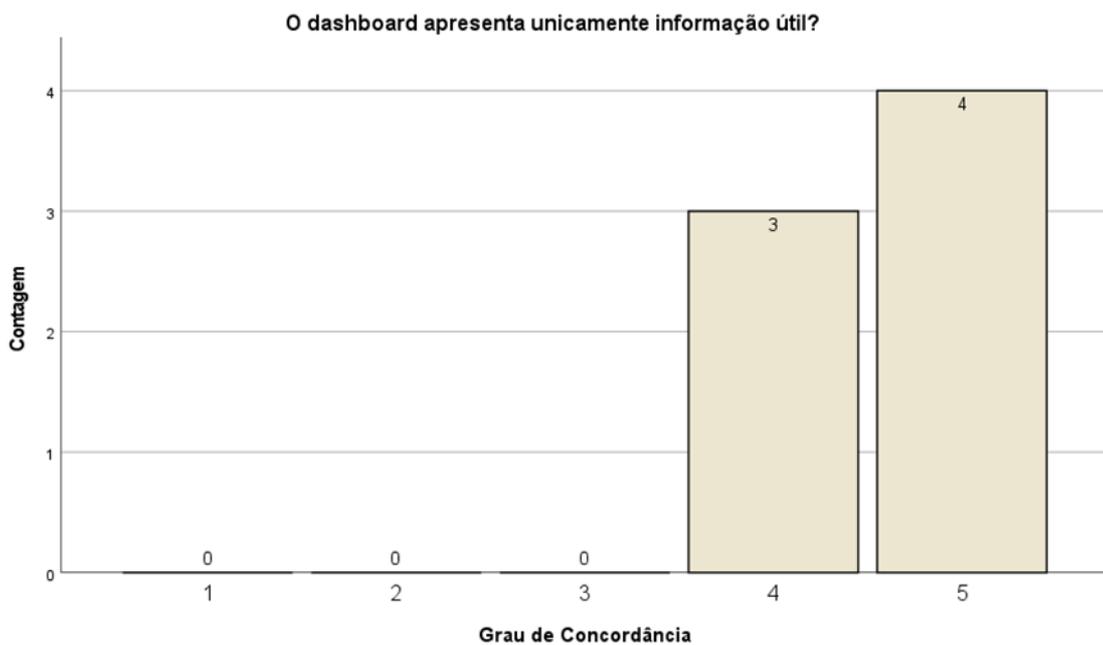
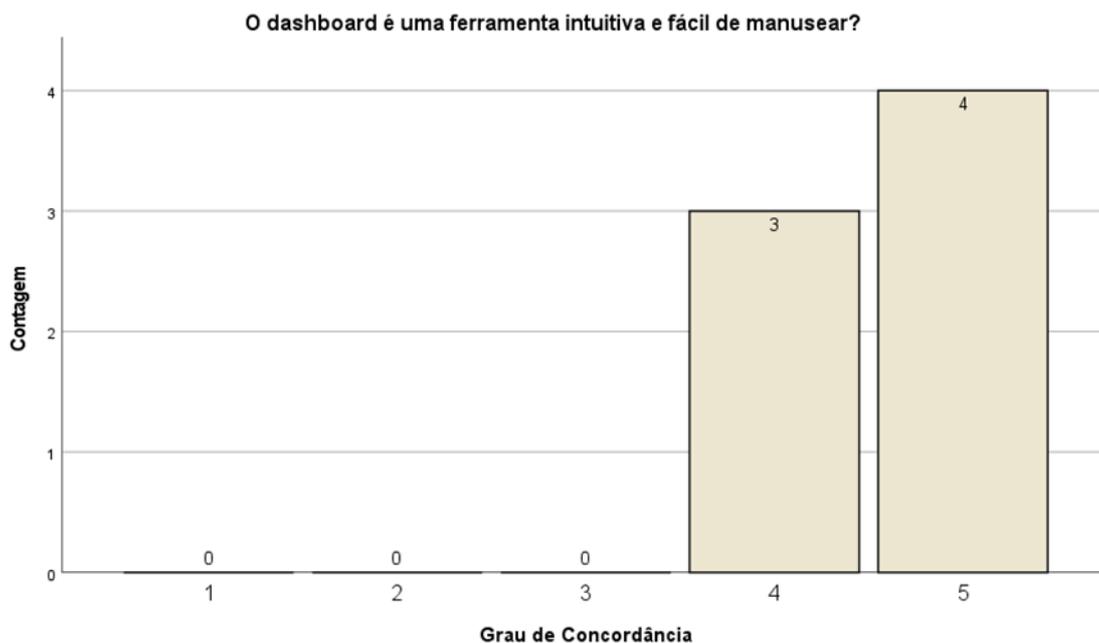


Figura 51 - Respostas à questão 2 do questionário n°01



*Figura 52 - Respostas à questão 3 do questionário n°01*

Com base nos resultados anteriormente expostos, é possível constatar que todos objetivos definidos foram cumpridos, sendo o *dashboard* uma ferramenta fácil de utilizar e que compreende apenas informação útil, sendo por isso uma mais-valia para o processo de tomada de decisão.

## 5.5 *Machine Learning*

Relativamente ao modelo de *Machine Learning*, este apresentava como principais objetivos a definição do perfil das obras que mais registam derrapagens financeiras, o aumento da produtividade do *controller* e a redução dos desvios de custo nas empreitadas.

Relativamente ao primeiro objetivo, este foi concluído com sucesso, sendo o perfil das empreitadas que mais registam derrapagens financeiras, como já foi anteriormente referido, composto por:

- Diretores de obra – Alberto e João;
- Comercial – Luís;
- Tipo de obra – Fachadas;
- Área – Outras zonas de Portugal.

Uma vez criada esta ferramenta, o diretor de produção, no início de cada mês, informaria o *controller* sobre as obras que se iriam iniciar nesse mesmo mês. Com base nesses dados, o responsável pelo controlo de custos identificaria, com base no modelo de *Machine Learning*, as empreitadas mais críticas

e apenas desenvolveria um controlo minucioso sobre as mesmas. Deste modo, o responsável pelo controlo de custos aumentaria assim a sua produtividade, na medida em que destinaria a maioria do seu tempo à monitorização das obras que apresentassem uma maior probabilidade de registarem uma derrapagem financeira, cumprindo-se assim também o segundo objetivo definido.

Relativamente ao terceiro objetivo, uma vez que o modelo de *Machine Learning* apenas foi desenvolvido na fase final do projeto, não foi possível testar se a aplicação do mesmo trouxe efetivamente melhorias na redução dos desvios de custo nas empreitadas. Contudo, com o intuito de compreender a opinião dos colaboradores da organização sobre as potencialidades do *Machine Learning*, foi submetido um questionário (Anexo2 – Inquérito n.02 – Avaliação do Modelo de *Machine Learning*) a 6 elementos que interagem diretamente com o processo de controlo de custos, nomeadamente, 3 diretores de obra, 1 diretor de produção, 1 diretor geral e 1 administrador. O questionário em questão também é composto por 3 questões, todas elas com 5 respostas possíveis (numeradas de 1 a 5 por ordem de concordância com a questão), encontrando-se os resultados das respostas ao mesmo representados na Figura 53, Figura 54 e Figura 55.

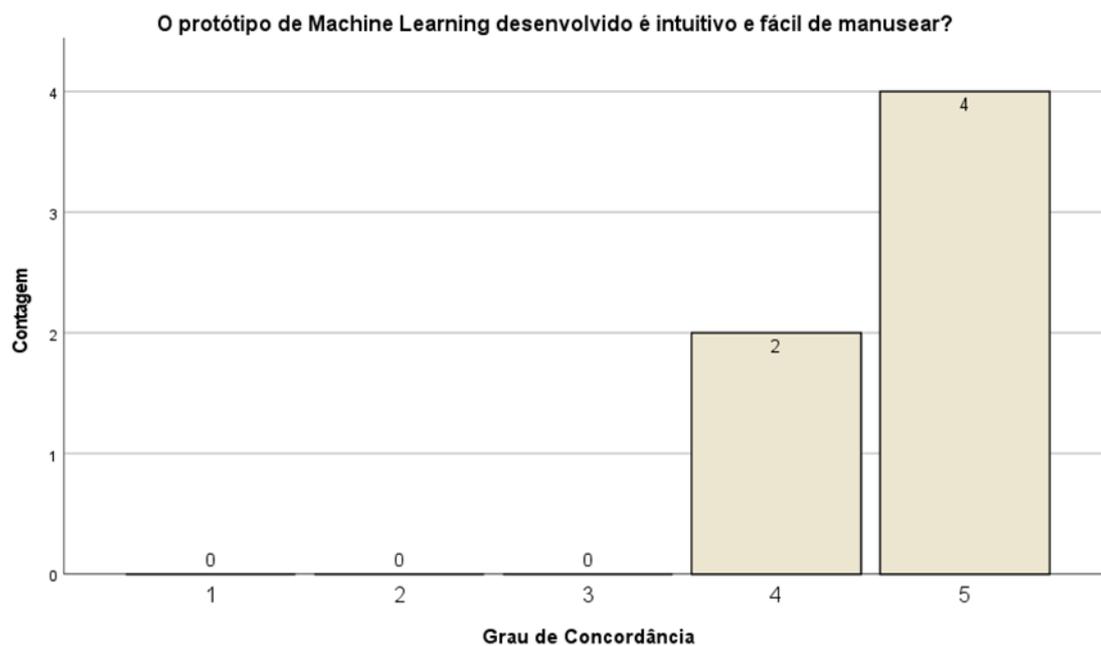


Figura 53 - Respostas à questão 1 do questionário n°02

O modelo de Machine Learnig é útil para identificar as obras que sejam propicias à ocorrência de desvios de custo?

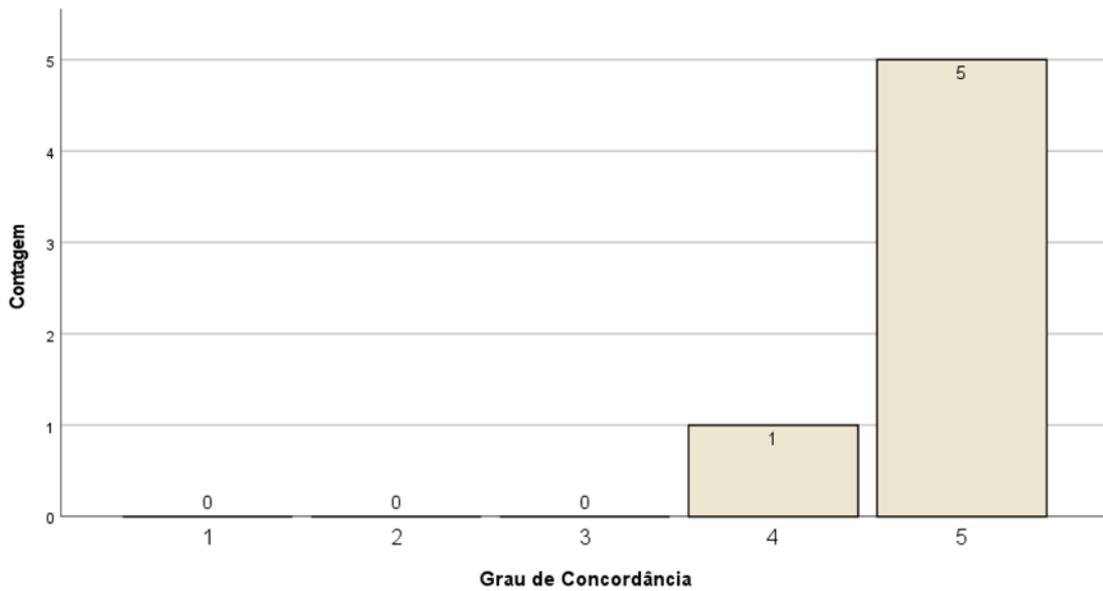


Figura 54 - Respostas à questão 2 do questionário n°02

Considera que o modelo de Machine Learning irá contribuir para a redução dos desvios de custo das obras?

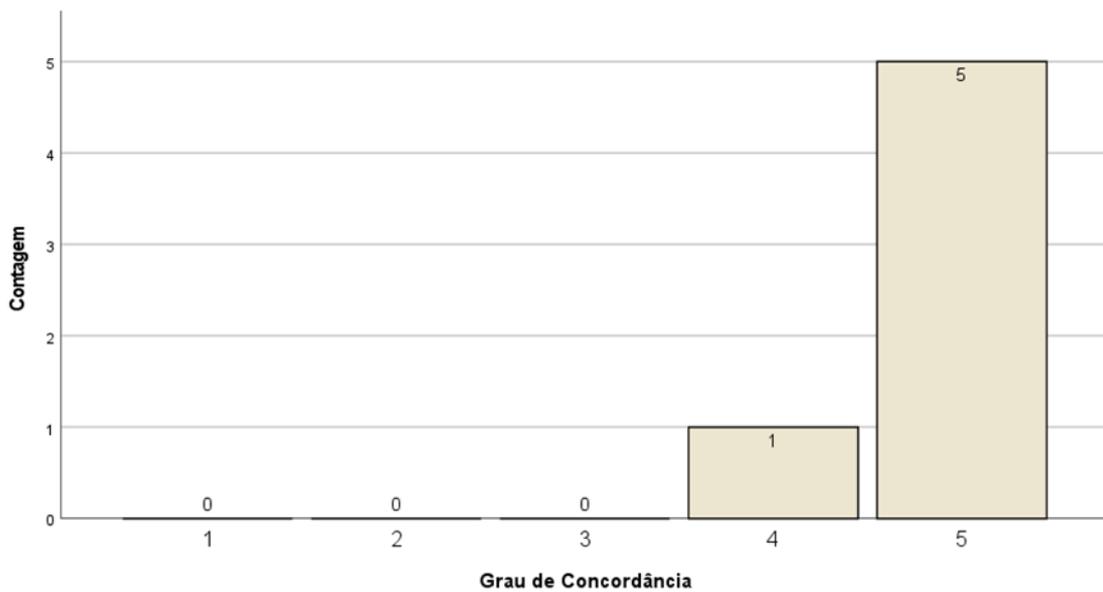


Figura 55 - Respostas à questão 3 do questionário n°02

Com base nos resultados anteriormente expostos, é possível constatar que, embora não seja possível comprovar que o projeto de *Machine Learning* trará melhorias na redução das derrapagens financeiras, existe uma grande probabilidade de tal facto se suceder.

## **6. CONCLUSÕES**

Neste presente capítulo é indicado como o projeto foi desenvolvido, se os objetivos inicialmente estabelecidos foram atingidos e o contributo do mesmo para a melhoria do desempenho da empresa onde foi elaborado.

Ainda neste capítulo serão apontadas as limitações/dificuldades encontradas no decorrer da elaboração da dissertação, bem como sugeridas algumas recomendações para possíveis trabalhos a desenvolver no futuro.

### **6.1 Principais Conclusões e Contribuições**

Este projeto de investigação tinha como principal finalidade melhorar alguns procedimentos, que, na perspetiva do controlo de gestão, não tinham um desempenho devidamente eficiente, sendo estes responsáveis por várias perdas financeiras. Além disso, a empresa não possuía nenhum mecanismo que permitisse aos gestores ter um acesso fácil e rápido à informação, o que comprometia uma tomada de decisão justificada e sustentada em factos. Com base neste diagnóstico, foram sugeridas à organização algumas propostas de melhoria que, de uma forma geral, foram bem aceites pelos vários colaboradores.

O relatório de fecho de obra deve reunir toda a informação que seja imprescindível, desde o departamento financeiro e contabilístico ao departamento de controlo e planeamento da produção, sendo um documento que facilita a partilha de informação interdepartamental. O relatório de fecho de obra que era utilizado na empresa, apesar de permitir aos diretores de obra uma análise rápida e sustentada do desempenho de uma empreitada, carecia de algumas informações de carácter financeiro e contabilístico. Como tal, foram sugeridas pequenas alterações, que o tornariam mais completo e útil do ponto de vista de toda a organização.

Em resultado dos elevados desvios de custo associados a determinadas categorias (como materiais, resíduos, deslocações e estadias), procedeu-se à análise das respetivas técnicas de orçamentação utilizadas e constatou-se que estas produziam resultados que se encontravam longe da realidade. Deste modo foram sugeridas novas técnicas que, ao terem em consideração o mercado atual e a realidade da organização, resultaram em previsões de custo mais fidedignas, reduzindo-se os desvios de custo associados às categorias anteriormente referidas.

Se na execução de um determinado trabalho de uma empreitada a organização necessitasse de um andaime, esta recorria ao seu aluguer, nunca tendo optado pela sua compra. Com base no estudo

efetuado, constatou-se que a empresa poderia maximizar os seus ganhos se optasse por uma estratégia que envolvia o aluguer de uns modelos e a compra de outros ao invés do aluguer de todos os modelos. Apesar da organização ter ficado convicta que a estratégia sugerida poderia ser de facto mais eficiente, esta não chegou a ser implementada antes do término do estágio, pelo que não houve a possibilidade de se comprovar os ganhos perspetivados. Ainda assim, o estudo teórico desenvolvido permitiu alertar a empresa de que o procedimento utilizado na gestão de andaimes não era o mais rentável, sendo este um problema que a organização desconhecia até então.

O procedimento de análise de contratos praticado na organização originava gastos associados a papel e tinteiro, decorrentes da sua impressão; desperdícios de mão-de-obra em deslocações, na medida em que o contrato era entregue em mão a cada responsável de departamento para este o analisar e atrasos ao nível do início e término das empreitadas, uma vez que o processo ao ser bastante moroso originava a que o contrato fosse enviado tardiamente, sendo os trabalhos iniciados só após o rececionamento do mesmo pelo cliente. Deste modo foi sugerido um procedimento mais digital e rápido para a análise de contratos, o qual, após ser devidamente testado, providenciou melhorias em todos os aspetos anteriormente referidos.

Com o propósito de facilitar a disponibilização/análise de informação e de aumentar o rigor no controlo dos resultados de cada processo, foi desenvolvido um *dashboard* constituído pelos indicadores de desempenho necessários para dar resposta às necessidades da empresa. O painel de controlo foi devidamente validado pelas partes interessadas através de um questionário, constatando-se que o mesmo é uma ferramenta fácil de utilizar e que compreende apenas informação útil, sendo por isso uma mais-valia para o processo de tomada de decisão.

Por fim, foi desenvolvido um modelo de *Machine Learning* que permite prever se os custos totais de uma obra com determinadas características serão superiores aos previamente definidos em orçamento. Com base nesta ferramenta é possível identificar previamente as obras que são propícias à ocorrência de derrapagens financeiras, de forma a que aquando da sua execução sejam devidamente monitorizadas e controladas. Tal como o *dashboard*, o modelo de *Machine Learning* foi igualmente validado pelas partes interessadas através de um questionário, concluindo-se que esta ferramenta além de ser intuitiva e fácil de usar, certamente irá contribuir para a redução da ocorrência de derrapagens financeiras nas empreitadas.

Em suma, é possível constatar que este projeto de investigação visou atuar em dois grandes campos, um relativo à melhoria de procedimentos existentes na organização e outro referente à disponibilização

de novas ferramentas que permitam dotar a empresa de mecanismos de controlo mais eficientes. Em ambos os domínios, os objetivos previamente definidos foram alcançados, havendo hoje a possibilidade de a empresa possuir processos mais eficientes e ferramentas que a tornem mais apta para reagir a eventuais situações adversas.

## **6.2 Limitações da Investigação**

Ao longo deste projeto de investigação foram encontradas algumas limitações que dificultaram o trabalho desenvolvido.

Na melhoria das técnicas de orçamentação que eram utilizadas, houve alguma dificuldade na obtenção de informação devido à pouca disponibilidade dos orçamentistas e dos diretores de obra face à sobrecarga do seu trabalho.

Uma vez que se pretendia que o *dashboard* atualizasse a sua informação de forma automática, houve a necessidade de o conectar diretamente ao sistema de informação da organização (ERP). Como a empresa não possui nenhum técnico informático nos seus quadros, nem alguém experiente na área, este procedimento foi elaborado de forma autónoma e acrescido de várias dificuldades. Além disso, como o sistema de informação da organização não contempla informação relativa a certos departamentos, nomeadamente, recursos humanos, não foi possível incluir no *dashboard* todos os indicadores de desempenho inicialmente idealizados.

O desenvolvimento de modelos preditivos baseados em algoritmos de *Machine Learning* é um processo complexo que envolve vários domínios do campo da informática. Uma vez que o curso de engenharia e gestão industrial não providencia conhecimento avançado nesta área, foi necessário adquirir conhecimentos de programação para a execução do projeto idealizado. Por fim, como a empresa é recente, esta ainda não possui um histórico muito alargado de obras executadas, pelo que os dados que serviram de base à aplicação dos algoritmos de *Machine Learning* eram limitados, o que comprometeu o desempenho dos mesmos.

## **6.3 Oportunidades de Trabalho Futuro**

Em termos de trabalho futuro, seria interessante inicialmente validar a nova estratégia sugerida relativamente à gestão de andaimes. A empresa poderia proceder à aquisição, nas quantidades necessárias de um dos modelos, cuja estratégia de compra será supostamente mais rentável do que a do aluguer e avaliar se os ganhos serão próximos dos indicados.

Uma outra oportunidade de trabalho futuro seria completar o sistema de informação da organização com dados referentes a processos ocorridos noutros departamentos, de forma a que posteriormente fosse possível dispor no *dashboard* os indicadores necessários para medir o desempenho dos setores em falta.

Por fim, relativamente ao modelo preditivo (*Machine Learning*) seria interessante que esta ferramenta além de uma previsão do desempenho global da obra, permitisse efetuar um prognóstico mais detalhado e informar para cada categoria (materiais, mão-de-obra, resíduos, deslocações e estadias, equipamentos e transportes) se os seus custos reais serão superiores aos previamente definidos em orçamento. Além disso, também seria importante comprovar que após o uso desta ferramenta, o número de obras onde ocorreram derrapagens financeiras diminuiu consideravelmente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-Elfattah, M., Alghamdi, T., & Amer, E. (2014). Dashboard Technology Based Solution To Decision Making. *International Journal of Computer Science Engineering and Information Technology Research (IJCEITR)*, 4(12), 59–70. [www.tjprc.org](http://www.tjprc.org)
- Abiodun, O. I., Jantan, A., Omolara, A. E., Dada, K. V., Mohamed, N. A. E., & Arshad, H. (2018). State-of-the-art in artificial neural network applications: A survey. *Heliyon*, 4(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00938>
- Abraham, A., Glynn, J., Murphy, M., & Wilkinson, B. (2008). *Accounting for managers* (4th edi). Cengage Learning.
- Afonso, P. (2002). *Sistemas de Custeio no Âmbito da Contabilidade de Custos: O Custeio Baseado nas Atividades, um Modelo e uma Metodologia de Implementação* [Universidade do Minho]. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/43>
- Al-Jibouri, S. H. (2003). Monitoring systems and their effectiveness for project cost control in construction. *International Journal of Project Management*, 21(2), 145–154. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00010-8](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00010-8)
- Alexander, M., & Walkenbach, J. (2013). *Excel dashboards and reports* (2nd edi). Wiley.
- Anthony, R. N., Govindarajan, V., Hartmann, F. G. H., Krause, K., & Nilsson, G. (2014). *Management control systems* (First edi). McGrawHill Education, Higher Education.
- Augusto, R. P. D., Braga, T., & Krukliis, A. G. (2018). A evolução da contabilidade. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*.
- Beuren, I. M. (1993). Evolução histórica da contabilidade de custos. *Contabilidade Vista & Revista*.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (2003). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto Editora.
- Burns, J., Quinn, M., Warren, L., & Oliveira, J. (2013). *Management Accounting*. McGraw-Hill Education.
- Caiado, A. C. P. (2020). *Contabilidade Analítica e de Gestão* (9ª edição). Áreas.
- Caldeira, J. (2010). *Dashboards - Comunicar Eficazmente a Informação de Gestão* (1ª edição). Edições Almedina.
- Carlucci, D. (2010). Evaluating and selecting key performance indicators : an ANP-based model. *Measuring Business Excellence*, 14(2), 66–76. <https://doi.org/10.1108/13683041011047876>
- Carvalho, J. M. de M. (1999, December). Sistemas de Custeio: Tradicionais versus Contemporâneos. *Jornal Da APOTEC*.

- Cheng, M.-Y., Hoang, N.-D., & Wu, Y.-W. (2013). Hybrid intelligence approach based on LS-SVM and Differential Evolution for construction cost index estimation: A Taiwan case study. *Automation in Construction*, *35*, 306–313. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.018>
- Chenhall, R. H. (2003). Management control systems design within its organizational context: findings from contingency-based research and directions for the future. *Accounting, Organizations and Society*, *28*(2–3), 127–168. [https://doi.org/10.1016/S0361-3682\(01\)00027-7](https://doi.org/10.1016/S0361-3682(01)00027-7)
- Chung, W., & Tseng, T. L. (2012). Discovering business intelligence from online product reviews: A rule-induction framework. *Expert Systems with Applications*, *39*(15). <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.02.059>
- Cody, W. F., Kreulen, J. T., Krishna, V., & Spangler, W. S. (2002). The integration of business intelligence and knowledge management. *IBM Systems Journal*.
- Coelho, M. H. M. (2012). *Contabilidade Analítica e de Gestão* (1ª edição). Edições Almedina.
- Cooper, A. (2012). What is “Analytics”? Definition and Essential Characteristics. *CETIS Analytics Series*, *1*(5), 1–10. <http://publications.cetis.ac.uk/2012/521>
- Cooper, R., & Kaplan, R. S. (1988). Measure Costs Right: Make the Right Decisions. *Harvard Business Review*.
- Crepaldi, S. A. (2010). *Curso Básico de Contabilidade de Custos* (5ª edição). Atlas.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry & research design: choosing among five approaches* (Fourth edi). SAGE.
- Díaz, A., Rowshankish, K., & Saleh, T. (2018). Interview: Why Data Culture matters. *McKinsey Quarterly*, *September*.
- Drury, C. (2015). *Management and cost accounting* (Ninth edi). Cengage Learning.
- Eckerson, W. W. (2011). *Performance dashboards: measuring, monitoring, and managing your business* (2nd edi). Wiley.
- Elbashir, M. Z., Collier, P. A., & Davern, M. J. (2008). Measuring the effects of business intelligence systems: The relationship between business process and organizational performance. *International Journal of Accounting Information Systems*, *9*(3), 135–153. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2008.03.001>
- Fedouaki, F., Okar, C., & Alami, S. El. (2013). A maturity model for Business Intelligence System project in Small and Medium-sized Enterprises: an empirical investigation. *International Journal of Computer Science Issues*, *10*(6), 61–69.
- Few, S. (2006). *Information dashboard design: the effective visual communication of data* (1st edi).

O'Reilly.

Flamholtz, E. (1996). *Effective management control: theory and practice*. Springer.

Franco, V. S., Morais, A. I., Lourenço, I. C., Serrasqueiro, R., Oliveira, B. de J., Jesus, M. A. de, Major, M. J., & Oliveira, Á. V. de. (2005). *Contabilidade de Gestão - Volume I*. Publisher Team.

Franco, V. S., Oliveira, Á. V. de, Morais, A. I., Oliveira, B. de J., Lourenço, I. C., Major, M. J., Jesus, M. A. de, & Serrasqueiro, R. (2015). *Temas de Contabilidade de Gestão: Os Custos, os Resultados e a Informação para a Gestão* (4ª edição). Livros Horizonte.

Freixo, M. J. V. (2013). *Metodologia Científica - Fundamentos, métodos e técnicas* (4ª edição). Instituto Piaget.

Garrison, R. H., Noreen, E. W., & Brewer, P. C. (2013). *Contabilidade Gerencial* (14th edi). McGraw-Hill Education.

Géron, A. (2017). *Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow: concepts, tools, and techniques to build intelligent systems* (First edi). O'Reilly Media.

Heitger, L. E., Ogan, P., & Matulich, S. (1992). *Cost Accounting* (2nd edi). South-Western Pub. Co.

Hilton, R. W., & Platt, D. E. (2019). *Managerial accounting: creating value in a dynamic business environment* (Twelfth ed). McGraw-Hill Education.

Horn gren, C. T., Datar, S. M., & Foster, G. (2004). *Contabilidade de custos: uma abordagem gerencial* (11th edi). Pearson.

Horn gren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. V. (2012). *Cost accounting: a managerial emphasis* (14th edi). Pearson/Prentice Hall.

Horn gren, C. T., Foster, G., & Datar, S. M. (1994). *Cost accounting: a managerial emphasis* (Eighth edi). Prentice-Hall International.

Horn gren, C. T., Sundem, G. L., Stratton, W. O., Burgstahler, D., & Schatzberg, J. (2008). *Introduction to management Accounting* (14th edi). PHI Learning.

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice* (Second edi). OTexts.

Jordan, H., Rodrigues, J. A., & Neves, J. C. das. (2021). *O Controlo de Gestão ao serviço da estratégia e dos gestores* (11ª edição). Editora Áreas.

Kanawaday, A., & Sane, A. (2017). Machine Learning for Predictive Maintenance of Industrial Machines using IoT Sensor Data. *2017 8th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science, November*. <https://doi.org/10.1109/ICSESS.2017.8342870>

Kaplan, R. S., & Atkinson, A. A. (1998). *Advanced management accounting* (3rd edi). Prentice Hall.

Langley, P., & Carbonell, J. G. (1984). Approaches to machine learning. *Journal of the American Society*

- for *Information Science*, 35(5), 306–316. <https://doi.org/10.1002/asi.4630350509>
- Leone, G. S. G., & Leone, R. J. G. (2010). *Curso de contabilidade de custos*. (4ª edição). Atlas.
- Macintosh, N. B., & Quattrone, P. (2011). *Management Accounting and Control Systems: An Organizational and Sociological Approach* (2nd edi). Wiley.
- Mahajan, D. S., & Kulkarni, D. M. (2014). *Management Accounting*. Nirali Prakashan.
- Mahony, A. O., & Doran, J. (2009). The Changing Role of Management Accountants; Evidence from the Implementation of ERP systems in Large Organisations. *International Journal of Business and Management*, 3(8). <https://doi.org/10.5539/ijbm.v3n8p109>
- Malik, S. (2005). *Enterprise dashboards: design and best practices for IT* (First edi). Wiley.
- Malmi, T., & Brown, D. A. (2008). Management control systems as a package—Opportunities, challenges and research directions. *Management Accounting Research*, 19(4), 287–300. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2008.09.003>
- Martins, E. (2018). *Contabilidade de custos* (11ª edição). Atlas.
- Maté, A., Trujillo, J., & Mylopoulos, J. (2017). Specification and derivation of key performance indicators for business analytics: A semantic approach. *Data and Knowledge Engineering*, 108(November 2015), 30–49. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2016.12.004>
- Matz, A., Curry, O. J., & Frank, G. W. (1987). *Contabilidade de Custos* (2ª edição). Atlas.
- Merchant, K. A., & Van der Stede, W. A. (2017). *Management control systems: performance measurement, evaluation and incentives* (Fourth edi). Pearson.
- Müller, A. C., & Guido, S. (2017). *Introduction to machine learning with Python: a guide for data scientists* (First edi). O'Reilly Media. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/usherbrookemgh-ebooks/detail.action?docID=4698164>
- Nabais, C. (1991). *Contabilidade Analítica de Exploração* (2ª edição). Editorial Presença.
- Neale, R. H., Neale, D. E., & Stephenson, P. (2016). *Construction planning* (Second edi). ICE Publishing.
- Neves, S. das, & Viceconti, P. E. V. (2013). *Contabilidade de custos: um enfoque direto e objetivo* (11ª edição). Saraiva.
- Oldcorn, R. (1989). *Introdução ao Management*. Cetop.
- Olszak, C. M., & Ziemba, E. (2007). Approach to Building and Implementing Business Intelligence Systems. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge and Management*, 2.
- Paolanti, M., Romeo, L., Felicetti, A., Mancini, A., Frontoni, E., & Loncarski, J. (2018). Machine Learning approach for Predictive Maintenance in Industry 4.0. *2018 14th IEEE/ASME International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications (MESA)*, 1–6.

<https://doi.org/10.1109/MESA.2018.8449150>

- Parmenter, D. (2020). *Key performance indicators: developing, implementing, and using winning KPIs* (Fourth edi). John Wiley & Sons, Inc.
- Pereira, C. C., & Franco, V. S. (1987). *Contabilidade Analítica*. Rei dos Livros.
- Pimentel, A. C. L., Sousa, E. M. M., Machado, H. O., & Masih, R. T. (2013). Aplicação Do Método Dos Centros De Custos Em Uma Indústria Jornalística. *Xxxiii Encontro Nacional De Engenharia De Producao*.
- Pires, J. F. (2001). *Manual teórico-prático de contabilidade patrimonial e de contabilidade orçamental para funcionários públicos e outros estudiosos*. AEIST.
- PMI. (2017). *A guide to the project management body of knowledge / Project Management Institute* (Sixth edi). Project Management Institute.
- Rasmussen, N., Chen, C. Y., & Bansal, M. (2009). *Business dashboards: a visual catalog for design and deployment* (1st edi). John Wiley & Sons.
- Reis, A. C. dos. (2013). *Organização e Gestão de Obras*. Edição do Autor.
- Reis, H., & Rodrigues, J. (2014). *Controlo de Gestão - Ao encontro da eficiência* (2ª edição). Escolar Editora.
- Rezaee, Z. (2007). *Corporate governance post-Sarbanes-Oxley: regulations, requirements, and integrated processes*. John Wiley & Sons.
- Rikhardsson, P., & Yigitbasioglu, O. (2018). Business intelligence & analytics in management accounting research: Status and future focus. *International Journal of Accounting Information Systems*, 29(March), 37–58. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2018.03.001>
- Ritz, G. J., & Levy, S. M. (2013). *Total construction project management* (Second edi). McGraw-Hill.
- Roldão, V. S. (2016). *Gestão de Projectos* (5ª edição). Monitor.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, D. P. (2010). *The handbook of logistics & distribution management* (4th edi). Kogan Page.
- Sangar, A. B., & Iahad, N. B. A. (2013). Critical Factors That Affect The Success Of Business Intelligence Systems ( BIS ) Implementation In An Organization. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2(2), 176–180.
- Santos, J. J. (2011). *Contabilidade e Análise de Custos* (6ª edição). Atlas.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students* (Eighth edi). Pearson.
- Seal, W. B., Rohde, C., Garrison, R. H., & Noreen, E. W. (2019). *Management accounting*. (Sixth edi).

McGraw-Hill Education.

- Searcy, C., Karapetrovic, S., & McCartney, D. (2005). Designing sustainable development indicators: analysis for a case utility. *Measuring Business Excellence*, 9(2), 33–41. <https://doi.org/10.1108/13683040510602867>
- Shane, J. S., Molenaar, K. R., Anderson, S., & Schexnayder, C. (2009). Construction Project Cost Escalation Factors. *Journal of Management in Engineering*, 25(4), 221–229. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2009\)25:4\(221\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2009)25:4(221))
- Silva, F. V. G. da. (1991). *Contabilidade Industrial* (9ª edição). Livraria Sá da Costa.
- Simons, R., Dávila, A., & Kaplan, R. S. (2000). *Performance measurement & control systems for implementing strategy* (First edi). Prentice Hall.
- Tavares, L. V., Correia, F. N., Themido, I. H., & Oliveira, R. C. (1996). *Investigação Operacional*. Mc Graw-Hill.
- Theotónio, J. A. (1992). *Controlo e Análise Financeira: Contabilidade de Custos*. Instituto Superior de Gestão Bancária: Instituto de Formação Bancária.
- Weiner, J., Balijepally, V., & Tanniru, M. (2015). Integrating Strategic and Operational Decision Making Using Data-Driven Dashboards: The Case of St. Joseph Mercy Oakland Hospital. *Journal of Healthcare Management / American College of Healthcare Executives*, 60(5), 319–330. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26554142>
- Westney, R. E. (1997). *The Engineer's cost handbook: tools for managing project costs* (1st edi). CRC Press.
- Weustink, I. ., ten Brinke, E., Streppel, A. ., & Kals, H. J. . (2000). A generic framework for cost estimation and cost control in product design. *Journal of Materials Processing Technology*, 103(1), 141–148. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(00\)00405-2](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(00)00405-2)
- Williams, S., & Williams, N. (2006). *The Profit Impact of Business Intelligence* (1st edi). Morgan Kaufmann.
- Wixom, B., & Watson, H. (2010). The BI-Based Organization. *International Journal of Business Intelligence Research*, 1(1), 13–28. <https://doi.org/10.4018/jbir.2010071702>
- Wu, L., Barash, G., & Bartolini, C. (2007). A Service-oriented Architecture for Business Intelligence. *IEEE International Conference on Service-Oriented Computing and Applications (SOCA '07)*, 279–285. <https://doi.org/10.1109/SOCA.2007.6>
- Yeo, K. T. (1990). Risks, Classification of Estimates, and Contingency Management. *Journal of Management in Engineering*, 6(4), 458–470. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)9742-](https://doi.org/10.1061/(ASCE)9742-)

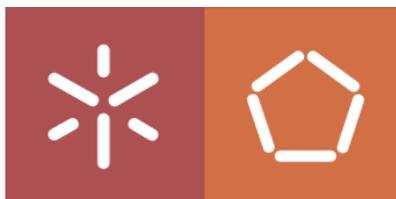
597X(1990)6:4(458)

Yeoh, W., & Koronios, A. (2010). Business Intelligence Systems University of South Australia. *Journal of Computer Information Systems*, 50(3), 23–32.

Yigitbasioglu, O. M., & Velcu-Laitinen, O. (2012). The Use of Dashboards in Performance Management: Evidence from Sales Managers. *The International Journal of Digital Accounting Research*, 12, 36–58. [https://doi.org/10.4192/1577-8517-v12\\_2](https://doi.org/10.4192/1577-8517-v12_2)

Zuber-Skerritt, O. (1992). *Action research in higher education: examples and reflections*. Kogan Page.

## ANEXO1 – INQUÉRITO N.01 – AVALIAÇÃO DO *DASHBOARD*



UNIVERSIDADE DO MINHO  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

INQUÉRITO NO ÂMBITO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

INQUÉRITO N.01 – AVALIAÇÃO DO *DASHBOARD*

A elaboração deste inquérito é destinada única e exclusivamente à obtenção de dados que posteriormente serão utilizados numa investigação. É completamente assegurada a confidencialidade das respostas.

Para cada uma das seguintes questões terá 5 opções de resposta ordenadas por grau de concordância (1- Não concordo a 5- Concordo totalmente)

1. A implementação de um *dashboard* facilita o processo de tomada de decisão?

**1**   **2**   **3**   **4**   **5**

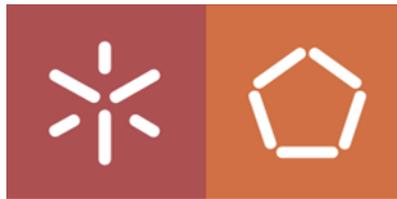
2. O *dashboard* apresenta unicamente informação útil?

**1**   **2**   **3**   **4**   **5**

3. O *dashboard* é uma ferramenta intuitiva e fácil de manusear?

**1**   **2**   **3**   **4**   **5**

## ANEXO2 – INQUÉRITO N.02 – AVALIAÇÃO DO MODELO DE *MACHINE LEARNING*



UNIVERSIDADE DO MINHO  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

INQUÉRITO NO ÂMBITO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

INQUÉRITO N.02 – AVALIAÇÃO DO MODELO DE MACHINE LEARNING

A elaboração deste inquérito é destinada única e exclusivamente à obtenção de dados que posteriormente serão utilizados numa investigação. É completamente assegurada a confidencialidade das respostas.

Para cada uma das seguintes questões terá 5 opções de resposta ordenadas por grau de concordância (1- Não concordo a 5- Concordo totalmente)

1. O protótipo de *Machine Learning* desenvolvido é intuitivo e fácil de manusear?

**1**   **2**   **3**   **4**   **5**

2. O modelo de *Machine Learning* é útil para identificar as obras que sejam propícias à ocorrência de desvios de custo?

**1**   **2**   **3**   **4**   **5**

3. Considera que o modelo de *Machine Learning* irá contribuir para a redução dos desvios de custo das obras?

**1**   **2**   **3**   **4**   **5**