



Inês Neves Silva

**Gestão de Projetos na Implementação da Tecnologia
de *Laser Cladding* – Caso de Estudo TEandM**

Dissertação para obtenção do grau de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Setembro/2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA
DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Gestão de Projetos na Implementação da Tecnologia de *Laser Cladding* – Caso de Estudo TEandM

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial

Project Management in the Implementation of Laser Cladding Technology – Case Study in TEandM

Autor

Inês Neves Silva

Orientadores

Professora Doutora Cláudia Margarida Ramos de Sousa e Silva
Engenheiro António José Alcântara Gonçalves

Júri

| | |
|------------|--|
| Presidente | Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra Professor Doutor Cristóvão Silva Professor Auxiliar com Agregação da Universidade de Coimbra |
| Vogais | Professora Doutora Cláudia Margarida Ramos de Sousa e Silva Professora Auxiliar Convidada da Universidade de Coimbra Professora Doutora Cláudia Margarida Ramos de Sousa e Silva Professora Auxiliar Convidada da Universidade de Coimbra |
| Orientador | Silva Professor Auxiliar Convidada da Universidade de Coimbra |



TEandM,
Tecnologia e Engenharia de Materiais, S.A.

Coimbra, Setembro, 2017

“Working hard is important. But there is something that matters even more.

Believing in yourself.”

J.K. Rowling, *Harry Potter and the Order of the Phoenix*, 2003.

Aos meus pais e aos meus dois primos favoritos.

Agradecimentos

O percurso que culminou na escrita desta dissertação foi longo e cheio de altos e baixos. Como tal, não seria justo não dirigir uma palavra de agradecimento a todos os que contribuíram, de uma forma ou de outra, para que a caminhada chegasse ao fim.

Assim sendo, gostaria de agradecer, em primeiro lugar aos meus orientadores de estágio. À Professora Doutora Cláudia Silva, pela paciência demonstrada cada vez que me atrasava quando era definida uma data de entrega para a dissertação, mas principalmente por toda a orientação completamente essencial à realização desta e motivação transmitida durante todo o processo. Ao Engenheiro Alcântara Gonçalves, pelo acolhimento na TEandM, pela transmissão de conhecimento que levo para a minha carreira futura, e principalmente pela sua orientação imprescindível no alcance deste objetivo.

Em segundo lugar, deixar um agradecimento à família TEandM, pela receção e predisposição para ajudar. Foram fatores determinantes para que tudo corresse pelo melhor.

Em terceiro lugar, um agradecimento aos meus pais, as pessoas mais importantes da minha vida. Obrigada por todo o apoio, motivação e paciência. Obrigada por todo o consolo quando algo não corria bem e toda a ajuda prestada. Levo todos os conselhos comigo para a vida. Um pequeno agradecimento ao meu cão Sebastião, o quarto elemento da família, pela paciência todas as vezes que não podia ir passear com ele por estar a realizar este trabalho.

Um agradecimento também é devido aos meus primos preferidos, Mercedes e Nuno, os irmãos que nunca tive e que nunca falham quando a ajuda é necessária. Obrigada por ajudarem a moldar o meu carácter e me tornarem uma pessoa melhor.

Aos meus amigos, por serem os melhores do mundo e nunca faltarem com uma risada no momento certo. Um agradecimento especial à Fabíola Martins pela ajuda prestada durante a escrita desta dissertação.

Por fim, um agradecimento a Coimbra. Por ser a minha casa durante 6 anos e por me ter proporcionado aqueles que vão ser eternamente, com certeza, os melhores momentos da minha vida.

Resumo

O ambiente de constante mudança em que vivemos, no que toca a aspetos políticos, socioeconómicos e tecnológicos, exige uma capacidade de resposta rápida e ágil pelas organizações, pautada pela manutenção de um nível elevado de qualidade e inovação, de forma a que se mantenham competitivas no mercado. Neste aspeto, os projetos acabam por ter um papel preponderante.

A crescente complexidade dos projetos determinou o desenvolvimento de uma série de ferramentas de gestão, organização e planeamento para a eficiente execução dos mesmos. A gestão de projetos integra estas ferramentas de forma a facilitar o desenvolvimento integrado de um projeto. No entanto, para as PME's, esta gestão é, por norma, mais simplificada e *laissez-faire*.

No contexto da empresa TEandM, uma PME cujos projetos de inovação são uma forte componente do seu sucesso, surgiu o tópico desta dissertação, de aplicação da gestão de projetos para a implementação de um novo sistema de deposição de revestimentos por *laser (laser cladding)* com o intuito de aumentar a sua capacidade produtiva em 20%. O objetivo desta dissertação é o de demonstrar o planeamento e gestão necessários a este projeto, por forma a que este seja bem-sucedido, tanto no que toca aos objetivos pretendidos, como no que toca ao orçamento e aos prazos estabelecidos.

Dada a complexidade do projeto em mãos, e a sua duração, optou-se por utilizar ferramentas tipicamente associadas a projetos de maior envergadura, tais como *Microsoft Project*, diagrama de rede, método do caminho crítico e atividades críticas e gestão de custos. Estas ferramentas beneficiaram o projeto na medida em que tornaram possível um melhor acompanhamento e gestão dos parâmetros do mesmo, facilitando o ajuste aquando da presença de desvios indesejáveis.

O trabalho desta dissertação focou-se mais nas fases de iniciação (criação do termo de abertura), planeamento (calendarização das atividades) e execução (análise de propostas, redação do procedimento de segurança, execução do licenciamento industrial, verificação de certificação FDA) do ciclo de vida do projeto. Adicionalmente, contribuiu-se

para a monitorização e controlo, que apesar de não ser uma fase integral do projeto, é imperativa para o sucesso do mesmo. Nesta parte, realizaram-se análises de custos.

Esta dissertação permitiu o acompanhamento do projeto e a perceção da complexidade que é mantê-lo dentro dos parâmetros planeados. Este projeto fugiu um pouco ao orçamento inicialmente planeado para o mesmo, sendo esse desvio, no entanto, de pouca importância para a organização. Quanto à variável tempo, apesar da dependência de bastantes fornecedores, o projeto decorreu relativamente dentro dos prazos estabelecidos para cada atividade, sendo que as atividades críticas do mesmo ocorreram nas datas esperadas.

Atualmente, o projeto encontra-se ainda em execução, estando previsto o seu término a 31 de Outubro de 2018. Este projeto beneficiará a organização no alcance da sua visão de se tornar reconhecida internacionalmente pela sua capacidade de desenvolvimento de soluções inovadoras no mercado de revestimentos de componentes.

Palavras-chave: Gestão de Projetos, Projeto, PME, Planeamento, Ciclo de Vida do Projeto.

Abstract

The constant changing political, technological and socio-economic environment demands the capacity for an agile and rapid response on the part of organizations, sustained by a high level of quality and innovation, so as to maintain competitiveness in the market. In this aspect, projects assume an important role.

The increasing complexity of projects has determined the development of several management, organization and planning tools for the efficient execution of these projects. Project management incorporates these tools in a way that facilitates the integrated development of the project. The SMEs, due to their particular nature, demand a more simplified, *laissez-faire* approach to project management.

In the context of the TEandM organization, a SME whose projects in innovation are a strong component of its success, the topic of this dissertation has emerged: the application of project management principles to the implementation of a new system of coating deposition with a laser (laser cladding), with the aim to increase the company's production capacity by 20%. The goal of this dissertation is to demonstrate the planning and management necessary for this project, such that the project is successful, not only in terms of the intended goals, but also in terms of the established budget and deadlines.

Given the complexity of the project at hand and its duration, it has been opted to use tools typically associated with large projects, such as *Microsoft Project*, network diagram, critical path method and critical tasks and cost management. These tools benefit the project because they allow a better monitoring and management of the project parameters, facilitating any necessary adjustments when undesirable deviations occur.

The work of this dissertation has focused more on the initial (creation of the project charter), planning (tasks scheduling) and execution (proposal analysis, writing of the safety procedures, industrial licensing, FDA certification verification) phases of the project life cycle. In addition, there has been a contribution to the monitorization and control of the project which, even though this is not an integral part of the project, is imperative to its success. For this, a cost analysis has been executed.

This dissertation has allowed a monitoring of the project and the perception of the complexity that is maintaining the project within the planned parameters. This project has deviated slightly from the initial planned budget. However, this deviation has had very little relevance to the organization. With regards to the time variable, although there is a dependency on a large number of suppliers, the project has evolved within the established deadlines for each activity, such that the critical activities have occurred on the expected dates.

At present, the project is in its execution phase, which should be concluded by October 31, 2018. This project will benefit the organization in their goal to become internationally recognized for its capacity to develop, for the market, innovative solutions for component coating.

Keywords Project Management, Project, SME, Planning, Project Life Cycle.

Índice

| | |
|---|------|
| Índice de Figuras | xi |
| Índice de Tabelas | xiii |
| Siglas | xv |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO | 3 |
| 2.1. Origem da GP | 3 |
| 2.2. Gestão de Projetos em PMEs | 8 |
| 2.3. Ciclo de vida de um projeto | 11 |
| 2.3.1. Abordagem de sistemas | 11 |
| 2.3.2. Abordagem Seguida | 13 |
| 3. CASO DE ESTUDO | 17 |
| 3.1. Descrição da Empresa..... | 17 |
| 3.2. O Projeto de Implementação de Laser Cladding | 20 |
| 3.2.1. A Tecnologia | 22 |
| 3.2.2. Avaliação Preliminar | 23 |
| 3.2.3. Termos do Investimento- Portugal 2020 | 24 |
| 3.2.4. Fases do projeto | 25 |
| 4. CONCLUSÃO..... | 59 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 61 |
| ANEXO A | 65 |
| ANEXO B | 69 |
| ANEXO C..... | 73 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Fases do ciclo de vida de acordo com a abordagem de sistemas..... | 12 |
| Figura 2 - Fases do ciclo de vida de um projeto segundo o PMBOK Guide..... | 13 |
| Figura 3 - Fases do ciclo de vida do projeto, incluindo grupos de processos..... | 15 |
| Figura 4 - Empresas pertencentes ao grupo DURIT..... | 17 |
| Figura 5- Propriedades que podem ser melhoradas pela utilização de laser cladding..... | 18 |
| Figura 6 - Setores e áreas do mercado em que a TEandM atua..... | 19 |
| Figura 7- Certificações das quais a empresa é detentora..... | 20 |
| Figura 8 - Estrutura de Decomposição do Trabalho (WBS)..... | 37 |
| Figura 9 - Demonstração do cálculo da folga para as atividades de aquisição de material. | 41 |
| Figura 10 - Atividades críticas do projeto. | 42 |
| Figura 11 - Representação gráfica dos custos planeados e dos custos reais do projeto. | 56 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Partes interessadas no projeto..... | 30 |
| Tabela 2 - Requisitos das barreiras de proteção laser..... | 49 |

SIGLAS

APS – *Atmospheric Plasma Spraying*

CTCV – Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro

EAWS – *Electric Arc Wire Spray*

EPI – Equipamento de Protecção Individual

FDA – *Food and Drug Administration*

HVOF – *High Velocity Oxi-Fuel*

IAPMEI – Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação

IPMA – *International Project Management Association*

PACDV – *Plasma Assisted Chemical Vapour Deposition*

PMBOK – *Project Management Body of Knowledge*

PME – Pequenas e Médias Empresas

PMI – *Project Management Institute*

PVD – *Physical Vapour Deposition*

ROC/TOC – Revisor Oficial de Contas/Técnico Oficial de Contas

SME – *Small and Medium-sized Enterprises*

TAP – Transportes Aéreos Portugueses

TEandM – Tecnologia e Engenharia de Materiais, S.A.

WBS – *Work Breakdown Structure*

1. INTRODUÇÃO

A gestão de projetos é um tema cada vez mais proeminente nas indústrias. Com a competição que existe atualmente nos mercados, as organizações necessitam de responder de forma ágil e rápida às alterações do ambiente que as rodeia, sempre sem comprometer a qualidade dos seus produtos e/ou serviços. A gestão de projetos veio facilitar esta capacidade de resposta. Com as organizações cada vez mais baseadas em projetos, o estabelecimento de práticas e metodologias para a sua gestão facilita o sucesso dos mesmos e a rapidez com que estes são executados.

Esta dissertação, realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, tem como base um estágio na PME TEandM, que se encontra no Parque Industrial de Taveiro, em Coimbra. Para responder à exponencial evolução tecnológica a organização procura, constantemente, novas soluções para a produção de revestimentos. Nessa busca por tecnologias mais benéficas para a empresa e os seus clientes, a TEandM encontrou o processo de deposição de revestimentos por *laser*, denominado *laser cladding*. Esta dissertação surge pela necessidade de gerir a implementação de um equipamento industrial para a produção desse tipo de revestimentos, aplicando ferramentas de gestão de projetos para o planeamento e execução deste processo. O trabalho realizado, passa não só pela gestão do projeto, mas também pela realização de algumas atividades inerentes ao mesmo, sendo uma das mais importantes o licenciamento industrial do estabelecimento, que irá permitir a implementação deste novo sistema produtivo. A metodologia definida enquadra todas as atividades realizadas, sendo desenvolvidas e descritas na fase de implementação do projeto. O propósito da aplicação da gestão de projetos a este projeto em particular, é tornar eficiente a implementação da tecnologia e garantir o sucesso do mesmo na organização, em termos de cumprimento do orçamento, prazo e alcance dos objetivos pretendidos. A estrutura desenvolvida para a prática da gestão de projetos na organização, constitui um grupo de novas metodologias passíveis de aplicação em futuros projetos.

Neste documento, foi aplicada a abordagem do ciclo de vida de um projeto, desenvolvida pelo PMBOK Guide [2], um guia sobre gestão de projetos produzido pelo PMI. Durante as fases do ciclo de vida, foram aplicadas várias metodologias, como:

- Estrutura de decomposição do trabalho;
- Diagrama de gantt;
- Diagrama de rede e método do caminho crítico e atividades críticas;
- Gestão de custos.

As duas primeiras técnicas mencionadas são utilizadas extensivamente na gestão de projetos de todo o tipo de organizações. No entanto, as restantes são técnicas pouco usuais para um projeto de uma PME, devido ao trabalho de análise que requerem. Tendo em conta a habitual duração de um projeto numa empresa de pequena dimensão, a sua utilização acaba por se tornar uma perda de tempo. Tais metodologias adequam-se a este projeto devido à sua complexidade e duração que, neste caso, se diferenciam do habitual registo das PMEs. Para apoiar a implementação de todas estas ferramentas de uma forma estruturada e eficiente, recorreu-se ao software de gestão de projetos *Microsoft Project*.

A dissertação presente está dividida em 4 capítulos. O primeiro capítulo (presente capítulo) consiste numa introdução ao tema desenvolvido, com uma apresentação da estrutura da dissertação. No segundo capítulo, faz-se uma revisão bibliográfica do tema presente no documento, abordando a sua importância para uma PME. No terceiro capítulo, consta todo o trabalho desenvolvido nas diferentes fases do projeto, para além de um enquadramento do projeto na organização. Por fim, a dissertação termina com um quarto capítulo dedicado à discussão dos resultados, limitações e apreciações para o futuro.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

A gestão de projetos é um conceito bastante amplo com várias definições distintas para diferentes autores. Numa das suas várias definições, é vista como “o planeamento, organização, direção e controlo dos recursos de uma organização, para um objetivo a relativamente curto prazo que foi estabelecido para completar metas específicas e objetivos” [1, p.4], sendo uma possibilidade para redução da burocracia. Noutra definição, diz-se que a gestão de projetos envolve a “aplicação de conhecimento, *skills*, ferramentas e técnicas no desenvolvimento de um conjunto de atividades para ir de encontro ou exceder as necessidades e expectativas de um projeto” [2 p.47].

Se juntarmos as definições das duas fontes, podemos então dizer que a gestão de projetos é a aplicação de conhecimentos, *skills*, ferramentas e técnicas no planeamento, organização, direção e controlo das atividades de um projeto e os recursos a estas alocados, de forma a perfazer os objetivos do mesmo, reduzindo a sua burocracia.

Apesar de já ser utilizada há muitos anos, a gestão de projetos levou ainda alguns anos a ser reconhecida como um processo de negócio.

Neste capítulo será abordada a evolução da gestão de projetos, a sua aplicação em PMEs e abordagens ao ciclo de vida de um projeto, por forma a enquadrar o trabalho realizado ao longo desta dissertação.

2.1. Origem da GP

Os projetos são então definidos como um empenho temporário, de longa ou curta duração e com uma data de início e de fim, que é levado a cabo com o intuito de satisfazer determinados objetivos sob a forma de um resultado, produto ou serviço, único. [3] São desenvolvidos há milhares de anos. Começaram na área da construção, e existem imensas obras, como o “Cairn de Barnenez”, obra de 4850 a.C. e a Pirâmide de Djoser, obra de aproximadamente cerca de 2600 a.C. que ainda hoje se mantêm de pé. São duas estruturas antigas que tiveram de ser planeadas para que pudessem ser erguidas [4].

Quanto à gestão, esta surgiu por volta da mesma altura, existindo evidências de que os Sumérios mantinham registos em ardósias referentes à aplicação de práticas de gestão dos padres de Ur [5]. Podemos então dizer que, na verdade, a gestão de projetos já existia nessa altura, mesmo que não oficialmente reconhecida.

A gestão de projetos foi inicialmente mencionada por Daniel Defoe em 1697, na sua publicação “*An Essay on Projects*”. Nesta publicação, o autor refere-se aos projetos e projeta ele mesmo as suas ideias [6].

No entanto, a base fundamental da gestão de projetos vem das abordagens clássicas da organização, cujos pais são Frederick Taylor e Henri Fayol [4]. Durante a Segunda Revolução Industrial houve um grande desenvolvimento da tecnologia. As empresas sofreram um crescimento exponencial desorganizado, não só em tamanho como em número, e foi necessário melhorar a sua eficiência. Neste contexto, surgiu a necessidade da gestão. Numa tentativa de aumentar a produtividade dos trabalhadores e os lucros de uma organização, Taylor investigou como poderia fazê-lo, tentando encontrar a melhor forma de aumentar a eficiência das ações e maximizar a produção, através do método científico [7]. Neste seguimento e numa publicação em 1911, destacou os princípios da gestão científica, referentes às funções básicas de gestão nas organizações [7]:

- Método científico de trabalho – padronização da realização de cada tarefa;
- Redução ou eliminação de interrupções – planeamento do trabalho;
- Seleção de colaboradores e melhoria da sua aptidão para a tarefa;
- Atribuição de incentivos monetários com o aumento de produtividade.

Frank e Lillian Gilbreth e Henry Gantt também contribuíram para esta teoria. Os dois primeiros, deram o seu contributo pela análise do melhor método para realizar uma tarefa, de forma confortável e aproveitando o tempo de forma eficiente [7]. O contributo de Henry Gantt relaciona-se com o seu sistema de tarefa e bónus, semelhante ao princípio definido por Taylor, que estipula a existência de uma recompensa quando a taxa de produção definida é ultrapassada por um colaborador [5].

Porém, a teoria de Taylor considerava apenas o que sucedia no chão de fábrica e em 1916, na publicação do seu livro onde expunha a sua teoria clássica da administração, Henri Fayol difundiu a ideia de que a estrutura da organização seria uma parte vital para a eficiência da mesma [4,7]. Na sua teoria, analisou o papel dos gestores, chegando a treze princípios básicos da gestão:

1. Divisão do trabalho –em operações mais simples;
2. Autoridade e responsabilidade dos gestores;
3. Disciplina – respeito pelas regras e obediência;
4. Unidade de comando – ordens de apenas um gestor;
5. Unidade de direção – plano para alcance conjunto dos objetivos;
6. Subordinação do interesse pessoal ao interesse da organização;
7. Remuneração – de acordo com o desempenho;
8. Centralização – decisões pela gestão da organização;
9. Hierarquia – linha de autoridade vertical;
10. Ordem – cada recurso tem o seu lugar;
11. Equidade –respeito e lealdade para com o gestor;
12. Iniciativa – fomentar a atitude;
13. Espírito de equipa –cooperação e motivação.

Para além destas orientações, definiu também as funções básicas da gestão (planear, organizar, comandar, coordenar e controlar) e as funções da organização, que em conjunto formularam um programa de ação para as empresas [7,8]. Juntos, todos estes contributos deram origem à gestão de projetos, pela adaptação destas teorias de gestão à área dos projetos [4].

A gestão de projetos começou por ser utilizada, em 1958, pelo Departamento da Defesa dos Estados Unidos, mais especificamente pela Marinha, no projeto *Polaris*. No entanto, só começou a ser usada em grande escala mais recentemente [1,9]. Ainda nessa década foram feitos mais desenvolvimentos na área e, durante a década de 60, saíram várias publicações de algum relevo para a mesma [6]:

- Paul Gaddis, em 1959, publicou um artigo intitulado “*The Project Manager*”, que documentava o papel central de um indivíduo na gestão de recursos;
- Gerald Fish escreveu, num artigo em 1961, sobre a tendência do uso de abordagens de trabalho funcional em equipa;
- John F. Mee, em 1964 descrevia as características das organizações em matriz e a rede de relações nestas formadas;

- E em 1968, saiu o primeiro livro utilizado no ensino de gestão de projetos, intitulado “*Systems Analysis and Project Management*” de David I. Cleland e William R. King.

Ainda na década de 60, em 1964, nasceu a *International Project Management Association* (IPMA), uma organização que promove a gestão de projetos pela certificação de profissionais (através do seu documento *IPMA Competence Baseline*) e pelo incentivo da sua prática. Entretanto, em 1969, surgiu o *Project Management Institute* (PMI), a instituição mais conceituada, atualmente, no campo da gestão de projetos. Certifica gestores de projetos para a progressão das suas carreiras, contribuindo para a maturação da profissão. A associação é conhecida internacionalmente, essencialmente pelo seu documento *PMBOK Guide (A Guide to the Project Management Body of Knowledge)*, um standard que já vai na 5ª edição, ideal para quem pretende exercer e aplicar a gestão de projetos na melhoria do sucesso de uma organização [10,11,12].

Inicialmente, apenas as empresas orientadas para projetos utilizavam a gestão de projetos [1]. Organizações orientadas a projetos tratam grande parte do seu trabalho como projetos, criando sistemas temporários para a sua realização [2]. No entanto, mais tarde, passou a ser implementada também nas empresas híbridas devido à percepção, por parte da gestão, dos benefícios inerentes a organizações orientadas a projetos, e à necessidade de recuperação das dificuldades vividas nas duas recessões económicas de 1979 a 1983 e de 1989 a 1993. Durante a primeira recessão, as empresas beneficiaram das metodologias de gestão de projetos, mas, após a recuperação, acabaram por cair nos velhos hábitos, voltando à gestão tradicional. devido à sua relutância em implementar definitivamente uma abordagem focada nos projetos. Apesar disso, esta estabeleceu-se na segunda recessão, poucos anos depois. Os fatores que contribuíram para a sua implementação foram [1,12]:

- Necessidade de competir, em custo e qualidade – utilização dos princípios da gestão de projetos para implementação da Gestão da Qualidade Total (conhecida como TQM – *Total Quality Management*);
- Compressão de prazos e liderança de mercado– utilização da gestão de projetos para melhorar planeamento;
- Descentralização da autoridade – melhor eficácia da gestão de projetos;
- Aparecimento de *Downsizing* – mais trabalho, em menos tempo e com menos recursos, algo facilitado pela implementação da gestão de projetos;

- Aparecimento de metodologias de gestão de risco;
- *Benchmarking* intenso – criação de centros de excelência em gestão de projetos.

Na década de 90, a gestão de projetos passou, então, a ser vista como uma necessidade [1,12].

Após implementada a gestão de projetos, esta não se manteve inalterada até aos dias de hoje, principalmente devido ao ambiente de constante mudança em que o mundo se encontra. Foram aparecendo mais ferramentas e técnicas para complementar as já existentes, e a gestão de projetos passou a ser vista como uma competência estratégica. No início do século XXI, a gestão de projetos, que anteriormente seria realizada localmente, tornou-se mais complexa devido ao aparecimento de um elevado número de organizações multinacionais [1]. Estas surgiram pelos efeitos da globalização dos mercados e pela elevada competição. Era esperado que as equipas de projeto pertencentes a este tipo de empresa cooperassem a nível internacional, utilizando os diferentes fusos horários para melhorar os tempos de ciclo dos projetos. Esta cooperação seria também esperada por organizações em sinergia, com equipas de projeto internacionais, com membros pertencentes a diferentes empresas [13]. Um fator facilitador da troca de informação para a gestão de projetos internacionais foi a explosão da internet, permitindo a criação de redes de trabalho que possibilitaram maior comunicação das partes envolvidas, e melhorando consequentemente a performance das organizações. Apareceram, então, as “organizações virtuais”, e este crescimento das tecnologias permitiu também um aumento, até a atualidade, do software disponível nesta área [13].

Também no início do século XXI, a estrutura mais formal da gestão de projetos, a tradicional, era utilizada nas organizações para os propósitos de construção, de engenharia e desenvolvimento de produto [12].

No sentido de uniformizar as práticas desta metodologia e otimizar os resultados da sua aplicação, a ISO (*International Organization for Standardization*) lançou, em 2012, uma nova diretiva de gestão de projetos. A ISO 21500 – *Guidance on Project Management* - descreve as boas práticas desta área, utilizando alguns dos processos presentes no PMBOK Guide, e apresentando algumas alterações [14].

A gestão de projetos é oficialmente reconhecida hoje em dia, mas continua a ter espaço para melhoria e desenvolvimento [15], e ainda existe alguma falta de coerência na

sua teoria [16]. É um tema ainda pouco explorado nas publicações científicas. No entanto, parece ser comum o benefício da sua boa utilização na eficiência da organização e no aumento dos seus lucros, na qualidade dos produtos/serviços e no valor acrescentado que fornece aos clientes de uma dada organização, reduzindo simultaneamente a burocracia [12].

2.2. Gestão de Projetos em PMEs

Apesar de terem começado pelas construções, atualmente os projetos são realizados em várias indústrias de diferentes setores do mercado. São utilizados em organizações bastante distintas, no que toca ao seu campo de atuação e no que respeita às suas dimensões. Existem porque todas as empresas necessitam de realizar trabalho, que deve ser devidamente planeado, e está sujeito a determinadas restrições que irão limitar a forma como este é executado [2].

Os projetos são considerados, atualmente, como um motor de resposta à competição gerada pelas contantes mudanças a nível social, económico, tecnológico, etc. [17]. Apesar de serem maioritariamente associados a grandes empresas, nas PMEs os projetos são bastante importantes, pois estas organizações não estão isentas das pressões do ambiente circundante [17,18].

As PMEs são uma parte fundamental da economia atual. Devido ao facto de não serem tão facilmente afetadas pelos fatores macroeconómicos, tornaram-se numa fonte de novos postos de trabalhos, sendo que em 2008 empregavam cerca de 70% dos trabalhadores do setor privado na Europa [18]. Desde dos anos 90 que as empresas de maior escala, devido ao seu foco na atividade de núcleo do negócio, passaram a recorrer bastante a empresas de menores dimensões em regime de *outsourcing* [17]. Também a elevada competição gerou a necessidade de uma rede de fornecedores que são também, regra geral, empresas que se enquadram neste grupo. É perceptível, então, a elevada dependência da economia nestas organizações [17].

Estes tipos de organizações são classificados segundo limites bastante diferentes em publicações distintas, mas segundo a União Europeia, dividem-se da seguinte forma [19]:

- Micro – menos de 10 trabalhadores e volume de negócios anual ou balanço total anual de valor inferior a 2 milhões de Euros;

- Pequenas – menos de 50 trabalhadores e volume de negócios anual ou balanço total anual de valor inferior a 10 milhões de Euros;
- Médias – menos de 250 trabalhadores e volume de negócios anual de valor inferior a 50 milhões de Euros ou balanço total anual de valor inferior a 43 milhões de Euros.

Segundo um estudo, os projetos representam cerca de 1/3 do volume de negócios das PME's. É perceptível, tendo em conta os limiares definidos para os valores do volume de negócios e o número de pessoas empregues em cada tipo de organização, que estas se encontram um pouco em desvantagem em relação a outras organizações de maior dimensão. Possuem menos fundos para investir em projetos e menos colaboradores a quem atribuir as diferentes funções/tarefas inerentes a cada projeto [20]. Há uma necessidade óbvia de utilizar da melhor forma estes investimentos e recursos, optando muitas vezes pela utilização de técnicas comprovadas anteriormente como eficazes.

Levanta-se então uma questão: será que a aplicação da gestão de projetos tradicional, originalmente pensada para projetos mais complexos de grandes empresas, é benéfica para as PME's?

As PME's, em termos estruturais, são consideradas orgânicas. Devido às suas pequenas dimensões, a comunicação dentro destas empresas é mais fácil de gerir e mais simples. Têm, no geral, níveis reduzidos de gestão, proporcionando uma estrutura horizontal, que lhes confere flexibilidade num ambiente de trabalho com pouca padronização (fator vital para a sobrevivência e triunfo no ambiente competitivo atual) [17]. O caráter orgânico das PME's implica relações interpessoais mais fortes e informais, tal como um fluxo de informação nelas existente. Esta característica torna mais fácil o reconhecimento de autoridade e a aceitação da mudança em que o líder é o motivador. Também nestas pequenas organizações, existe pouca especialização dos trabalhadores, ou seja, estes por norma, realizam tarefas distintas, sendo fomentada a sua criatividade individual [18]. Todos estes fatores concedem uma alta capacidade de inovação a estas organizações.

Por outro lado, as organizações de maior dimensão tendem a ter estruturas mais rígidas, verticais, e com vários níveis de gestão. O fluxo de informação é bastante mais complexo e formal. Os seus processos e procedimentos são padronizados, formais, e exigem bastante controlo e planeamento, ao contrário do que foi descrito para o caso das empresas anteriores. A criatividade individual é aqui abafada, sendo que indivíduos são especializados

e realizam apenas as funções e/ou tarefas que lhes competem. Nestas grandes organizações os níveis de decisão estão tão afastados dos níveis mais baixos que a aceitação de mudança e de autoridade é mais complexa. Tendo um sistema tão rígido implementado, a sua capacidade de resposta ao ambiente em mudança é mais lenta [17].

A estrutura tradicional da gestão de projetos envolve processos e tomadas de decisão formais e burocracia. Há uma alta especialização, e os papéis de cada um na organização estão bem definidos. Nesta estrutura, o foco está nos sistemas e não nas pessoas. É também uma estrutura bastante desgastante no que toca a custos, recursos e tempo [17].

Através desta descrição, é possível deter que a estrutura parece encaixar na perfeição para empresas de grande dimensão. No entanto, vai contra as características das PME's. A necessidade de rápida reação das mesmas às mudanças do ambiente faz com que a flexibilidade e a pouca burocracia, associadas ao menor planeamento e controlo e baixa padronização, sejam fatores indispensáveis na sua habitual operação [18]. Há algumas evidências apontadas como as principais razões pelas quais a burocracia é tão pouco atrativa em pequenas organizações. Uma delas é que a utilização de processos e procedimentos formais são uma perda de tempo, devido à rapidez com que os mesmos se tornam obsoletos [17]. A segunda razão é o facto de a estrutura habitualmente utilizada na gestão de projetos sufocar a inovação. Tendo em conta que esta é aplicada, na generalidade, às áreas de gestão de operações e inovação e crescimento, é perceptível então que a estrutura tradicional não seja a mais adequada [18]. Há que lembrar ainda que, numa PME, o facto de a estrutura tradicional envolver muitos custos, recursos e tempo acaba por se tornar mais desvantajoso que benéfico [21].

Outro ponto importante para a resposta à questão levantada é a duração e complexidade dos projetos das diferentes organizações. Normalmente, as PME's têm associados projetos mais pequenos e simples, ao contrário das empresas de maior dimensão, havendo sempre exceções à regra. Por norma, as durações variam da seguinte forma [20]:

- Micro – projetos com duração de cerca de 3 meses;
- Pequenas – projetos com duração de cerca de 6 meses;
- Médias – projetos com duração de cerca de 9 meses.

Apesar de mencionado anteriormente que a informação neste tema é escassa, a pouca informação disponível aponta para a obtenção de melhores resultados se os processos

são adaptados ao tamanho dos projetos.

Existe uma decepção com a estrutura tradicional e o seu ideal de que “um tamanho serve para todos” os projetos. É por isso importante que a aplicação da gestão de projetos seja mais simplificada e adaptada ao ambiente interno e externo das organizações, para que os investimentos sejam frutíferos. Uma versão menos burocrática e menos formal, adaptada à duração do projeto, é ideal para que as empresas de pequena dimensão possam concentrar os seus esforços na resposta às exigências do mercado.

2.3. Ciclo de vida de um projeto

Este é ainda um tema pouco consensual nas diferentes indústrias e mesmo dentro das mesmas. Várias opiniões existem sobre como a divisão de um projeto deve ser feita, distinguindo diferentes etapas para diferentes setores da indústria [12].

O ciclo de vida do projeto é visto como a estrutura base para gerir um projeto [2]. A sua divisão, em etapas, é algo que permite, às equipas envolvidas na sua gestão, o melhor acompanhamento da evolução do mesmo, e uma melhor ligação das suas operações. Existe um maior controlo dos recursos, tanto financeiros, como humanos e restantes equipamentos físicos, acabando por ser mais fácil chegar aos objetivos delineados seguindo um caminho menos complexo [12].

Tal como para a gestão de projetos, no que toca aos seus ciclos de vida, também é defendida a teoria de que o número e nome das fases de um projeto devem ser adaptadas à sua complexidade e duração, em conjunto com outros fatores. Tendo em conta que há uma grande variação das características, é de esperar que diferentes projetos tenham diferentes fases associadas [2].

2.3.1. Abordagem de sistemas

Este subcapítulo foi escrito utilizando como referência o documento de Miguel, A., *Gestão Moderna de Projetos: Melhores Técnicas e Práticas* [12].

Segundo certos autores, tal como na gestão de projetos, o ciclo de vida deve ser ajustado ao ambiente interno e externo em que a organização se insere. No entanto, várias empresas baseiam-se no ciclo de vida de um sistema para desenvolver os seus próprios projetos. Esse ciclo inclui as seguintes etapas (Figura 1):



Figura 1 - Fases do ciclo de vida de acordo com a abordagem de sistemas [12].

Na fase conceptual, existe uma avaliação da ideia do projeto. É descrito, de forma relativamente generalista, o que é necessário para a concretização do objetivo do mesmo, em termos de tempo, custos e recursos a serem ocupados. Também é usual avaliarem-se os riscos inerentes a este, de forma a existir conhecimento dos potenciais efeitos do projeto na organização. Esta etapa envolve a descrição generalizada do trabalho envolvido no projeto e tudo o que a este diz respeito.

Na fase de planeamento, como o nome indica, planeia-se o trabalho a realizar para cumprir com o projeto, com bastante detalhe, e produzir os entregáveis pretendidos. Fazem-se escalonamentos de recursos, equipamentos, pessoas e materiais, de forma a que o projeto se desenvolva como pretendido. É planeada a qualidade que se espera no projeto, os prazos que é suposto serem cumpridos e os investimentos a realizar durante o mesmo. Esta fase inclui também a preparação de toda a documentação necessária para a realização do projeto e, geralmente, é a etapa em que se realizam os estudos de viabilidade que demonstram, ou não, os custos e benefícios deste.

Na fase de testes, uma fase de transição, é esperado que no fim da mesma o projeto possa ser implementado.

Na fase de implementação, começa então a execução das atividades preparadas na fase de planeamento. É neste ponto que se realizam as tarefas, conseqüentemente se utilizam a maior parte dos recursos e em que os entregáveis mais importantes do projeto são produzidos. É uma fase de grande importância e que deve seguir, sem grandes alterações, os planos delineados no início da vida do projeto.

Na última fase, a fase de encerramento, é a parte em que o projeto realmente acaba, com a comunicação desse mesmo estado a outros membros responsáveis. Os recursos outrora utilizados no projeto passam a estar disponíveis para utilização posterior noutros projetos ou noutras tarefas, e são transmitidos, em relatório, todos os pormenores do projeto.

Este relatório não serve apenas para ser arquivado, mas sim para posterior utilização noutros projetos como um termo de comparação.

2.3.2. Abordagem Seguida

Para o PMI e outros autores, o ciclo de vida dos projetos é descrito por fases mais generalistas comparativamente à abordagem de sistemas descrita acima. Este ciclo de vida é também muito simples de compreender, mesmo por quem não se encontre diretamente envolvido no projeto, facilitando a comunicação entre as partes envolvidas. São quatro fases que servem de base para a constituição de um ciclo de vida adaptado [2]:

- à natureza do projeto;
- às necessidades do mesmo e da organização ou organizações envolvidas;
- e à área de aplicação do mesmo.

Essas fases são denominadas de acordo com a figura abaixo (Figura 2) [22]:



Figura 2 - Fases do ciclo de vida de um projeto segundo o PMBOK Guide [2].

Estas etapas são todas distintas entre si e, em termos de descrição, são relativamente semelhantes às definidas anteriormente [2].

- Iniciação do Projeto - Na etapa de iniciação do projeto, é estudada a oportunidade, de forma a ter uma ideia geral do trabalho envolvido no projeto, custos, recursos e tempo a despende [22]. Em certos casos, neste ponto também se avalia a viabilidade do projeto, de forma a perceber o interesse e

benefício do mesmo. No fim desta fase, e caso seja do interesse da organização continuar com o projeto, é produzido o termo de abertura do mesmo.

- **Organização e Preparação** - Na segunda etapa ocorre o planeamento: calendarização das atividades e da utilização de todo o tipo de recursos, plano dos investimentos, plano de comunicações, entre outros [22]. Detalham-se os pontos definidos anteriormente de maneira a preparar pormenorizadamente o trabalho a realizar. Neste ponto começa também a monitorização e controlo, em paralelo ao desenvolvimento do planeamento, de forma a controlar os parâmetros como orçamento e tempo planeados (Figura 3).
- **Execução do Projeto** - Na fase de execução de trabalho, os recursos estão mais ocupados que noutra qualquer fase do projeto [2]. Os planos feitos na fase anterior entram em concretização e, simultaneamente, faz-se a monitorização e controlo do projeto. Esta atividade paralela ocorre para que sejam identificados todos os desvios em relação ao plano do projeto, com o intuito de minimizar problemas e/ou manter o padrão de desempenho desejado (Figura 3) [22].
- **Encerramento do Projeto** - Na última fase, de encerramento do projeto, há uma formalização, sob a forma de relatório, do fim do mesmo. Esse relatório é muito importante para servir de referência a futuros projetos [23]. Libertam-se os recursos outrora ocupados para a realização do projeto e finalizam-se os contratos.

No guia do PMI, é definido o fim de cada fase como a conclusão, entrega e verificação dos produtos esperados para essa determinada fase. Esses entregáveis, que anteriormente já tinham sido mencionados, são documentos/objetos físicos que se esperam obter ao longo do desenvolvimento do projeto. É também definido que, antes da transição para uma nova fase, deve ser analisado o desempenho do projeto nessa mesma etapa, de forma a perceber se ocorreram problemas passíveis de correção ou se os parâmetros obtidos são os esperados [2].

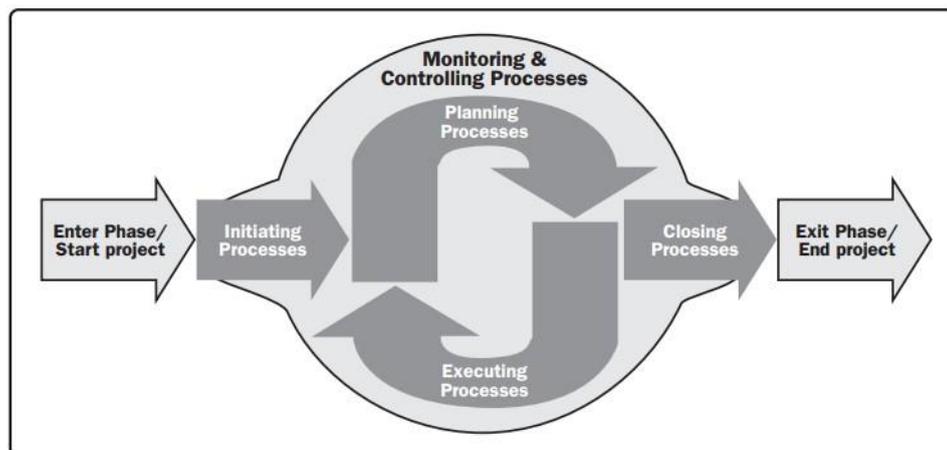


Figura 3 - Fases do ciclo de vida do projeto, incluindo grupos de processos – imagem retirada de [2, p. 50].

Em forma conclusiva, os projetos devem ser divididos nas fases que mais se adequam à sua complexidade, duração, natureza, necessidades dos mesmos e da organização e área de aplicação. Por norma, utiliza-se como base o ciclo de 5 fases ou 4 fases anteriormente mencionados. A formalização do encerramento dos projetos é um fator essencial para perceber os fatores críticos dos mesmos. Essa investigação serve para, posteriormente, prever o resultado de outros projetos. [23]

3. CASO DE ESTUDO

3.1. Descrição da Empresa

A TEandM - Tecnologia e Engenharia de Materiais, S.A. - é uma empresa que atua na área de engenharia das superfícies. Mais concretamente, a organização tem como foco a aplicação de revestimentos técnicos avançados em componentes de equipamentos e ferramentas dos mais variados sectores industriais.

É uma das nove empresas constituintes do grupo DURIT, líder na fabricação e fornecimento dos mais variados tipos de produtos. Estas empresas criam uma sinergia reconhecida internacionalmente pelos seus elevados padrões de serviço, pela sua experiência, competência, profundo *know-how* e capacidade de inovação no desenvolvimento de soluções a pensar nos seus clientes.

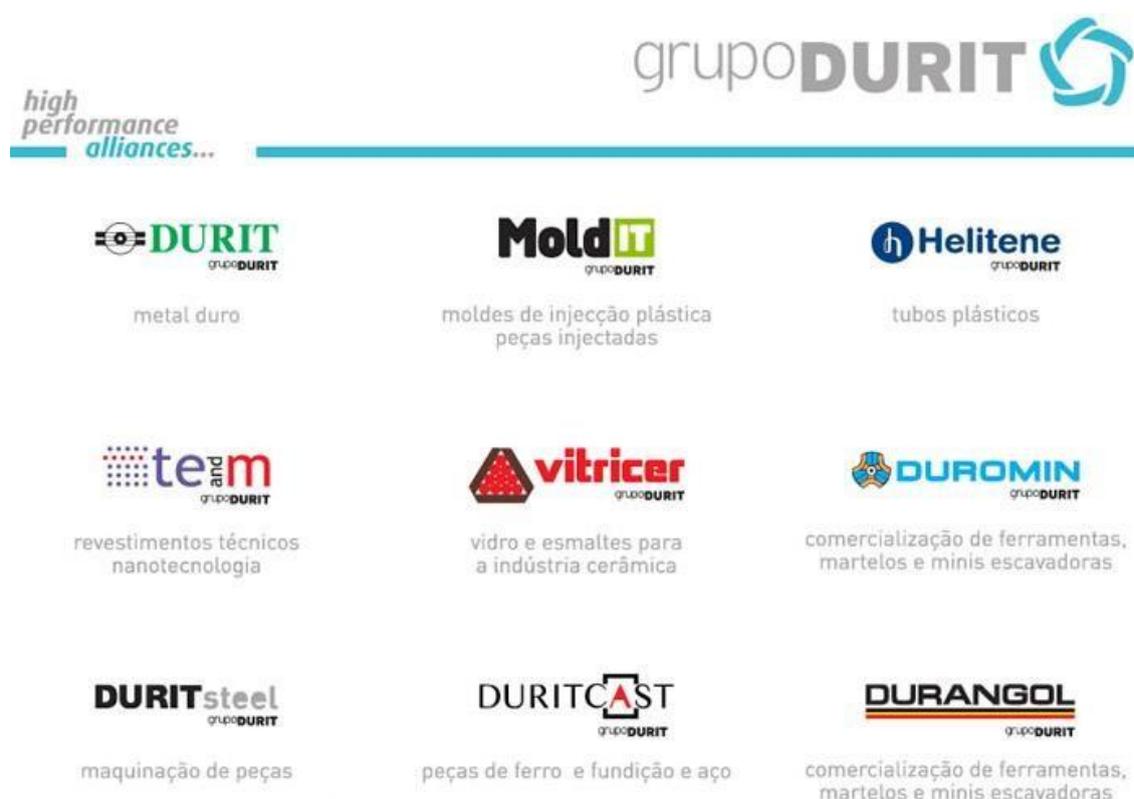


Figura 4 - Empresas pertencentes ao grupo DURIT (imagem retirada de Grupo Durit, em: <http://www.grupodurit.pt/>).

Apesar da empresa-mãe DURIT – Metalurgia Portuguesa do Tungsténio, Lda - ter sido fundada em 1982, a TEandM só se juntou ao grupo em 2000, surgindo pela junção dos interesses da DURIT com o Centro Tecnológico de Cerâmica e do Vidro (CTCV). Iniciando a sua atividade com um capital social de €50.000, e com a ajuda do capital de risco PME-Capital (que em 2009 cessou a sua colaboração com a organização), a empresa investiu em tecnologias de projeção térmica de alta velocidade de pós como APS, HVOF, EAWS, e em tecnologias de deposição em vácuo, em estado de vapor, PVD e PACDV. Estas permitiram o desenvolvimento de conhecimentos em nanotecnologia e nanomateriais, culminando na aplicação de revestimentos nanoestruturados.

A TEandM é uma PME que não oferece produtos aos seus clientes: oferece soluções, sob a forma de revestimentos que irão permitir a melhoria das propriedades das superfícies dos componentes (Figura 5).

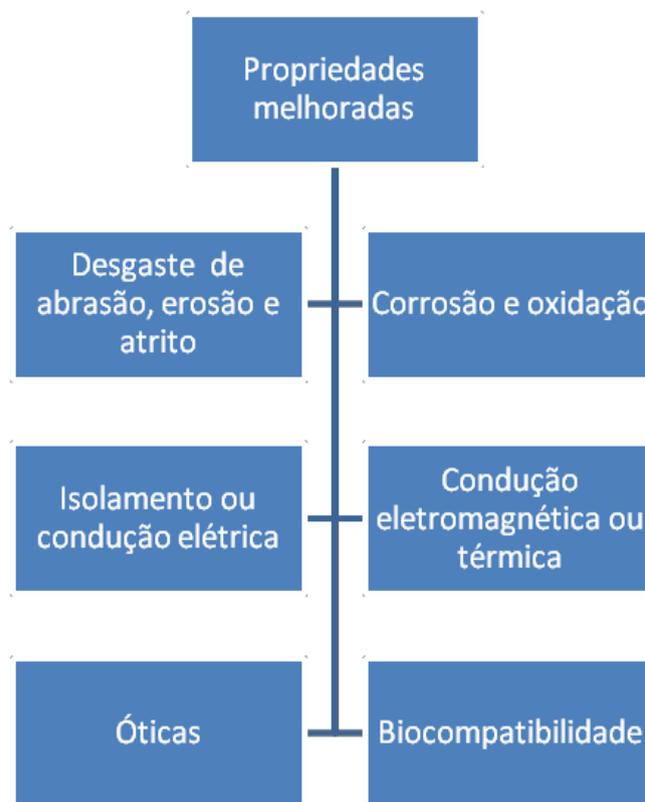


Figura 5- Propriedades que podem ser melhoradas pela utilização de laser cladding.

A atividade da TEandM permite à organização intervir em vários setores e áreas do mercado, como (Figura 6):

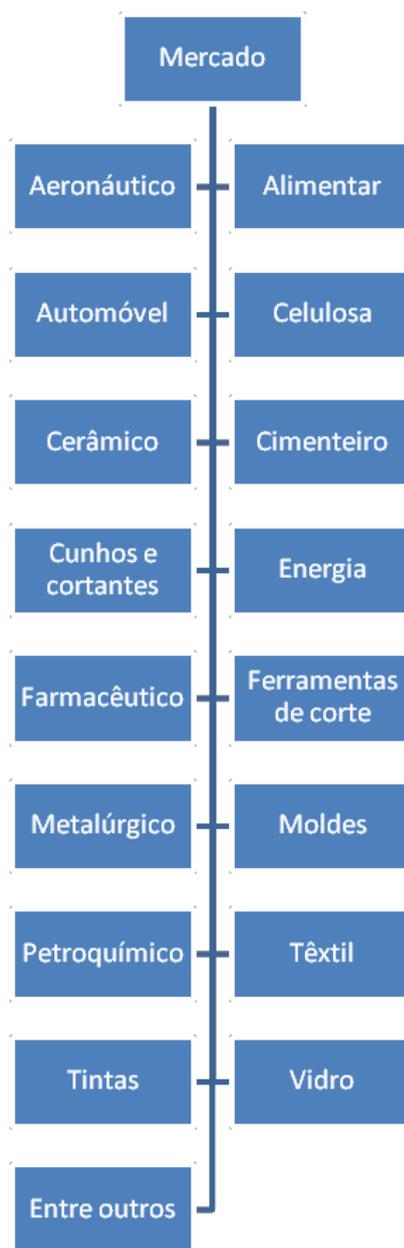


Figura 6 - Setores e áreas do mercado em que a TEandM atua.

Por ter um mercado tão abrangente, a organização necessita de um nível de qualidade elevado, essencialmente no que toca aos produtos destinados ao setor aeronáutico. Neste sentido, a TEandM procurou obter certificações importantes nesta área, obtendo, em 2009, a acreditação definitiva como fornecedor da TAP (Transportes Aéreos Portugueses), com a certificação pela NP 4457:2007 – Gestão da IDI, tendo sido uma das empresas pioneiras na obtenção da mesma em Portugal (Figura 7).

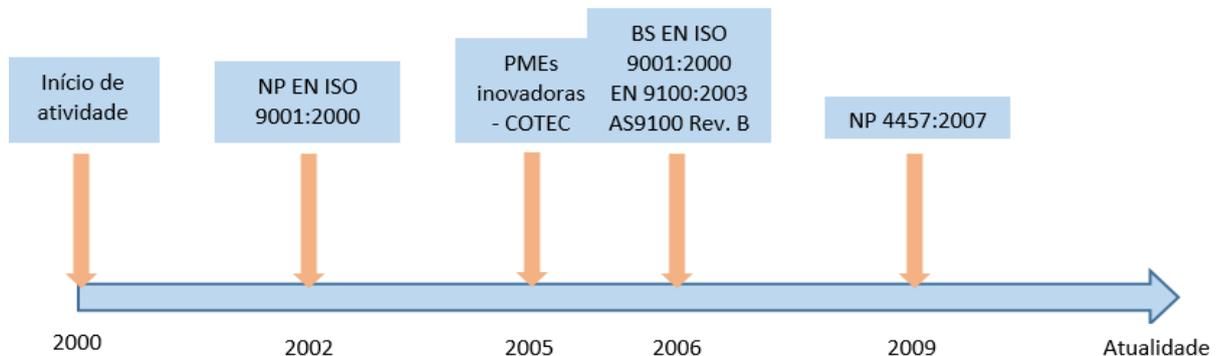


Figura 7- Certificações das quais a empresa é detentora.

A organização ambiciona ser reconhecida internacionalmente pelas suas soluções inovadoras. Atualmente, já se encontra no mercado internacional, em vários países distintos, estando a sua presença mais vincada em Espanha, França, Alemanha, Inglaterra, Suécia, Turquia, Israel, Brasil, México e EUA. Apesar da empresa estar sediada em Coimbra, mais precisamente no Parque Industrial de Taveiro, de forma a tornar a sua presença mundial menos complexa, a TEandM partilha ainda, dentro do grupo DURIT, uma estrutura comercial em Espanha, França e Alemanha.

A empresa, pioneira na implementação de revestimentos de elevado desempenho, reconhece o valor da formação e conhecimentos dos seus colaboradores, que permitem o valor acrescentado percebido pelos clientes nos seus produtos. Conjuntamente, o investimento contínuo na investigação, desenvolvimento e inovação, são também fatores críticos para o seu sucesso e crescimento, permitindo à mesma angariar várias conquistas e aproveitar as oportunidades que o mercado oferece.

3.2. O Projeto de Implementação de *Laser Cladding*

Os projetos na área de investigação, desenvolvimento e inovação têm um grande peso na organização. Nos 3 anos anteriores a este projeto, a organização tinha, em média e por ano, 18 projetos deste tipo, alocando 30% do seu volume de vendas anuais aos mesmos.

Com vista a cumprir com a sua visão e estratégia, a TEandM começou um novo projeto inovador. Estimulado pela necessidade empresarial, este visa o aumento da sua

capacidade de produção em 20%, pela substituição de uma técnica convencional de deposição de revestimentos (soldadura) por uma técnica mais recente e que trará mais benefícios para os utilizadores do produto final (*laser cladding*).

Pela análise feita no enquadramento teórico, é perceptível que, uma organização deste género necessita de implementar, uma metodologia de gestão de projetos para que estes sejam bem-sucedidos, dada a quantidade de projetos desenvolvidos pela persecução da sua estratégia de inovação. Dada a sua dimensão, essa metodologia deve ser mais leve que a tradicional, de forma a não burocratizar demais o processo. No entanto, no caso deste projeto específico, a complexidade do mesmo e a duração, levam à necessidade de aplicação de algumas técnicas usualmente associadas à gestão de projetos em empresas de grandes dimensões, como *Microsoft Project*, diagrama de rede, método do caminho crítico e gestão de custos.

Inicialmente, o objetivo do estágio seria o licenciamento industrial do estabelecimento para integração do novo sistema produtivo na organização e a análise de informação para elaboração do procedimento de segurança para o novo equipamento. No entanto, dado que o licenciamento industrial se demonstrou mais simples que o esperado e dada a robustez e natureza do projeto apresentado, foi proposto à organização um contributo abrangente de toda a gestão do projeto de implementação da tecnologia *laser cladding*.

Dentro deste enquadramento, os principais objetivos do trabalho desenvolvido são:

- Desenvolvimento e melhoria das práticas de gestão de projetos adotadas na organização, com a implementação de um conjunto de novas metodologias;
- Apoio na gestão do projeto e implementação da tecnologia *laser cladding* em todas as suas etapas.

Para tal, foram traçados os seguintes objetivos:

- Compilar e organizar toda a informação existente sobre o projeto em análise;
- Caracterizar de forma objetiva e detalhada o projeto, nomeadamente o contexto, partes interessadas, âmbito e objetivos (termo de abertura);

- Melhorar e atualizar o planeamento do projeto, tornando-o mais flexível e dinâmico;
- Contribuir para a execução de algumas atividades que integram o projeto, nomeadamente o licenciamento industrial, elaboração do procedimento de segurança, verificação da certificação pela FDA análise de propostas para a cabine e de recolha de condensados;
- Monitorizar os resultados do projeto.

Tendo em conta tratar-se de uma PME, onde por norma a comunicação é informal, a recolha de dados foi relativamente simples, com reuniões com os responsáveis para angariação de informação, como por exemplo:

- mapa dos investimentos planeados;
- avaliação preliminar do projeto;
- documento da candidatura ao programa de incentivo;
- propostas e faturas associadas ao projeto;
- documento com informação sobre o programa de incentivo.

O contributo para este projeto, baseia-se na gestão e na realização de algumas partes da execução do projeto, acompanhando a implementação do novo sistema produtivo, sob a devida supervisão do engenheiro Alcântara Gonçalves.

3.2.1. A Tecnologia

Com vista a complementar os processos já existentes na organização e aumentar a capacidade de produção, a empresa decidiu apostar numa nova tecnologia de deposição de revestimentos: *laser cladding*.

O *Laser Cladding* é um processo que, por meio de tecnologia laser, produz revestimentos usando uma fonte de calor laser para depositar uma camada fina no substrato em movimento. Utiliza um feixe laser de alta potência para fundir total ou parcialmente o material, formando assim a camada superficial no substrato [24]. Neste caso específico, estamos perante a técnica de *laser cladding* mais eficaz: por injeção de pó. Neste tipo de processo tecnológico, o laser em operação funde as partículas de pó e também uma camada fina superficial do substrato de forma a que as partículas solidifiquem com o substrato

anteriormente fundido. Isto permite uma melhor qualidade da superfície e minimiza a diluição e distorção, quando comparado com os processos mais convencionais [25].

O processo permite melhorar as características da superfície, tais como a dureza, a resistência ao desgaste por atrito, e a resistência à corrosão e à fadiga térmica, de acordo com as propriedades requeridas pelos clientes. O *laser cladding*, para além de ser um método de elevada densidade energética, permite limitar e um melhor controlo das zonas termicamente afetadas [24].

Esta técnica, comparada com as mais convencionais de tratamento de superfícies, promove a qualidade da superfície e minimiza a diluição (de forma a que ocorra ligação, mas que as propriedades dos materiais não sofram alterações não pretendidas) e distorção em componentes que operam em condições adversas por longos períodos de tempo [26].

3.2.2. Avaliação Preliminar

Inicialmente, a organização não estava decidida pela técnica de *laser cladding*, tendo passado por todo um processo de investigação e avaliação das possíveis opções para cumprir com o objetivo delineado. Todos os projetos passam por uma fase de avaliação preliminar, para avaliar os benefícios ou desvantagens de determinado projeto e decidir se é do interesse da organização ou não avançar com o mesmo. Para o PMI essa avaliação pode ocorrer durante a primeira fase do projeto ou pode ser anterior ao mesmo [2].

Neste caso específico, a avaliação preliminar do projeto começou no segundo semestre de 2013. Dentro da indústria de revestimentos, foi feita uma avaliação do mercado para identificação das oportunidades de mercado para o desenvolvimento de uma atividade a médio prazo. Com esta análise, encontraram-se duas opções para explorar:

- Revestimento de diamante CVD;
- Revestimento por tecnologia *laser*.

Ainda em 2013, a empresa realizou um estudo de mercado de forma a perceber a atratividade, tanto no que toca aos potenciais clientes, como quanto às potenciais aplicações de cada uma das técnicas de produção de revestimentos possíveis. Também numa tentativa de conhecer melhor as tecnologias a utilizar, membros da organização realizaram uma visita às principais produtoras dos revestimentos deste género na Suíça e Alemanha.

Em 2014, foram identificadas potenciais situações de substituição de tecnologias mais convencionais por estas tecnologias mais recentes, para avaliar a adequação das mesmas à situação de operação na altura atual da TEandM. Um bom exemplo disso foi o estudo realizado para substituir a técnica convencional, e utilizada na organização, de produção de revestimentos por soldadura pela tecnologia *laser*, a médio prazo.

Em 2015, e em função de todas estas análises, a tecnologia de deposição de revestimentos que se mostrou mais benéfica para a organização foi a por *laser*.

Com a escolha feita, foi necessário proceder à preparação do projeto. Neste sentido, a organização, ainda em 2015, procurou identificar as oportunidades de financiamento existentes para este projeto, sendo que em 2016, efetuou a sua candidatura ao investimento em inovação produtiva Portugal 2020, com a entrega, a 31 de Março, de um relatório relativamente detalhado do interesse do projeto para a organização e da respetiva candidatura a financiamento ao sistema de incentivos em vigor.

Em Julho de 2016, a TEandM recebeu finalmente a aprovação da candidatura, e, no dia 1 de Novembro de 2016, formalizou o início do projeto.

3.2.3. Termos do Investimento - Portugal 2020

Nos termos da candidatura ao investimento em inovação produtiva Portugal 2020 a organização usufrui de um incentivo para o seu novo projeto de 60% do investimento elegível do mesmo. Tendo em conta que o investimento elegível corresponde a €1.171.399, o valor recebido a partir do IAPMEI, no total, corresponderá a €702.839,4.

Este incentivo é reembolsável, funcionando como um empréstimo com uma taxa de juro de 0%. O IAPMEI define uma calendarização para esse reembolso, sendo que há um prazo de 8 anos, contados a partir da receção da primeira tranche, com um período de carência de 2 anos. No entanto, se os objetivos estabelecidos no regulamento, candidatura e termos de aceitação forem cumpridos até ao ano de cruzeiro do projeto, 2020, parte desse incentivo reembolsável pode ser transformado em não reembolsável, tomando a figura de um prémio.

O pagamento desse valor, segundo o acordo criado para efeitos deste novo projeto, ocorre por tranches:

- A primeira tranche corresponde a 10% do valor do incentivo do IAPMEI. A organização recebeu então €70.283,94, aquando da assinatura do termo de aceitação do projeto.
- A segunda tranche corresponde a 40% do incentivo, correspondente a um valor de €281.135,76. Este montante seria apenas cedido à organização, até 6 meses após emissão do termo de aceitação, mediante apresentação de garantia bancária no valor de 80% do valor dos 40%. A empresa recebia, então, a título de adiantamento, 50% do valor do incentivo. No entanto, com a apresentação da garantia bancária, este valor foi entregue logo no início, quase em simultâneo com a primeira tranche.
- Os restantes pagamentos do incentivo, segundo o acordo, ocorrem de 6 em 6 meses (começando 6 meses após o início do projeto), mediante o envio de um pedido de pagamento, onde se detalham as despesas do projeto até então.

Para que não existissem penalizações, a organização teria de começar o projeto até 90 dias após a data definida para início do mesmo.

3.2.4. Fases do projeto

Para uma melhor gestão do projeto, como é mencionado no enquadramento teórico, este projeto foi dividido em fases. O ciclo de vida que mais se adequa neste caso, apesar de ser um projeto relativamente longo, é o que envolve 4 fases, com a monitorização e controlo a acontecer em simultâneo com a etapa de execução.

3.2.4.1. Fase de Iniciação do Projeto

O projeto de implementação da produção de revestimentos por *laser cladding* na TEandM começou, oficialmente, a 1 de Novembro de 2016. Nesta fase inicial, um projeto começa com dois importantes processos [12]:

- Elaboração do termo de abertura do projeto;
- Identificação das partes interessadas.

Apesar de serem dois processos aqui evidenciados separadamente, a identificação das partes interessadas acaba por ocorrer, por norma, em virtude da necessidade de as evidenciar no termo de abertura. Assim sendo, e para efeitos deste projeto

específico, o segundo ponto será abordado como uma parte integrante do termo de abertura, tendo em conta também o facto de ser um ponto relativamente pouco complexo neste caso.

O termo de abertura de um projeto é fulcral. É uma ferramenta que permite uma melhor perceção do que envolve o projeto, sendo também uma fonte de informação para quem não está diretamente a trabalhar no mesmo. No entanto, um termo de abertura deve ser adaptado às necessidades do projeto e da organização.

Geralmente, o termo de abertura deve conter a seguinte informação [12]:

- Enquadramento do projeto na organização;
- Objetivo(s) a alcançar ou requisitos;
- Âmbito;
- Principais marcos;
- Orçamento;
- Partes interessadas e a sua influência;
- Restrições;
- Pressupostos;
- Riscos;
- Dependências;
- Entregáveis esperados das etapas do projeto;
- *Business case* do projeto.

No caso deste projeto específico da TEandM, o termo de abertura, desenvolvido no estágio, encontra-se em anexo neste documento (Anexo A). Depois de uma análise do funcionamento da organização, devido à sua dimensão e forma de comunicação, apurou-se que a informação contida no documento é suficiente para que seja atingido o objetivo de um termo de abertura: o de mostrar o envolvimento no projeto e de como este se irá desenvolver. Para uma empresa de tão pequena dimensão, onde é necessário agilizar os processos para os tornar mais eficientes, um termo de abertura mais complexo iria tornar-se muito burocrático e atrasar as fases seguintes do projeto, tornando-se numa má gestão de tempo.

Enquadramento do projeto

Como já foi referido anteriormente, a organização baseia-se numa cultura de inovação, em que a procura por melhores soluções para produção de revestimentos é constante. No seguimento deste pensamento, em conjunto com a sua constante melhoria de conhecimentos e *know-how*, a organização envolveu-se na pesquisa duma tecnologia e técnica produtiva que pudesse ser uma mais-valia no seu já implementado sistema produtivo. Como tal, e após a análise preliminar, decidiu avançar para *laser cladding*, uma tecnologia de última geração mais benéfica para os clientes e para a empresa. Adicionalmente, para além dos benefícios inerentes ao produto que serão gerados pela implementação desta tecnologia, esta permitirá também a exploração de novos setores de mercado, anteriormente inacessíveis à TEandM.

Objetivos do projeto

Um objetivo é a descrição do que pretendemos alcançar com a realização de um projeto. Geralmente, estes são definidos utilizando a metodologia **SMART**.

Esta metodologia demonstra que os objetivos devem ser [12]:

- *Specific* (específicos) – os objetivos devem ser claros e de fácil compreensão;
- *Measurable* (mensuráveis) – um objetivo deve ser passível de verificação da sua concretização;
- *Agreed* (acordados) – todas as partes envolvidas num projeto devem concordar com o seu objetivo;
- *Realistic* (realistas) – um objetivo realista é possível de alcançar;
- *Time-bound* (delimitados no tempo) – um objetivo deve ter uma data específica de conclusão.

O objetivo principal esperado deste projeto é que, no final deste, a tecnologia esteja adquirida e implementada no sistema produtivo da TEandM, de forma a que ocorra um aumento da capacidade produtiva da empresa.

Utilizando a metodologia SMART, foi possível apurar que os objetivos que a TEandM pretende alcançar no final deste projeto são:

- Aumento da capacidade produtiva em 20%, a partir de 1 de outubro de 2018, cumprindo um orçamento previsto de €1.171.399;

- Aumentar a margem bruta operacional de 30% para 39,9% na passagem da produção convencional para *laser cladding*, até 2020;
- Substituir cerca de 19% da sua produção convencional por revestimentos via *laser cladding*, até 2020.

Convém ainda clarificar que 2020, apesar de ser uma data posterior ao projeto, é o ano de cruzeiro do mesmo, e estes objetivos devem também ser entregues no final do projeto para o sucesso do mesmo.

Entregáveis esperados no projeto

O entregável de um projeto, é algo que é produzido no final do mesmo ou no final de cada etapa. É algo geralmente físico e passível de verificação e/ou medição [12].

Neste projeto, e tendo em conta que um entregável é geralmente algo físico, a TEandM pretende que, no final, o equipamento de produção de revestimentos por *laser cladding* esteja a 100% integrado no seu *layout* de produção. No entanto, este não é o único entregável esperado. Na final da fase de execução é esperada:

- Existência de contratos com fornecedores de serviços e produtos necessários ao projeto;
- Conclusão das obras de requalificação do espaço;
- Existência de uma câmara limpa para instalação da tecnologia no seu interior;
- Avaliação tecnológica da tecnologia a utilizar;
- Procedimento de segurança do equipamento novo a utilizar;
- Operadores formados para operar o equipamento.

Âmbito do projeto

Neste ponto do termo de abertura, é habitual fazer-se uma descrição dos requisitos necessários para que seja possível obter o entregável esperado com a realização do projeto. No entanto, nesta fase, não é comum existir muito detalhe. Os pormenores vão surgindo com o desenrolar do projeto em fases posteriores [12].

No caso da TEandM, os requisitos necessários para o projeto foram descritos sob a forma de atividades a realizar no projeto. Assim sendo, o projeto de implementação da tecnologia de *laser cladding* exige que as seguintes atividades sejam realizadas:

- Licenciamento industrial;
- Calendarização das atividades;
- Instalação do equipamento laser:
 - ✓ Estudo das aplicações da tecnologia;
 - ✓ Aquisição do material;
 - ✓ Avaliação tecnológica;
 - ✓ Análise da legislação e standards de segurança;
 - ✓ Elaboração do procedimento de segurança do equipamento;
 - ✓ Instalação do equipamento;
- Instalação da cabine:
 - ✓ Análise de propostas;
 - ✓ Aquisição do material;
 - ✓ Análise de requisitos, legislação e standards de segurança;
 - ✓ Instalação do equipamento;
- Formação;
- Análise dos investimentos reais.

Partes interessadas

Como foi mencionado anteriormente, a definição das partes interessadas costuma ser um processo distinto do termo de abertura do projeto. As partes interessadas são, segundo a norma NP ISO 21500, “pessoas, grupos ou organizações que têm interesses em, ou podem afetar ou ser afetados, ou ter a percepção de serem afetados, por qualquer aspeto do projeto”. Podem ser internas ou externas à organização e têm diferentes níveis de influência no projeto. É importante a sua identificação, de forma a perceber as suas expectativas e necessidades.

Essas partes interessadas podem ser classificadas como [2]:

- *Sponsor* do projeto – o *sponsor* do projeto, como a tradução da palavra indica, é quem patrocina o projeto em termos de recursos financeiros;

- Gestor do projeto – como o nome indica, o gestor do projeto é o responsável que vai gerir o mesmo. É este indivíduo que cria a equipa do projeto e que irá liderá-la ao longo do projeto;
- Equipa de projeto – criada pelo gestor do projeto, são os indivíduos responsáveis pelo desenvolvimento do projeto, pela execução das atividades deste;
- Cliente – o cliente é o indivíduo ou organização que usufrui do produto gerado pelo projeto, sendo a sua opinião bastante relevante no desenvolvimento do projeto;
- Grupos organizacionais – elementos de negócio dentro da organização que são afetados pelo projeto;
- Gestores funcionais – gestores de partes administrativas ou funcionais da organização, que também são afetados pelo projeto;
- Outras partes interessadas – outros indivíduos ou organizações que influenciam, ou são influenciados pelo projeto.

Depois de uma cuidada análise do projeto em mente, é possível concluir que as partes interessadas neste projeto se classificam da seguinte forma (Tabela 1).

Tabela 1 - Partes interessadas no projeto.

| Parte Interessada | Grupo ou Indivíduo |
|--------------------------------------|---|
| Cliente | TEandM |
| Patrocinador | TEandM e IAPMEI |
| Gestor do projeto/Diretor do Projeto | Engenheiro Alcântara Gonçalves |
| Membros da equipa do projeto | -Filipa Nunes; -Francisco Gonçalves; -Inês Silva; -José Dinis; -Lurdes Vilão; -Ricardo Alexandre; -Ricardo Barbosa. |

A organização onde se desenrola o projeto é a TEandM. Esta organização vai ser, obviamente, uma parte interessada neste projeto a todos os níveis, tanto no que respeita aos grupos organizacionais, como aos gestores funcionais.

Apesar de a empresa estar a implementar esta tecnologia para se beneficiar a si e aos seus clientes, este projeto específico não é influenciado por estes. O único cliente do projeto é, então, a própria organização. Isto sucede porque este projeto não é do conhecimento dos clientes da organização. A TEandM pretende implementar este novo sistema produtivo e substituir a deposição de revestimento por soldadura por esta técnica e, só posteriormente, obter o *feedback* do cliente sobre o produto que este recebeu. Desta forma, o cliente não tem qualquer influência neste projeto, e será apenas o utilizador dos produtos gerados após o término deste projeto.

Também é importante clarificar que, neste projeto, os únicos intervenientes em termos da cedência de recursos financeiros são o IAPMEI, por intermédio do seu programa de incentivos Portugal 2020 e a própria organização.

Neste projeto, e tendo em conta que estamos a falar de uma PME, a TEandM não tem um diretor de projeto e um gestor de projeto. Com recursos humanos reduzidos e uma gestão de projetos pouco complexa, a organização definiu que um indivíduo assumiria as duas posições. O Engenheiro Alcântara Gonçalves é o responsável pelo projeto, sendo ele quem coordena todas as atividades e controla a forma como este se desenvolve.

No que toca à equipa do projeto, os membros são responsáveis por diferentes funções.

- Filipa Nunes e Lurdes Vilão – responsáveis pela componente mais administrativa do projeto, como elaboração de contratos e pagamentos;
- Francisco Gonçalves – estagiário responsável pela avaliação tecnológica e pelo estudo das aplicações da tecnologia;
- Inês Silva – estagiária responsável pelo licenciamento industrial, calendarização das atividades, análise requisitos, legislação e standards de segurança do equipamento e da cabine, elaboração do procedimento de segurança e análise dos investimentos reais;

- José Dinis – com um contributo menor, mas com uma colaboração bastante importante pelos seus conhecimentos na produção de revestimentos pelo método convencional que o *laser cladding* irá substituir;
- Ricardo Alexandre, Ricardo Barbosa – responsáveis pelas restantes atividades do projeto de análise de propostas e escolhas dos fornecedores, tal como acompanhar os processos para preparação e instalação dos equipamentos.

Marcos do Projeto

No termo de abertura, devem também constar informações sobre a principais etapas do projeto, com as datas em que se prevê a sua realização.

Tendo em conta o projeto em mãos e o âmbito do projeto definido anteriormente no termo de abertura, podemos concluir que as etapas mais importantes são as seguintes:

- Início e fim do projeto – 1 de Novembro de 2016 e 31 de Outubro de 2018;
- Equipamento *laser*:
 - ✓ Receção do equipamento – 7 de Junho de 2017;
 - ✓ Instalação – 23 de Junho a 24 de Julho de 2017;
- Instalação da cabine – 1 a 11 de Maio de 2017;
- Pedidos de pagamento:
 - ✓ 1ª tranche – 20 de Abril de 2017,
 - ✓ 2ª tranche – 24 de Outubro de 2017.
- Formação:
 - ✓ Oerlikon – 14 a 24 de Julho de 2017;
 - ✓ Nutech – 11 a 16 de Outubro de 2017.

As datas definidas para o início e fim do projeto não têm em conta o período do projeto de engenharia relativo à candidatura ao programa de investimento.

Orçamento do projeto

Outra parte fulcral que deve ser levada em conta no termo de abertura é o total que se pretende despende com este projeto. É importante que, ao longo do projeto, se

considere sempre o orçamento e que, posteriormente, seja possível estabelecer comparações com o que realmente foi gasto.

No caso da TEandM, pela análise inicialmente feita pela organização, os gastos que estavam previstos para este projeto correspondiam a cerca de €1.171.399. Este valor engloba todos os equipamentos e obras de requalificação necessários à implementação do projeto. No entanto, para a organização, ainda existe algum espaço de manobra no que toca ao seu orçamento.

Ainda neste ponto do termo de abertura, foi mencionado o valor da contribuição monetária por parte do IAPMEI, e foram especificados os custos relativos aos equipamentos, por serem partes vitais deste projeto.

Restrições, pressupostos, riscos e dependências do projeto

Estes são dos fatores mais importantes aquando da definição de um projeto. São fatores que afetam a realização e o potencial sucesso do projeto [12].

As restrições podem limitar a forma como um projeto é levado a cabo. Por norma, as restrições mais importantes de um projeto refletem-se em termos de prazo, custo e qualidade.

Tendo isto em mente, a TEandM definiu as suas restrições como sendo:

- Instalação do equipamento num *layout* já existente – o equipamento é instalado num *layout* já definido. Deve ser operável, e esta instalação deve ocorrer dentro dum prazo estabelecido. Um atraso na instalação deste equipamento, altera a calendarização de algumas atividades;
- Alguns elementos da equipa do projeto não afetos a 100% ao mesmo – este ponto também é uma restrição, na medida em que pode tornar o trabalho para o projeto mais lento, e menos consistente, devido à indisponibilidade de dedicação completa;
- Falta de conhecimentos aprofundados da tecnologia – apesar de uma elevada pesquisa sobre a tecnologia, o conhecimento por parte dos intervenientes no equipamento não deixa de ser limitado;
- Orçamento – o orçamento é sempre um fator limitante na realização de um projeto desta envergadura. Apesar de ainda existir algum espaço de

manobra nos gastos do projeto, não se pretende que o valor definido seja ultrapassado em grande escala.

Os pressupostos são premissas que se assumem no início do projeto, e é baseado nestas premissas que se constrói o projeto. É muito importante que estes sejam bem pensados e avaliados, pois o esquecimento dum pressuposto, ou a consideração dum pressuposto errado, pode resultar no insucesso de um projeto.

No projeto de implementação da linha de produção por *laser cladding*, os pressupostos encontrados são os seguintes:

- Possibilidade de entrada num mercado ainda não explorado – a TEandM parte do princípio que este mercado é passível de exploração estando o projeto concluído;
- Possibilidade da nova tecnologia substituir a convencional – após algum estudo da tecnologia, a organização admite ser possível a substituição de uma por outra é possível;
- Clientes percebem os benefícios da utilização da nova tecnologia – tendo em conta que os clientes não estão envolvidos neste projeto, é muito importante que os clientes fiquem satisfeitos com a mudança de tecnologia convencional para a tecnologia mais recente, e que os novos clientes também fiquem satisfeitos com os produtos oferecidos;
- Tendência de crescimento anual das áreas de revestimentos técnicos desta natureza previstos até 2026 – é esperado que haja um crescimento de 5,9% a 8% [27];
- Tendência de crescimento anual da aplicação de tecnologias *laser* até 2022 – de 5,33% nas áreas de biologia, investigação, medicina e restantes [28].

Os riscos e dependências inerentes ao projeto são também muito importantes de definir: os riscos porque são fatores que ditam o sucesso ou insucesso do projeto, e as dependências porque limitam também o mesmo.

A organização definiu os riscos e dependências como sendo:

- Incerteza na fiabilidade da tecnologia – apesar do estudo aprofundado da tecnologia, é sempre um risco utilizar um novo equipamento;

- Cumprimento dos contratos, mais concretamente em termos de prazo, por parte dos fornecedores – em casos em que é necessário rececionar equipamentos ou realizar obras, existe sempre um risco associado à dependência na capacidade dos fornecedores de cumprir os prazos definidos contratualmente, o que nem sempre se verifica;
- Dependências relacionadas com financiamentos – no acordo com o IAPMEI, os pagamentos serão feitos de 6 em 6 meses, consoante pedido e aprovação do mesmo, estando a organização dependente destas tranches para concluir o projeto.

Business case

Neste caso, o *business case* não foi incluído no termo de abertura, pois este foi feito à parte, aquando da candidatura ao programa de incentivo.

A elaboração do termo de abertura permitiu à organização ter um documento em que a informação essencial sobre o projeto se encontra descrita. Com este documento, torna-se mais fácil demonstrar, a todos os envolvidos e interessados no projeto, o porquê da realização do mesmo, os objetivos que se pretendem alcançar e o trabalho e recursos envolvidos, de uma forma resumida e compreensível a todos. Este documento é também um ótimo ponto de partida para a realização do planeamento do mesmo.

3.2.4.2. Fase de Planeamento do Projeto

Num projeto, a fase de planeamento é muito importante. Como já foi descrito no enquadramento, é nesta fase que se calendarizam as atividades, planeiam a utilização de recursos e os investimentos a realizar, entre outras atividades.

Neste projeto, utilizei o *software Microsoft Project* para elaboração dos últimos 3 pontos descritos. Apesar de ser um auxiliar demasiado completo para a gestão de projetos existente numa PME, a utilização do *software* justifica-se pela complexidade e duração (2 anos) do projeto [18].

3.2.4.2.1. Estrutura de decomposição do trabalho

A estrutura de decomposição de trabalho (ou WBS), como o próprio nome indica, decompõe o trabalho a realizar em vários níveis. Esta divisão do trabalho em

componentes mais pequenas facilita a organização e definição do âmbito do projeto de forma mais detalhada. Através desta descrição, é possível visualizar o trabalho a realizar e os entregáveis que resultam de cada atividade. Esta decomposição não é cronológica, mas sim lógica [12].

Dentro da decomposição do trabalho é muito importante ter em conta a regra dos 100%. Esta regra dita que as atividades de um nível abaixo de outro devem corresponder a 100% do trabalho que o nível anterior requer para estar concluído. [12]

Esta é uma técnica muito usada em PMEs, porque torna-se menos complexo realizar o trabalho tendo uma estrutura que define as atividades necessárias para o concluir [18]. Neste projeto específico, tendo em conta que os entregáveis do projeto estão listados no termo de abertura e que as atividades a realizar foram definidas para o planeamento no diagrama de Gantt, tornou-se mais fácil a construção desta estrutura.

A estrutura de decomposição do trabalho deste projeto pode ser consultada na figura 8. As atividades estão descritas até ao terceiro nível, sendo o primeiro o “Projeto *Laser Cladding*”. Este nível divide-se em duas fases principais, pertencentes então ao segundo nível: “Projeto de Engenharia” e “Início do Projeto *Laser Cladding*”. A atividade correspondente ao projeto de engenharia, diz respeito ao processo de candidatura ao programa de incentivo Portugal 2020. Desenvolveu-se em 3 etapas, correspondentes às 3 atividades do terceiro nível ligadas a essa mesma atividade de nível 2: relatório, candidatura e aprovação. Da realização destas três atividades, resultou um financiamento que permitiu o início do projeto de implementação do *laser cladding*. Esta atividade de nível dois resultou em várias atividades de nível três, como é possível ver na figura, começando com o financiamento e acabando com a última atividade do revisor oficial de contas, para comprovar as despesas do projeto. Ainda seria possível desmembrar cada atividade deste último nível em mais atividades menos complexas, mas tal tornaria a estrutura demasiado longa e impercetível para colocar nesta dissertação, sendo possível observar as mesmas no diagrama de Gantt em anexo (Anexo B). Pelo número de atividades envolvidas, é possível denotar alguma complexidade no projeto, sendo o passo seguinte a realização do planeamento dessas mesmas atividades.

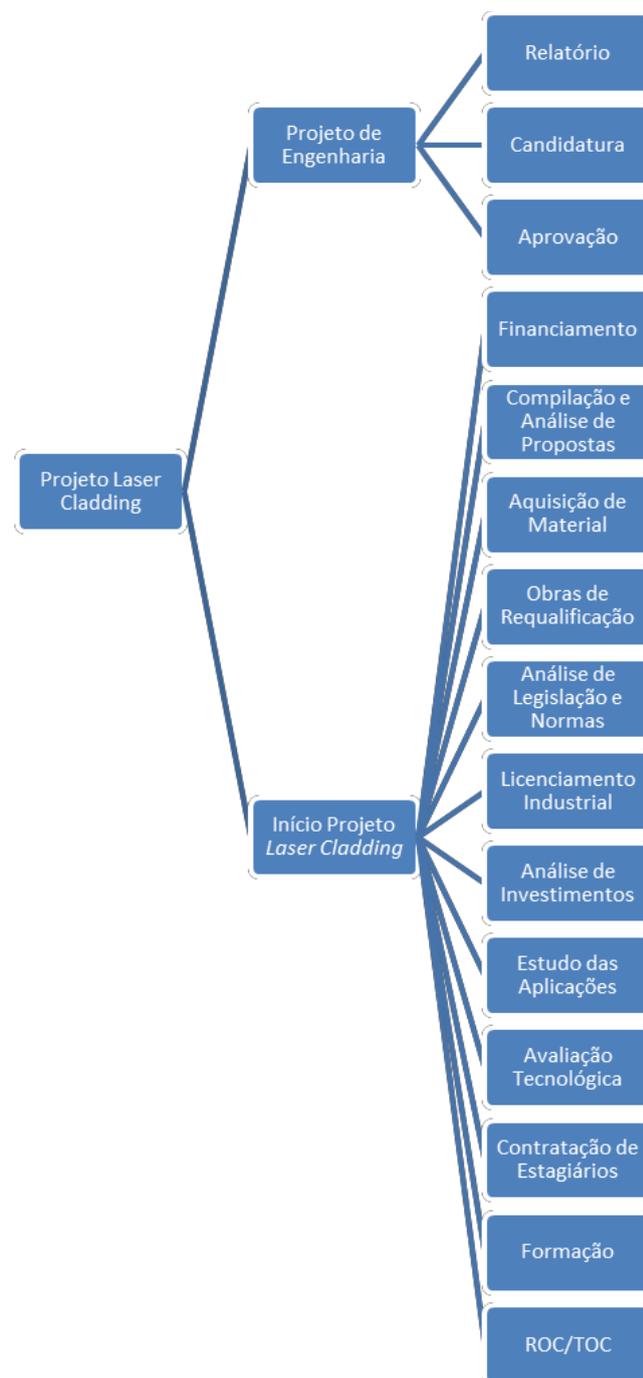


Figura 8 - Estrutura de Decomposição do Trabalho (WBS).

3.2.4.2.2. Diagrama de Gantt

Henry Gantt não ficou apenas conhecido pelo seu contributo para a teoria da gestão científica. Foi ele quem criou uma ferramenta muito utilizada para o planeamento, não só em projetos, mas também noutras áreas de gestão, denominada diagrama de Gantt

[4]. Este diagrama de barras permite listar as atividades a realizar num projeto, e demonstrar, em diagrama, as suas durações, data de início e data de fim e interligação entre as mesmas. É também possível associar os recursos às diferentes atividades. Estes diagramas permitem uma melhor compreensão e acompanhamento do trabalho a realizar, daí ser ideal para planeamento de um projeto [2].

Neste projeto, o diagrama de Gantt produzido encontra-se em anexo (Anexo B). A calendarização do trabalho é uma técnica muito popular em PMEs, pois praticamente todas a usam, quer sob a forma de um diagrama de Gantt, quer seja sob outra forma [20]. No entanto, não é habitual calendarizarem-se os recursos numa PME [18]. Devido ao número reduzido de pessoal, no que toca aos recursos humanos, por norma, estes não estão alocados a 100% a um projeto, tornando difícil quantificar a sua disponibilidade.

Para produzir este diagrama, foi necessário um estudo profundo do plano de investimentos realizado na organização aquando da criação do projeto de engenharia necessário para a candidatura ao incentivo. Ao mesmo tempo, compilaram-se e analisaram-se propostas dos fornecedores para os serviços e equipamentos requisitados, propostas essas que continham informações sobre as condições de pagamento, permitindo assim a elaboração do diagrama. Algumas das estimativas de durações das atividades vieram destas análises, sendo que as restantes vieram das reuniões informais com a equipa de projeto.

Neste diagrama, existem algumas relações de precedência entre as atividades a realizar. Essas ligações são, seguidamente, explicadas:

- Para existir a aprovação à candidatura, esta tem de ser efetuada, sendo que para isso tem de ser elaborado o relatório do projeto;
- Para existir o financiamento para o projeto, deve existir a aprovação da candidatura, sendo que cada uma das tranches de financiamento só pode ser cedida se a anterior for executada. As atividades de ROC/TOC são necessárias neste ponto e precedem os pedidos de pagamento, pois é necessário demonstrar as despesas efetuadas;
- A compilação e análise de propostas começa com a candidatura ao programa de investimento, devido ao interesse pela organização de saber que fornecedores contactar, caso se obtenha a aprovação da mesma;

- Cada atividade de aquisição de material e de obras de requalificação do espaço é precedida pela sua respetiva atividade de compilação e análise de propostas (por exemplo, a cabine só pode ser comprada se existir uma análise de propostas de fornecedores primeiro);
- A análise de legislação e normas de segurança é precedida pela atividade de contratação de um estagiário para o efeito. Nesta fase, as precedências são estabelecidas de acordo com a necessidade da organização. Inicialmente, o trabalho mais urgente seria lidar com as propostas da cabine e só depois com outra legislação aplicável no procedimento de segurança. A análise de investimentos do projeto ocorreria em simultâneo;
- O licenciamento industrial seria realizado também, em parte, em simultâneo com a análise de legislação devido à sua urgência de concretização. Nesta fase, constam 3 atividades, sendo que a análise da plataforma online “Balcão do Empreendedor” só ocorreria depois da análise da legislação para o efeito;
- A atividade do estudo das potenciais aplicações para o *laser cladding* é precedida pela contratação de um estagiário;
- Esse estudo precede a avaliação tecnológica, realizada pelo mesmo estagiário, que envolve uma variedade de análises realizadas sequencialmente;
- A formação Oerlikon segue a instalação do equipamento *laser*, devido à necessidade de utilizar o equipamento para treinar os colaboradores que trabalharão com ela; O mesmo acontece com a formação Nutech.

Em relação a este diagrama, é importante clarificar algumas questões. Incluíram-se as atividades relacionadas com o programa de incentivo, apesar de estas serem anteriores ao projeto, devido à sua importância para o projeto e ao seu caráter condicionante para a realização do mesmo. Sem este programa, não existiriam fundos para que a implementação do equipamento *laser* avançasse. Outro ponto importante, é que, após verificar o diagrama, é perceptível que, na compilação e análise de propostas, algumas atividades ocorreram antes de o projeto começar, e até mesmo antes da submissão da candidatura ao programa de incentivo. Isto deveu-se ao facto de a organização já estar

decidida em relação ao projeto, e estar confiante no resultado do programa de incentivo, antecipando-se assim na pesquisa por fornecedores. É importante esclarecer também que a aquisição do material ocorre desde o seu primeiro pagamento (geralmente coincidente com a encomenda) até ao seu último pagamento, daí as durações serem relativamente grandes, tal como as obras de requalificação do espaço. Nestas, por norma, o primeiro pagamento ocorre na decisão de realização da obra com determinada empresa, e o último pagamento ocorre quase em simultâneo com a conclusão das mesmas. No planeamento de atividades consta também o trabalho desenvolvido pelos estagiários e a sua contratação no âmbito do projeto, dado o seu contributo essencial para a concretização do mesmo.

Convém também clarificar que, o planeamento do projeto termina um ano antes do fim do projeto, porque o intervalo de tempo existente servirá como um período de adaptação do equipamento na organização, por forma a alcançar o objetivo de aumento de 20% da capacidade productiva em 2018.

3.2.4.2.3. Diagrama de rede e método do caminho crítico

Um diagrama de rede representa, visualmente, a interligação e sequenciamento lógico de atividades de um projeto. Esta representação lógica pode ser, ou não, ao longo de um eixo temporal. Este esquema permite também apurar as atividades pertencentes ao caminho crítico [2, 29].

O diagrama de rede permite o cálculo do planeamento de cada atividade individualmente, utilizando dois critérios. Por um lado, dá início ao planeamento assumindo que uma determinada tarefa pode ser planeada o mais cedo possível, assim que se verifiquem as precedências estabelecidas. Deste planeamento resulta o instante em que mais cedo uma atividade tem condições para começar (*start*) e o instante em que mais cedo pode terminar (*finish*). Com o objetivo de determinar a folga (margem) que uma determinada atividade tem para ser realizada sem causar impacto na duração global do projeto, o diagrama de rede adiciona um segundo planeamento a cada atividade seguindo o critério de realização o mais tarde possível (*late start* e *late finish*). A diferença entre o momento em que mais cedo uma atividade pode começar e o momento em que mais tarde pode começar, designa-se por folga (*slack*). Uma determinada atividade com uma folga igual a zero é designada como crítica, pois qualquer atraso na execução da mesma terá impacto direto nos objetivos de prazo do projeto. Esta informação é muito importante para o gestor do projeto, pois permite hierarquizar as atividades no que respeita à sua execução, sendo as atividades críticas e com folga reduzida as que requerem mais atenção e controlo

[29].

A título de exemplo, apresentam-se os resultados da fase:

| Task Name | Start | Finish | Late Start | Late Finish | Free Slack | Total Slack |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------------|
| ▲ Aquisição de | Mon 19/09/16 | Fri 27/10/17 | Fri 11/11/16 | Fri 27/10/17 | 0 days | 0 days |
| Cabine | Fri 24/03/17 | Tue 23/05/17 | Wed 30/08/17 | Fri 27/10/17 | 0 days | 113 days |
| Instalação c | Wed 03/05/17 | Mon 15/05/17 | Tue 17/10/17 | Fri 27/10/17 | 119 days | 119 days |
| Fix Robot | Thu 04/05/17 | Tue 23/05/17 | Tue 10/10/17 | Fri 27/10/17 | 113 days | 113 days |
| Hidrofiltro | Tue 04/10/16 | Tue 06/12/16 | Fri 25/08/17 | Fri 27/10/17 | 233 days | 233 days |
| Robot | Mon 19/09/16 | Mon 21/11/16 | Fri 25/08/17 | Fri 27/10/17 | 244 days | 244 days |
| Var velocid | Mon 19/09/16 | Mon 17/10/16 | Fri 29/09/17 | Fri 27/10/17 | 269 days | 269 days |
| Gases | Thu 22/09/16 | Wed 23/11/16 | Mon 28/08/17 | Fri 27/10/17 | 242 days | 242 days |
| Ultrassónic | Mon 12/06/17 | Tue 03/10/17 | Thu 06/07/17 | Fri 27/10/17 | 18 days | 18 days |
| Equipament | Fri 11/11/16 | Fri 27/10/17 | Fri 11/11/16 | Fri 27/10/17 | 0 days | 0 days |
| Instalação e | Fri 23/06/17 | Mon 24/07/17 | Thu 28/09/17 | Fri 27/10/17 | 0 days | 69 days |
| Equipament p | Mon 26/09/16 | Thu 27/10/16 | Tue 26/09/17 | Fri 27/10/17 | 261 days | 261 days |
| Sistemas e | Mon 03/10/16 | Fri 03/03/17 | Mon 29/05/17 | Fri 27/10/17 | 170 days | 170 days |
| Equipament | Mon 26/09/16 | Mon 24/07/17 | Fri 30/12/16 | Fri 27/10/17 | 69 days | 69 days |
| Pontes | Tue 20/09/16 | Mon 06/03/17 | Mon 15/05/17 | Fri 27/10/17 | 169 days | 169 days |

Figura 9 - Demonstração do cálculo da folga para as atividades de aquisição de material.

Pode-se verificar que a aquisição do material é uma fase crítica, pois a atividade de aquisição do equipamento *laser* tem folga igual a zero. Esta deverá, então, ser considerada uma atividade prioritária no que respeita à sua gestão (monitorização, risco, afetação de recursos). No entanto, todas as outras atividades desta fase apresentam folga, muitas com folga considerável que se poderá traduzir em flexibilidade nas tomadas de decisão aquando da fase de execução.

As atividades críticas são representadas a vermelho no diagrama de gantt, como se pode verificar no anexo B.

O caminho crítico é um método surgido na década de 50, que permite prever a duração de um projeto [30]. Esta previsão baseia-se na análise das atividades e na determinação de quais têm menos flexibilidade de mudança em termos de calendarização (atividades críticas) e que irão afetar a conclusão do projeto [31]. De uma forma mais visual, o caminho crítico é o percurso mais completo e com mínima duração, que identifica as tarefas mais importantes de um projeto [32].

Neste projeto, o caminho crítico foi determinado pelo *software* utilizado, sendo as atividades críticas as que estão presentes nesse percurso. Assim sendo, as atividades críticas obtidas apresentam-se seguidamente.

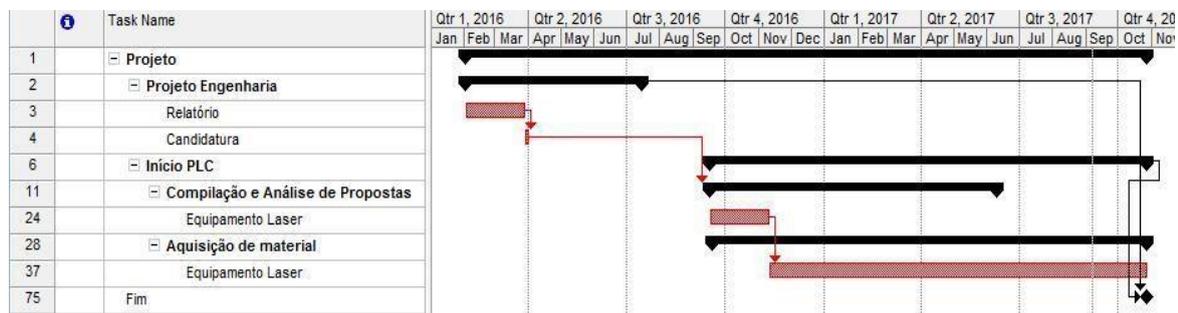


Figura 10 - Atividades críticas do projeto.

Pela análise da figura, o planejamento do projeto apresenta apenas um caminho crítico. O software, identificou duas das atividades do programa de incentivo como críticas (elaboração do relatório e a candidatura), em conjunto com uma atividade de compilação e análise de propostas e outra atividade de aquisição de material, ambas relacionadas com o equipamento *laser*. Tendo em conta a dependência da organização no programa de investimento e a dependência na aquisição de um equipamento *laser* para a concretização do projeto, estas são tarefas que, ao alterar a sua data de execução, causarão distúrbios no planejamento de todo projeto. Estas são então as atividades onde não há margem para erro, pois pode ditar o sucesso, ou insucesso, do projeto.

O caminho crítico é essencial para determinar a menor duração possível do projeto, neste caso a começar em 2 de Fevereiro de 2016 e a terminar em 27 de Outubro de 2017, ditada pela soma das durações sequenciais das atividades pertencentes ao caminho crítico identificado. É muito importante para o gestor do mesmo identificar as atividades prioritárias para a gestão, no sentido de evitar um impacto negativo na duração do projeto. No diagrama de Gantt em anexo, é possível observar a existência de ligações de atividades a vermelho.

Em síntese, pelos resultados apresentados pode-se considerar que o projeto no que respeita ao planejamento não é muito rígido, apenas 6,56% das atividades são críticas com as restantes com flexibilidade significativa para a sua realização.

3.2.4.3. Fase de Execução do Projeto

É nesta fase em que começa a realizar o trabalho inerente ao projeto e planeado anteriormente. Apesar das várias atividades já estarem na fase de implementação, nesta dissertação optou-se por descrever as atividades em que o autor do presente trabalho esteve diretamente envolvido durante o período de estágio, sendo elas:

- Licenciamento industrial – uma das fases de nível três da estrutura de decomposição do trabalho;
- Análise de propostas da cabine para o equipamento *laser* – uma das atividades pertencente à fase de nível três da estrutura de decomposição do trabalho denominada “compilação e análise de propostas”;
- Análise de propostas para tratamento de condensados – também uma das atividades da fase de nível três da estrutura de decomposição do trabalho denominada “compilação e análise de propostas”;
- Estudo da possibilidade de certificação dos produtos da organização pela FDA – atividade não planeada;
- Redação do procedimento de segurança para o novo equipamento – atividade pertencente à fase de nível três denominada “análise de legislação e normas”.

No entanto, inicialmente, apenas estaria apenas responsável pelo licenciamento, análise de propostas da cabine e procedimento de segurança.

3.2.4.3.1. Licenciamento Industrial

Esta alteração de plano de trabalhos, deveu-se ao facto de o trabalho a realizar na parte da alteração do estabelecimento industrial ser menos complexo e relativamente mais rápido do que o esperado.

O documento mais recente disponível para avaliação dos procedimentos legais a seguir para instalação ou alteração de um estabelecimento industrial e utilizado como referência neste subcapítulo é o SIR (Sistema de Indústria Responsável) [33]. Este documento foi lançado em anexo ao Decreto-Lei n.º 169/2012, de 1 de Agosto, com o objetivo de simplificar o processo de licenciamento industrial, tendo já sido alvo de uma alteração em Decreto-Lei n.º 73/2015, de 11 de Maio [34]. É um guia destinado à regulação das atividades industriais e explica os passos a seguir para obter um título de exploração, incluindo as entidades a consultar para o mesmo efeito, quer para um novo estabelecimento, como para uma alteração de um estabelecimento já existente. Devido à natureza do licenciamento e a inflexibilidade do tema, alguns pontos foram utilizados em *verbatim* de acordo com os originais, encontrando-se essa informação entre aspas.

Depois do estudo deste documento, foi verificado que estes passos e entidades variam de acordo com o tipo de indústria. A classificação dos estabelecimentos também está disponível no guia de licenciamento industrial, e estes dividem-se em três grupos:

1. Indústrias Tipo 1 [33, p.11]:

Neste tipo de indústrias, estão incluídos os estabelecimentos cujos projetos sejam abrangidos por, pelo menos, um dos seguintes regimes:

- a) “Regime jurídico de avaliação do impacte ambiental (RJAIA)”;
- b) “Regime jurídico da prevenção e controlo integrado de poluição (RJPCIP, a que se refere o capítulo II do Regime das Emissões Industriais (REI))”;
- c) “Regime jurídico de prevenção de acidentes graves, que envolvam substâncias perigosas (RPAG)”;

Também estão incluídos os estabelecimentos que desenvolvam:

- d) “Realização de Operações de Gestão de Resíduos (OGR) que careçam de vistoria prévia ao início da exploração, à luz do Regime de prevenção, produção e gestão de resíduos”;
- e) “Atividade agroalimentar que utilize matéria-prima de origem animal não transformada, atividade que envolva manipulação de subprodutos de origem animal ou atividade de fabrico de alimentos para animais” que “careça de atribuição de número de controlo veterinário ou de número de identificação individual, nos termos da legislação aplicável.”

Como já foi mencionado anteriormente, cada tipo de indústria é coordenado por determinada entidade, estando a mesma também relacionada com o código de atividade económica (CAE) e área de território onde se localiza. De uma forma resumida, os estabelecimentos industriais de tipo 1 podem responder às entidades coordenadoras seguintes:

- Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG);
- Direção Regional de Agricultura e Pescas (DRAP) territorialmente competente;
- Entidade gestora da Zona Industrial Responsável (ZER);
- IAPMEI.

Em relação ao procedimento a seguir, uma organização industrial do tipo 1 deve realizar instalação ou alteração com vistoria prévia. Este processo caracteriza-se por:

- ✓ Obtenção de todas as autorizações e aprovações necessárias;
- ✓ Submissão, no Balcão do Empreendedor, do pedido de título digital de instalação, com os elementos especificados em Portaria n.º 279/2015, de 14 de setembro. Este título demora um máximo de 175 dias, tempo esse dependente das entidades consultadas para o efeito;
- ✓ Obtenção do título digital de instalação, acompanhado dos pareceres das entidades notificadas (automaticamente pelo Balcão), condições e prazos para o projeto;
- ✓ Vistoria;
- ✓ Obtenção do título digital de exploração.

2. Indústrias Tipo 2:

Estão incluídas no tipo 2, as indústrias que não se encaixem no tipo 1, e que sejam abrangidas por, pelo menos, um dos seguintes pontos [33, p.11]:

- a) “Regime do comércio europeu de licenças de emissão de gases com efeitos de estufa (CELE)”;
- b) “Necessidade de obtenção de alvará para realização de operação de gestão de resíduos que dispense vistoria prévia, nos termos do regime geral de gestão de resíduos. Excluem-se desta tipologia os estabelecimentos identificados pela parte 2-A do Anexo I ao SIR, ainda que localizados em edifício cujo alvará admita comércio ou serviços, na condição de realizarem operações de valorização de resíduos não perigosos”.

As indústrias identificadas na parte 2-A do Anexo I do guia de licenciamento industrial, que estão excluídas do alvará para gestão de resíduos são [34, p.23-70]:

- “Estabelecimentos com potência elétrica igual ou inferior a 41,4 kVA e potência térmica igual ou inferior a 4×10^5 kJ/h, onde se exercem, a título individual ou em microempresa, as atividades identificadas no quadro desta parte do anexo, nas condições nele enumeradas”.

As indústrias do tipo 2 podem ser coordenadas pelas mesmas entidades que as de tipo 1:

- Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG);
- Direção Regional de Agricultura e Pescas (DRAP) territorialmente competente;
- Entidade gestora da Zona Industrial Responsável (ZER);
- IAPMEI.

Um estabelecimento industrial do tipo 2, para obter o seu título de exploração, deve realizar um procedimento sem vistoria prévia. Este processo caracteriza-se pelos seguintes passos:

- ✓ Obtenção de todas as autorizações e aprovações necessárias;
- ✓ Obtenção do título digital de instalação e exploração.

Este procedimento demora, no máximo, 65 dias. A exploração deverá ser precedida de um aviso dado, no mínimo, 5 dias antes e pode ser iniciada logo que sejam emitidos o título digital de instalação e exploração, o título de autorização de utilização e o contrato de seguro de responsabilidade civil extracontratual.

3. Indústrias Tipo 3:

Neste tipo de indústrias, encaixam-se todos os estabelecimentos que não pertençam às duas classes anteriores.

Os estabelecimentos industriais são coordenados pelas seguintes entidades:

- Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG);
- Câmara Municipal territorialmente competente;
- Entidade gestora da Zona Industrial Responsável (ZER).

No caso das indústrias do tipo 3, estas apenas têm de fazer uma mera comunicação prévia antes da alteração ou instalação de um novo estabelecimento. Este processo consiste:

- ✓ Na submissão, no Balcão do Empreendedor, dos elementos mencionados no artigo 8º da Portaria n.º 279/2015 e da concordância com o termo de responsabilidade para com os requisitos legais aplicáveis à atividade. Caso

seja exigido, devem ainda ser submetidas algumas aprovações ou autorizações necessárias.

Logo após submissão, o Balcão vai emitir o título digital de exploração automaticamente, estando assim a organização pronta para o início de utilização do estabelecimento industrial nas condições previstas.

Depois desta análise, e do estudo das condições de classificação de uma indústria, chegou-se à conclusão que a TEandM será de tipo 3, sendo então apenas necessária a mera comunicação prévia das alterações ao estabelecimento. No entanto, a TEandM já teria, antes da entrada em vigor deste novo guia, submetido as alterações, em termos de espaço físico, a ocorrer no estabelecimento para o novo processo produtivo.

Devido a estas alterações serem tão recentes, a empresa pretendia uma confirmação em relação ao tipo de indústria e ao seu procedimento de alteração de instalação, sendo que, foi então realizada uma deslocação ao Ministério da Economia em Coimbra para uma reunião com uma engenheira anteriormente consultada para efeitos de licenciamento industrial. Nesse encontro confirmou-se a tipologia da organização, mas, como a entidade coordenadora atual é a Câmara Municipal de Coimbra, e pelo facto de este projeto estar inserido no “Portugal 2020”, seria necessário um documento comprovativo da tipologia da indústria. Foi então redigido um ofício pedindo tal confirmação à entidade reguladora, ao qual ainda não foi rececionada resposta.

3.2.4.3.2. Análise de propostas de cabines

No trabalho com *lasers*, são necessárias certas medidas de segurança para que a operação do equipamento possa ocorrer sem perigos. Nesse sentido a organização necessitou de fazer uma análise de normas europeias relacionadas com a segurança *laser*. Os 3 documentos utilizados foram:

- BS EN 60825-1 (2014). *Norma Britânica para Safety of laser products – Equipment classification and requirements*. European Committee for Electrotechnical Standardization. Brussels. [35]
- NP EN 60825-4 (2013). *Norma Portuguesa para Segurança de equipamentos laser – Barreiras de proteção laser*. Instituto Português da Qualidade. Caparica. [36]

- ISO 12100-2 (2003). *Norma Europeia para Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Technical principles*. European Committee for Standardization. Brussels. [37]

O primeiro documento, é necessário para conhecer o tipo de laser que será utilizado no equipamento e todas as sinalizações necessárias ao seu funcionamento seguro (que são mencionadas no procedimento de segurança em anexo).

Os *lasers* estão divididos por classes, de acordo com o nível de perigo inerente à radiação emitida por esse determinado *laser*. Após contacto com o fornecedor do equipamento, definiu-se a classe 4 como sendo a classe correspondente ao *laser* presente na tecnologia. A definição presente no documento explicita que um *laser* desta classe excede os limites de emissão dos de classe 3B. Para uma melhor compreensão, quando uma pessoa se expõe a um *laser* de classe 4, seja ao feixe direto, refletido, ou até mesmo ao seu reflexo difuso, esta sofre danos oculares e/ou na pele. Ainda acrescido a este risco, este tipo de *lasers*, em contacto com materiais, principalmente combustíveis, leves e escuros, podem representar um perigo de incêndio [35].

Após conhecimento destes fatores, e análise da norma portuguesa sobre barreiras de proteção *laser* e a ISO 12100-2:2003, é possível determinar que este tipo de *laser* deve estar enclausurado para segurança dos operadores do equipamento, e restantes pessoas que circulem nas imediações do mesmo, devido ao elevado risco de exposição à radiação.

Para evitar danos e a necessidade de medidas de controlo de segurança, os valores acessíveis de radiação devem ser inferiores ao limite de exposição dos *lasers* de classe 1. Tendo em conta que, devido à classe do *laser* no equipamento, a zona circundante vai ser considerada perigosa e o *design* do equipamento não permite que esse facto seja reduzido ou eliminado, será necessário o estabelecimento de barreiras. Na sua superfície posterior, os valores de radiação acessível devem ser os correspondentes ao limite mencionado anteriormente. Estas superfícies devem ser inspecionadas regularmente de forma a evitar que este valor seja ultrapassado. Devem também existir ensaios aos materiais que as constituem, de forma a verificar a sua capacidade de retenção [36,37].

Quanto às barreiras, estas devem ser fixas, com uma parte amovível, uma porta, que permita o acesso ao seu interior para operações de manutenção e reposição de material,

tendo em conta que o acesso ao equipamento durante operação não é necessário. De forma a evitar a entrada de pessoas dentro da cabine com o equipamento em funcionamento, esta deve estar equipada com um sistema de segurança. As barreiras devem também ter em conta os aspetos ergonómicos, como luminosidade, acesso e postura, de forma a que o operador do equipamento não tenha stress acumulado devido a estes aspetos. [37]

Durante esta pesquisa sobre as cabines foi possível apurar a existência de uma lista com os requisitos necessários a cada tipo de *laser*. Neste caso, tratando-se de um *laser* de classe 4, esses requisitos são:

Tabela 2 - Requisitos das barreiras de proteção laser [38].

| Requisito | Esclarecimento da sua utilidade |
|------------------------|--|
| Bloqueio remoto | Estes sistemas são necessários de forma a prevenir o acesso de pessoas ao interior da barreira, sem a devida autorização e sem a paragem do feixe. |
| Bloqueios de segurança | |
| Chave de controlo | |
| Indicador de emissão | Este indicador (audível ou visível) permite, a quem se encontra no exterior da cabine, saber quando o laser está em operação. |
| Obturador do feixe | Este sistema bloqueia o feixe ou permite a saída do mesmo, conforme seja o comando. |
| Terminador do feixe | Um invólucro com um espelho negro que absorve a radiação ao comprimento de onda que o <i>laser</i> emite, após o percurso útil do feixe. |
| Nível do feixe | O nível do <i>laser</i> deve evitar o nível ocular, para evitar a ocorrência de danos. |
| Enclausura do feixe | Num laser desta classe, o equipamento deve estar protegido por barreiras, para evitar reflexos do feixe; |

| | |
|------------------------------------|---|
| Equipamento de Proteção Individual | Apesar de estar enclausurado, quando é possível aceder ao laser deve ser usado equipamento de proteção individual (óculos, máscara e luvas), de forma a proteger as zonas mais suscetíveis à radiação; |
| Exames oculares | A partir do momento em que se opera um equipamento destes, os exames oculares devem ser regulares em pessoas com problemas visuais, para que possam ser detetadas quaisquer irregularidades inerentes à operação do equipamento. Estes exames são obrigatórios no caso de acidente; |
| Formação | Para lidar com um equipamento deste tipo, é necessário existir treino para que quem o opera não se coloque em perigo nem outras pessoas que possam estar por perto; |
| Avisos de presença do <i>laser</i> | Já mencionados anteriormente, estes avisos são necessários para alertar para o perigo de emissões de radiação. |
| Avisos da zona de perigo | |

Após esta avaliação, foram contactadas por e-mail várias organizações de forma a apurar a melhor oferta para aquisição de uma cabine com estes requisitos. No final da análise das propostas por parte de outro membro da equipa do projeto, a proposta mais benéfica foi selecionada.

3.2.4.3.3. Análise da proposta de recolha dos condensados

A TEandM, pela sua utilização de compressores de ar, produz uma mistura de óleo e água. Durante o seu funcionamento de compressão há condensação de água. Por sua vez, o compressor liberta óleo, retirado do ar comprimido. Assim sendo, o compressor liberta esta mistura. No seu sistema atual, esse óleo é armazenado em recipientes e posteriormente recolhido por uma entidade contratada para o efeito e autorizada a exercer

esta atividade. No entanto, a organização ponderou recorrer, por uma questão de responsabilidade ambiental, a uma organização que disponibilizaria um equipamento capaz de separar os dois componentes, enviando o óleo para reciclagem.

Após consulta com algumas empresas, por e-mail, foi agendada uma reunião com um colaborador de uma das organizações. Nessa reunião foi discutida a situação da empresa. Segundo o profissional, o sistema que a empresa pretendia implementar iria ser demasiado dispendioso e pouco vantajoso em relação ao sistema atual existente na organização. Tendo em conta que o óleo é um resíduo perigoso e que o valor limite de emissão para as águas residuais tem de ser inferior a 15 mg/l, um valor bastante inferior à produção dos compressores, a outra solução seria pedir uma autorização para desviar esses resíduos para as águas industriais sendo estas reencaminhadas para uma estação de tratamento [39].

Este processo seria bastante dispendioso e desnecessário face ao sistema em funcionamento atual, tendo a organização protelado a decisão de investimento para momento posterior.

3.2.4.3.4. Estudo da possibilidade de certificação pelo FDA

Apesar de não estar planeada, esta atividade surgiu pelo incentivo dos clientes da organização, tornando-se assim num assunto de importância. Estes referiram que poderia ser ainda mais atrativo obter produtos/revestimentos da TEandM se os mesmos estivessem aprovados, para estarem em contacto com os produtos alimentares e farmacêuticos, dentro dos parâmetros da FDA. Tendo em conta que, em exploração do site, não se conseguiram obter grandes conclusões sobre os requisitos para tal certificação, decidiu-se contactar por e-mail os departamentos ligados à certificação em produtos alimentares e produtos farmacêuticos, por serem setores com bastante importância no negócio da TEandM.

Na sua resposta, a FDA explicitou que essa certificação não se aplica ao caso da organização, dado que a TEandM produz revestimentos e não os próprios produtos farmacêuticos e alimentares. A verificação da adequação dos equipamentos que são utilizados para criar estes produtos (onde se encontra o revestimento) é da responsabilidade da indústria reguladora. É da responsabilidade das empresas dos setores alimentar e farmacêutico o seu compromisso com as atuais boas práticas de manufatura (documento

da FDA) e a validação do equipamento como adequado para a função, durante os seus testes.

3.2.4.3.5. Redação do procedimento de segurança para o novo equipamento

Para uma segura operação do novo equipamento, a organização decidiu que seria proveitoso redigir um procedimento de segurança para que, quando a tecnologia estivesse pronta a produzir, todos conhecessem as regras para a sua utilização e não se colocassem em risco desnecessariamente.

Nesse sentido, foram estudados vários documentos, sendo a informação principal retirada do documento referenciado em [40], por forma a construir o procedimento que se encontra em anexo (Anexo C). A imagem foi disponibilizada pela organização, por forma a facilitar a compreensão do equipamento. Este procedimento contém informação relativa a:

- Enquadramento do procedimento como objetivo, campo de aplicação, equipamento, processo produtivo e classificação do *laser*;
- Procedimentos para trabalhar em segurança nas diferentes fases: operação e manutenção;
- Procedimento em caso de emergência;
- Principais riscos inerentes ao processos e impactos, como danos oculares, queimaduras, informação útil para os trabalhadores;
- EPIs a utilizar como prevenção;
- Medidas de prevenção e proteção;
- Avisos visuais que deverão estar apostos quer no equipamento quer na secção produtiva.

Começando pela fase da tecnologia, este trecho foi baseado nas mesmas fontes que o subcapítulo sobre a tecnologia do projeto. Teve como objetivo dar a conhecer a tecnologia do equipamento *laser* a quem não está familiarizado com o mesmo, de uma forma sintetizada. Os documentos utilizados foram:

- Torres, J. M. S. P. (2015). *Melhoramento e Automatização de um Sistema de Revestimento com Laser*. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica.

Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa,
Lisboa. 99 pp. [24]

- Vilar, R. (1999). Laser Cladding. *Journal of Laser Applications*. **11(2)**: 64-79. [25]
- Toyserkani, E., Khajepour, A. e Corbin, S. (2005). *Laser Cladding*. CRC Press LLC. Florida. [26]

Outro aspeto importante de esclarecer é a classe do *laser*. Este ponto, para além de alertar para o perigo inerente ao uso indevido do equipamento, faz ainda menção à necessidade de formação e competência da pessoa que o opera. Para esta classificação, foram usados os seguintes documentos:

- University of Victoria. (Unknown). *Laser Safety Manual*. Chemistry Department. British Columbia. [41]
- BS EN 60825-1 (2014). *Norma Britânica para Safety of laser products – Equipment classification and requirements*. European Committee for Electrotechnical Standardization. Brussels. [35]
- Kavanagh, B. (2002) *Arrangements for the Safe Use of Laser Devices in UCL*. Safety Services. London. [42]
- PD IEC TR 60825-14 (2004). *Safety of laser products – A user's guide*. International Electrotechnical Commission. London. [40]

O procedimento é talvez dos tópicos com mais importância desta compilação. Para a sua escrita, foi necessário um profundo estudo de alguns documentos da área.

Neste procedimento constam informações sobre como agir para operar, realizar operações de manutenção, e em casos de emergência. Referem-se ainda elementos específicos do funcionamento do conjunto equipamento/cabine como sistemas de bloqueio. Para uma operação segura do equipamento, este é o capítulo mais importante. Devido à natureza de elaboração de um procedimento de segurança, alguns pontos pertencentes à manutenção do equipamento são uma tradução da norma referenciada em [40], encontrando-se entre aspas. Os documentos utilizados foram os seguintes:

- Welding Technology Institute of Australia. (2015). *Laser Safety*. Newington. [44]
- University of Victoria. (Unknown). *Laser Safety Manual*. Chemistry Department. British Columbia. [41]
- Ly, H. (2012). *Laser Safety Manual*. Western University Human

Resources Occupational Health and Safety. Ontario. [45]

- PD IEC TR 60825-14 (2004). *Safety of laser products – A user’s guide*. International Electrotechnical Commission. London. [40]

A análise dos riscos foi um capítulo difícil de elaborar devido à importância que diferentes documentos dão aos riscos. Nalguns são englobados mais do que os 4 incluídos no procedimento elaborado, no entanto é consistente a apresentação destes. Nesta abordagem dos riscos, que são classificados segundo o documento referenciado em [43], foram criadas tabelas com os valores máximos para o intervalo do comprimento de onda do equipamento (980 nanómetros a 1020 nanómetros), calculados a partir da informação presente na norma referenciada na norma PD IEC TR 60825-14 [40]. Foram ainda utilizados outros documentos de forma a especificar as reações possíveis à exposição à radiação:

- PD IEC TR 60825-14 (2004). *Safety of laser products – A user’s guide*. International Electrotechnical Commission. London. [40]
- Zabierek, G.A. (2011). *Laser and Optical Safety*. Health Unit – University of Birmingham. Birmingham. [46]
- Princeton University. (2007). *Laser training guide*. Environmental Health and Safety. New Jersey. [47]
- Health Protection Agency. (2006). *A Non-Binding guide to the Artificial Optical Radiation Directive 2006/25/EC*. Radiation Protection Division, Health Protection Agency. Oxfordshire. [48]

Em termos de equipamento de proteção individual, apesar de ser rara a sua necessidade, este deve estar sempre presente, para casos em que o acesso ao interior da cabine é necessário, por forma a evitar exposição acidental das partes mais sensíveis. A sua necessidade foi demonstrada em documentos como:

- PD IEC TR 60825-14 (2004). *Safety of laser products – A user’s guide*. International Electrotechnical Commission. London. [40]
- Welding Technology Institute of Australia. (2015). *Laser Safety*. Newington. [44]
- Environmental Health and Safety – University of Washington. (2007). *Laser Safety Manual*. Radiation Safety Office. Seattle. [49]

As medidas de prevenção juntam-se ao procedimento como das partes mais importantes do procedimento, e referem recomendações em relação aos equipamentos de proteção individual e aos comportamentos a ter para uma manutenção do ambiente seguro da organização. Os documentos utilizados para basear estas recomendações são:

- Kavanagh, B. (2002) *Arrangements for the Safe Use of Laser Devices in UCL*. Safety Services. London. [42]
- PD IEC TR 60825-14 (2004). *Safety of laser products – A user's guide*. International Electrotechnical Commission. London. [40]

Os avisos foram retirados do documento referenciado em [35] para o caso específico de um laser de classe 4, sendo traduções dos contidos no documento, estando por isso, entre aspas.

Este procedimento de segurança é bastante completo, e entrará em circulação no instante anterior ao início dos trabalhos com o equipamento *laser*, por forma a manter o ambiente da organização sobre controlo e livre de perigo. Tendo em conta tratar-se de um equipamento muito perigoso para a saúde, é necessário que este procedimento seja seguido, evitando acidentes graves e, possivelmente, irreversíveis.

3.2.4.4. Monitorização e Controlo

Apesar de não ser uma fase incluída no ciclo de vida do projeto, a monitorização e controlo é essencial no mesmo. É necessário existir uma constante verificação dos parâmetros do projeto, de forma a garantir que estes são cumpridos [2]. Neste caso, esta foi realizada durante a fase de execução do projeto, tendo como base de comparação os dados provenientes do planeamento.

Das atividades mencionadas no diagrama, aquando do término do estágio, faltavam apenas adquirir alguns equipamentos não necessários no imediato, a realização de formação e algumas atividades do técnico de contas. Como seria de esperar, houve alguns desvios nas datas de execução de determinadas tarefas individuais, sendo uma delas a de aquisição da cabine, devido ao facto, anteriormente desconhecido, que esta teria de ser montada em simultâneo com o equipamento *laser*. No entanto, este atraso não foi significativo e, de um modo global, tudo se desenrolou relativamente dentro do previsto, sendo que os desvios foram contrabalançados por algumas atividades que foram realizadas antes das datas planeadas.

3.2.4.4.1. Análise dos gastos reais do projeto

Para manter rasto dos gastos realizados ao longo do projeto, a organização decidiu que seria necessário construir um mapa onde estes custos estivessem todos descritos. Apesar de não ser uma prática muito habitual em PME's, a sua realização neste projeto justifica-se pelo seu valor elevado de investimento e também devido à necessidade de demonstrar as despesas do projeto no âmbito do programa de incentivo [18].

Nesse sentido, foi necessário analisar todas as faturas relativas aos gastos do projeto e analisar as tranches de pagamento inerentes a cada fatura. Acrescido a esta análise, foi preciso também avaliar o mapa de investimentos planeados de forma a perceber o que não foi ainda adquirido, mas que irá ser. Após essa análise, obtiveram-se os resultados apresentados em anexo.

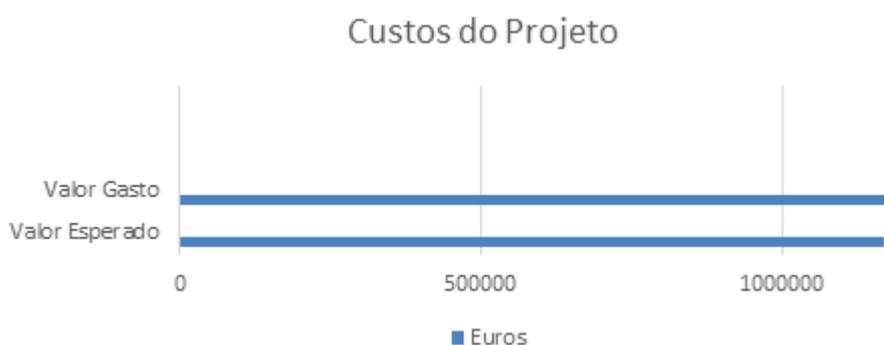


Figura 11 - Representação gráfica dos custos planeados e dos custos reais do projeto.

- Valor esperado: €1.171.399;
- Valor atual dos custos (valor gasto): €1.182.193,8.

Nesta avaliação pode-se apurar que os custos reais do projeto ultrapassam o valor do investimento esperado em 0,92%. Apesar de existirem alguns gastos inferiores ao que estava planeado, existiram também vários que ultrapassaram e alguns custos acrescidos que não estavam planeados. Estes desvios, pela comparação dos dois mapas, dos custos planeados e os gastos efetuados, devem-se maioritariamente a:

- Custos de obras de adaptação do edifício: os custos da instalação elétrica aumentarem mais do dobro do valor planeado e a instalação de sistemas de alimentação de energia e fluídos (para abastecimento do equipamento laser) aumentaram em cerca de 70%;

- Hidrofiltro para ventilação e filtragem da câmara de revestimentos: os custos de aquisição deste produto superaram o valor esperado em cerca de 37%;
- Câmara limpa (Cabine): este foi um dos grandes desvios do projeto. Inicialmente estava previsto um gasto de 16.800 Euros (como se pode comprovar no termo de abertura). No entanto os gastos com esta cabine acabaram por ser superiores em 9.900 Euros, devido aos requisitos do equipamento laser.

4. CONCLUSÃO

Neste último capítulo, abordam-se as principais conclusões retiradas do trabalho exercido, incluindo o cumprimento dos objetivos, tanto da dissertação, como do projeto.

Este documento relata a utilização de gestão de projetos no estabelecimento de uma nova linha produtiva de revestimento por *laser cladding*. A metodologia utilizada consiste na aplicação de ferramentas usualmente implementadas em projetos de longa duração e de maior complexidade, apesar de o presente projeto sediar-se numa empresa de pequenas dimensões.

Esta dissertação permitiu perceber a importância que a gestão de projetos tem, principalmente no que toca à inovação, eficiência e otimização, como um facilitador de planeamento, organização e gestão. Existindo uma formatação do pensamento de acordo com os desígnios da gestão de projetos, torna-se mais orgânica a aplicação desses conhecimentos a futuros projetos, adaptando sempre a metodologia às especificidades do mesmo.

Os objetivos da dissertação foram cumpridos e até excedidos, dado que o tema inicial se restringia apenas ao licenciamento industrial. A empresa ficou assim com uma metodologia passível de utilização em projetos semelhantes ao descrito neste documento e a gestão de projetos ocorreu dentro dos parâmetros esperados de tempo, de uma forma global, e de orçamento (considerando que a organização já esperava esses desvios). Dada a simplicidade de resolução do problema do licenciamento industrial, foi permitida a exploração de outras atividades, estando todas as atividades realizadas incluídas neste documento.

De igual forma reconhecidos pela empresa, consideram-se importantes os contributos dados por este trabalho na análise e resolução do licenciamento industrial, na análise de propostas da cabine e de recolha dos condensados, na análise e elaboração do procedimento de segurança e de toda a gestão do projeto que permitiu um conhecimento maior da situação atual do mesmo.

Aquando da escrita desta dissertação, o projeto ainda se encontrava numa fase de execução, estando um pouco fora dos parâmetros estabelecidos em termos de orçamento

(0,92%). No entanto, no que toca à calendarização das atividades, estas sofreram algum desvio, mas contrabalançado por algumas tarefas que acabaram por se realizarem mais cedo, resultando, globalmente, no cumprimento dos prazos.

Os objetivos do projeto ainda não foram alcançados, pois o mesmo só termina em 2018, tendo como ano de cruzeiro 2020. O entregável principal, o equipamento integrado no *layout* de produção, deve ser conseguido no final do projeto. Até à data, tudo sugere que o projeto será bem-sucedido, dentro dos parâmetros estabelecidos, incluindo alguma contingência para qualquer desvio orçamental.

Dado tratar-se de uma PME, esta metodologia foi um pouco difícil de implementar, não por falta de colaboração, mas devido ao rápido ritmo de trabalho existente. Utilizando ferramentas destas, que requerem muita análise e alguma burocracia, torna-se complexo conciliar a atividade de gerir o projeto e executar atividades do mesmo.

Futuramente, a organização pretende acabar a execução do projeto e proceder à fase do seu encerramento. No final deste, é esperado que o equipamento *laser* permita um aumento da capacidade em 20% pela substituição da tecnologia convencional e pela aquisição de novos setores de mercado anteriormente inexplorados. No respeitante à substituição da técnica de soldadura por *laser cladding*, a organização pretende que, no ano de cruzeiro (2020) do projeto, a sua margem operacional suba de 30% para 39,9% e que cerca de 19% dos revestimentos produzidos pela tecnologia convencional já sejam aplicados por *laser cladding*.

Pessoalmente, este estágio foi muito enriquecedor. Para além do conhecimento desenvolvido em licenciamento industrial e em normas de segurança *laser*, e do conhecimento transmitido pelo orientador Engenheiro Alcântara, permitiu um conhecimento abrangente das técnicas de gestão de projetos, passíveis de, no futuro, serem aplicadas em situações no contexto industrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Kerzner, H. (2009). *Project Management: A systems approach to planning, scheduling and controlling*. 10ª edição, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- [2] Project Management Institute (2013). *A guide to the project management body of knowledge*. Project Management Institute, Inc. Pennsylvania.
- [3] Lindo, S. (2014). *Project Management 101 Introduction*. Acedido em: 1, Setembro, 2017, em: <http://www.caribank.org/uploads/2014/05/Project-Management-101-Introduction-by-Sharon-Lindo.pdf>.
- [4] Drob, C. (2009). The evolution of the project management. *Studies and Scientific Researches*. **14**: 31-34.
- [5] Stueart, R. D. e Moran, B. B. (2007). *Library and Information Center Management*. Capítulo 2. 7ª edição. Library and Information Science Text Series.
- [6] Cleland, D. (2004). The Evolution of Project Management. *IEEE Transactions On Engineering Management*. **51(4)**: 396-397.
- [7] Chiavenato, I. (2003). *Introdução à Teoria Geral da Administração*. Capítulos 3 e 4. 7ª edição. Elsevier Editora Ltda. Rio de Janeiro.
- [8] Van Vliet, V. (2011). *Five Functions of Management (Fayol)*. Acedido em: 28, Abril, 2017, no Web site da: ToolsHero: <https://www.toolshero.com/management/five-functions-of-management/>.
- [9] Shenhar, A. (2001). One Size Does Not Fit All Projects: Exploring Classical Contingency Domains. *Management Science*. **47(3)**: 394-414.
- [10] <https://www.pmi.org/about>. Acedido em: 24, Maio, 2017.
- [11] <http://www.ipma.world/about>. Acedido em 24, Maio, 2017.
- [12] Miguel, A. (2013). *Gestão Moderna de Projetos: Melhores Técnicas e Práticas*. 7ª Edição, FCA- Editora de Informática. Lisboa.
- [13] Evaristo, R. e Fenema, P. (1999). A Typology Of Project Management: Emergence And Evolution Of New Forms. *International Journal of Project Management*. **17(5)**: 275-281.

- [14] <https://www.iso.org/standard/50003.html>. Acedido em: 30, Maio, 2017.
- [15] Padalkar, M. e Gopinath, S. (2016). Six Decades Of Project Management Research: Thematics Trends And Future Opportunities. *International Journal of Project Management*. **34**: 1305-1321.
- [16] Pollack, J. (2007). The Changing Paradigms of Project Management. *International Journal of Project Management*. **25**: 266-274.
- [17] Gallar, D. e Ghobadian, A. (1997). TQM and Organization Size. *International Journal of Operations & Production Management*. **17(2)**: 121-163.
- [18] Turner, R., Ledwith, A. E Kelly, J. (2010). Project Management in Small to Medium-Sized Enterprises: Matching Processes to the Nature of the Firm. *International Journal of Project Management*. **28**: 744-755.
- [19] Recomendação da Comissão de 6 de Maio de 2003 Relativa à Definição de Micro, Pequenas e Médias Empresas. *Jornal Oficial da União Europeia*, Artigo 2º. Acedido em: 19, Maio, 2017, em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003H0361&from=EN>.
- [20] Turner, R., Ledwith, A. E Kelly, J. (2009). Project Management in Small to Medium-Sized Enterprises: A Comparison Between Firms by Size and Industry. *International Journal of Managing Projects in Business*. **2(2)**: 282-296.
- [21] Aquil, M. (2013). Project Management in SMEs. *Journal of Strategy & Performance Management*. **13(1)**: 8-15.
- [22] Wideman, R. M. (2007). *A book review of "The Project Management Life Cycle"*. Acedido em: 27, Junho, 2017, em: http://www.maxwideman.com/papers/life_cycle/intro.htm.
- [23] Khang, D. e Moe, T. (2008). Success Criteria and Factors for International Development Projects: A Life-Cycle-Based Framework. *Project Management Journal*. **39(1)**: 72-84.
- [24] Torres, J. M. S. P. (2015). *Melhoramento e Automatização de um Sistema de Revestimento com Laser*. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 99 pp.
- [25] Vilar, R. (1999). Laser Cladding. *Journal of Laser Applications*. **11(2)**: 64-79.
- [26] Toyserkani, E., Khajepour, A. e Corbin, S. (2005). *Laser Cladding*. CRC Press LLC. Florida.

- [27] *Laser Technology Market by Type (Solid, Liquid, Gas), Application (Optical Communication, Laser Processing), and Vertical and Geography - Analysis & Forecast to 2022*. (2017) Acedido em: 25, Fevereiro, 2017, em: <http://www.marketsandmarkets.com>.
- [28] *Hard Coatings Market by Material Type (Nitrides, Oxides), Application (Cutting Tools, Decorative Coatings), Deposition Technique (PVD and CVD), End-Use Industry (General Manufacturing, Transportation), and by Region - Global Forecast to 2026*. Acedido em: 25, Fevereiro, 2017, em: <http://www.marketsandmarkets.com>.
- [29] Silva, D. (2015). *Gestão de Projetos: Usando o Diagrama de Redes para Gerenciar o Tempo*. Acedido em: 15, Julho, 2017, em: <http://www.blogdaqualidade.com.br/gestao-de-projetos-usando-o-diagrama-de-redes-para-gerenciar-o-tempo/>.
- [30] <https://pt.smartsheet.com/o-guia-definitivo-para-o-metodo-de-caminho-critico>. Acedido em: 17, Julho, 2017.
- [31] Aquil, M. A. (2013). Project Management in SMEs. *Journal of Strategy & Performance Management*. **1(1)**: 8-15.
- [32] Sohaciu, M., Csáki, I. A., Velicu, S. e Predescu, C. (2010). Project Management – a useful tool for SME’s. *Latest Trends on Engineering Education – International Conference on Education and Educational Technologies*. Ilha Corfu, Grécia. Pp. 163-167.
- [33] IAPMEI. (2015). *Sistema da Indústria Responsável – Guia do Licenciamento Industrial*. Lisboa.
- [34] Decreto Lei nº 73/2015 de 11 de Maio. Diário da República nº 90/2015 – 1ª. Série. Ministério da Economia. Lisboa.
- [35] BS EN 60825-1 (2014). *Norma Britânica para Safety of laser products – Equipment classification and requirements*. European Committee for Electrotechnical Standardization. Brussels.
- [36] NP EN 60825-4 (2013). *Norma Portuguesa para Segurança de equipamentos laser – Barreiras de proteção laser*. Instituto Português da Qualidade. Caparica.
- [37] ISO 12100-2 (2003). *Norma Europeia para Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Technical principles*. European Committee for

Standardization. Bruxelas.

- [38] The University of Greenwich, (2009). *Laser Safety*. Londres.
- [39] Decreto Lei nº 236/1998 de 1 de Agosto. Diário da República nº 176/1998 – I Série A. Ministério do Ambiente. Lisboa.
- [40] PD IEC TR 60825-14 (2004). *Safety of laser products – A user’s guide*. International Electrotechnical Commission. London.
- [41] University of Victoria. (Unknown). *Laser Safety Manual*. Chemistry Department. British Columbia.
- [42] Kavanagh, B. (2002) *Arrangements for the Safe Use of Laser Devices in UCL*. Safety Services. London.
- [43] Organização Internacional do Trabalho. (2016). *Classificação e codificação dos riscos e factores de risco*. Almada.
- [44] Welding Technology Institute of Australia. (2015). *Laser Safety*. Newington.
- [45] Ly, H. (2012). *Laser Safety Manual*. Western University Human Resources Occupational Health and Safety. Ontario.
- [46] Zabierek, G.A. (2011). *Laser and Optical Safety*. Health Unit – University of Birmingham. Birmingham.
- [47] Princeton University. (2007). *Laser training guide*. Environmental Health and Safety. New Jersey.
- [48] Health Protection Agency. (2006). *A Non-Binding guide to the Artificial Optical Radiation Directive 2006/25/EC*. Radiation Protection Division, Health Protection Agency. Oxfordshire.
- [49] Environmental Health and Safety – University of Washington. (2007). *Laser Safety Manual*. Radiation Safety Office. Seattle.

ANEXO A

Termo de Abertura do Projeto

Cenário

A TEandM concentra os seus esforços na constante inovação, desde os seus produtos e processos até às tecnologias de última geração. É habitual realizarem-se estes projetos de forma a que a organização esteja sempre à frente das necessidades do mercado, substituindo as técnicas convencionais e não tão eficazes, por tecnologia que permita mais benefícios, tanto para o cliente como para a empresa. Para além desta vertente, o estabelecimento industrial pretende também aumentar a sua capacidade produtiva em cerca de 20%, dando assim espaço para a conquista de setores não explorados anteriormente. Assim sendo, este projeto assenta na aquisição e implementação de um equipamento produtivo novo para produção de revestimentos em componentes a partir da utilização de tecnologia de *Laser Cladding*.

Este projeto vai de encontro aos valores da organização:

- Desenvolvimento de soluções para as empresas suas clientes recorrendo aos novos materiais e tecnologias de revestimento;
- Estabelecimento de parcerias com instituições com conhecimento de ciência dos materiais;
- Melhoria contínua dos conhecimentos e *know-how*;
- Lealdade para com os clientes e parceiros, apresentando sempre soluções que beneficiem a organização e os clientes e/ou parceiros;
- Promoção do espírito empreendedor dos colaboradores pelos *skills* continuamente transmitidos.

Enquadra-se, portanto, na sua missão e levará a organização na direção da sua visão, de se tornar reconhecida internacionalmente pela sua capacidade de gerar soluções inovadoras.

Para a concretização deste projeto, a organização apresentou candidatura ao sistema de incentivos ID&T – Inovação Produtiva do Portugal 2020, no âmbito do quadro comunitário de apoio *Horizon 2020*. De acordo com o regulamento para esta tipologia de projeto de investimento, o incentivo reembolsável pode ascender a 60% do investimento elegível.

Objetivos

Geral:

- Aquisição e implementação de um equipamento produtivo novo que utiliza a tecnologia *Laser Cladding* para o aumento da capacidade de produção de revestimentos.

Específicos:

- Aumento da capacidade em 20% a partir de 1 de Outubro de 2018, cumprindo o orçamento previsto de 1.171.399 €;
- Aumentar a margem bruta operacional de 30 para 39,9%, na passagem de produção convencional para *Laser Cladding*;
- Substituir cerca de 19% da sua produção convencional por revestimentos por *Laser Cladding*.

Entregável

- Obras de requalificação do espaço;
- Contratos;
- Equipamento integrado no layout de produção;
- Câmara limpa;
- Procedimento de segurança;
- Documentação da avaliação tecnológica;
- Operadores formados nas competências para operar o equipamento.

Âmbito

- Licenciamento Industrial;
- Calendarização das atividades; • Instalação do equipamento laser:
 - ✓ Estudo das aplicações da tecnologia;
 - ✓ Aquisição de material necessário;
 - ✓ Avaliação tecnológica – ensaios e testes para avaliação da tecnologia e avaliação de benefícios;
 - ✓ Análise de legislação e standards de segurança;
 - ✓ Elaboração do Procedimento de Segurança;
 - ✓ Instalação do equipamento;
- Instalação da cabine:
 - ✓ Análise de propostas;
 - ✓ Aquisição de material;
 - ✓ Análise de requisitos, legislação e standards de segurança;
 - ✓ Instalação do equipamento;
- Formação;
- Análise dos investimentos reais.

Partes Interessadas

| | |
|-----------------|----------------|
| Cliente interno | TEandM |
| Patrocinador | IAPMEI, TEandM |

| | |
|------------------------------|---|
| Gestor do Projeto | Diretor do Projeto – Eng. Alcântara Gonçalves |
| Membros da equipa do projeto | <ul style="list-style-type: none"> - Ricardo Barbosa; - Ricardo Alexandre; - Lurdes Vilão; - José Dinis; - Inês Silva; - Francisco Gonçalves; - Filipa Nunes. |

Etapas do Projeto/Datas Críticas

- Data de início: 1 de Novembro de 2016;
- 1º pedido de pagamento : 20 de Abril 2017;
- Receção do equipamento: 7 de Junho de 2017;
- Instalação do Equipamento Laser: 23 de Junho a 24 de Julho de 2017;
- Instalação da Cabine: 1 a 11 de Maio de 2017;
- Formação de Oerlikon: 14 a 24 de Julho de 2017;
- Formação complementar (cabeças de laser de interiores – Nutech): 11 a 16 de Outubro de 2017;
- 2º pedido de pagamento: 24 de Outubro de 2017;
- Data de conclusão: 31 de Outubro de 2018.

Orçamento do Projeto

O orçamento aprovado é de: 1171399 €.

- Incentivo do IAPMEI: 702839,4 €;
- Equipamento de *Laser Cladding*: 931490 €;
- Câmara limpa: 16800 €.

Restrições, Pressupostos e Riscos e Dependências

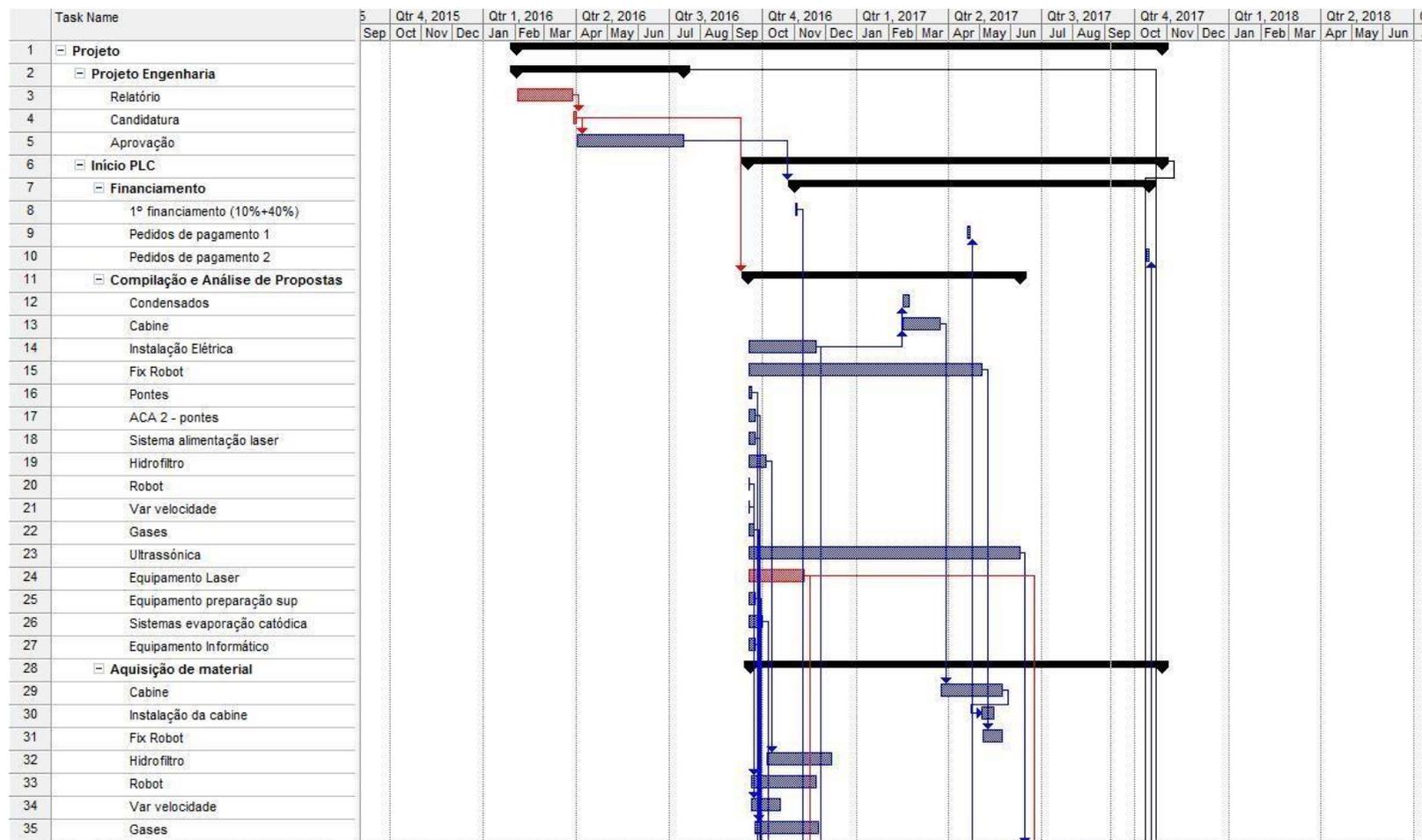
| | |
|--------------|---|
| Restrições | <ul style="list-style-type: none"> • Instalação do equipamento num layout já existente; • Alguns elementos da equipa do projeto não afetos a 100% ao projeto; • Falta de conhecimentos aprofundados da tecnologia; • Orçamento. |
| Pressupostos | <ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de entrada no Mercado ainda não explorado; • Possibilidade da nova tecnologia substituir a convencional, atualmente utilizada; • Clientes percebem os benefícios da utilização da nova tecnologia; • Tendência de crescimento anual das áreas de revestimentos técnicos desta natureza, previstos até 2026 – 5,9 a 8%; |

| | |
|-----------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none">• Tendência de crescimento anual da aplicação de tecnologia laser até 2022 – 5,33% nas áreas de biologia, investigação, medicina e restantes (onde se encaixa a organização). |
| Riscos e Dependências | <ul style="list-style-type: none">• Incerteza na fiabilidade da tecnologia;• Cumprimento dos contratos, mais concretamente em termos de prazo, por parte dos fornecedores;• Dependências apenas relacionadas com financiamentos: no acordo da organização com o IAPMEI, os pagamentos serão feitos de 6 em meses consoante o pedido do mesmo e aprovação das despesas. |

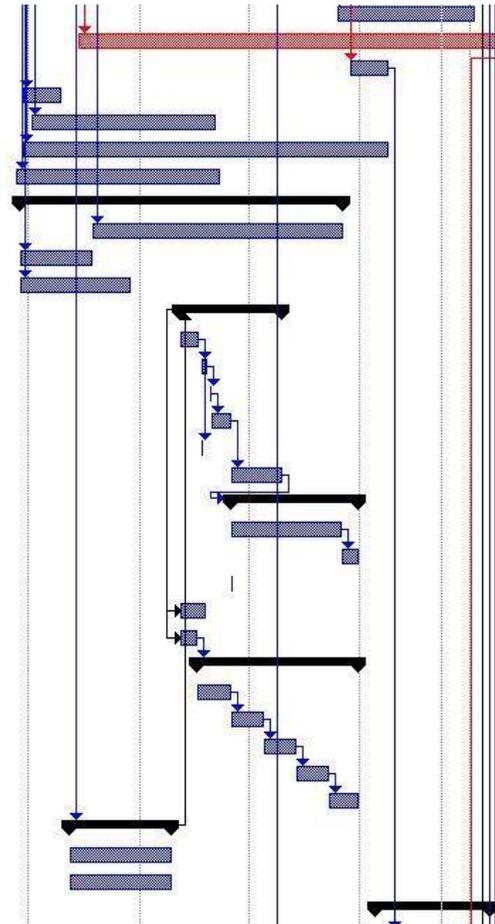
Assinaturas de Aprovação

O Gestor do Projeto

ANEXO B



| | |
|----|---|
| 36 | Ultrassônica |
| 37 | Equipamento Laser |
| 38 | Instalação equipamento laser |
| 39 | Equipamento preparação superfícies |
| 40 | Sistemas evaporação catódica |
| 41 | Equipamento Informático |
| 42 | Pontes |
| 43 | ▣ Obras requalificação espaço |
| 44 | Instalação Elétrica |
| 45 | ACA 2 - pontes |
| 46 | Sistemas alimentação laser |
| 47 | ▣ Análise de legislação e normas de se |
| 48 | NP EN IEC 60825-4 |
| 49 | Outros 1 |
| 50 | Outros 2 |
| 51 | IEC 60825-1 draft |
| 52 | Checklist Cabine |
| 53 | Procedimento de segurança |
| 54 | ▣ Licenciamento Industrial |
| 55 | Análise da Legislação Aplicável ao Pro |
| 56 | Análise "Balcão do Empreendedor" |
| 57 | Reunião Ministério Economia |
| 58 | Análise Investimentos Reais |
| 59 | Estudo das aplicações |
| 60 | ▣ Avaliação Tecnológica |
| 61 | Análise macroscópica |
| 62 | Análise microestrutura |
| 63 | Microdureza |
| 64 | Energia Adicionada |
| 65 | Desgaste abrasão |
| 66 | ▣ Contratação Estagiários |
| 67 | Estágio Tecnológico |
| 68 | Estágio Licenciamento |
| 69 | ▣ Formação |



ANEXO C

Procedimento de segurança – ver secção 3.2.4.3.5 para referências.

Objetivo

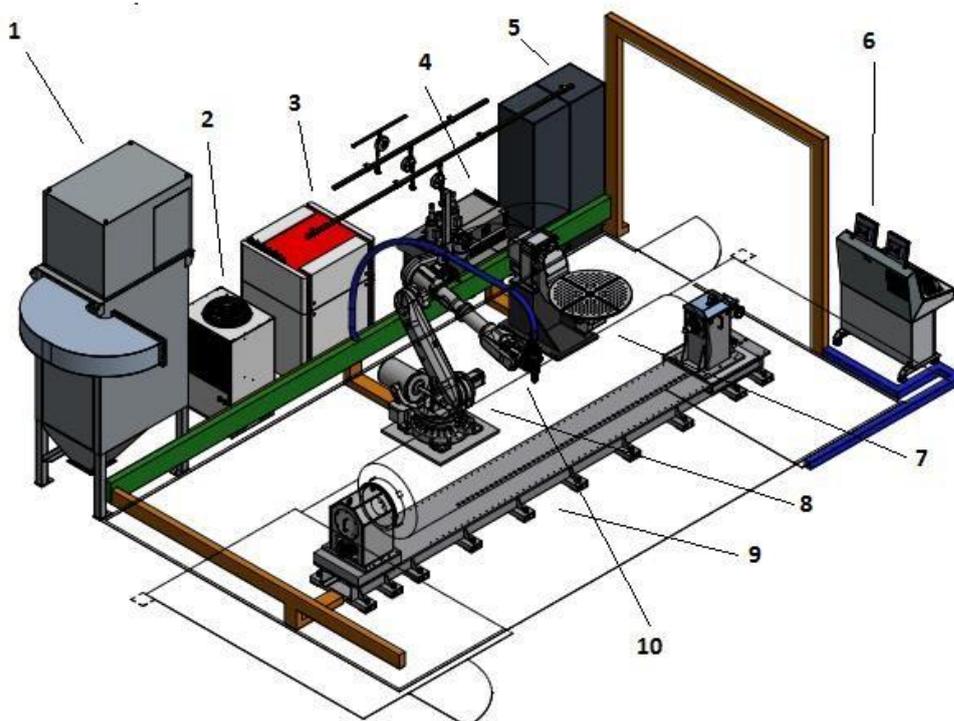
Este procedimento destina-se a descrever as regras para utilização do equipamento de *laser cladding*, de forma a garantir a segurança de todos os colaboradores.

Campo de Aplicação

Aplica-se a todos os colaboradores da TEandM.

Máquina

Esquema do equipamento de deposição de revestimentos por *laser cladding*.



| | |
|--|---|
| 1-Filtro; 2-Chiller; 3-Fonte laser; 4- Alimentador de pós; 5-Armário do quadro elétrico; | 6-Comando e controles; 7-Mesa Rotativa e basculante; 8-Robô; 9-Torno/Contraponto; 10-Cabeça do Laser. |
| Processo | |
| <p><i>Laser cladding</i> é um processo que, por meio de tecnologia laser, produz revestimentos usando uma fonte de calor laser para depositar uma camada fina no substrato em movimento. Utiliza um feixe laser de alta potência para fundir total ou parcialmente o material, que terá propriedades metalúrgicas diferentes do material do componente, formando assim a camada superficial no substrato.</p> <p>Neste caso específico, estamos perante a técnica de <i>laser cladding</i> mais eficaz, por injeção de pó. No procedimento referido, o laser em operação irá fundir as partículas de pó e também uma camada fina superficial do substrato de forma a que as partículas solidifiquem com o substrato anteriormente fundido.</p> | |
| Classificação | |
| <p>O laser presente na tecnologia a utilizar é de classe 4. Este tipo de laser é considerado o mais perigoso e inclui todos os lasers de classe superior a 3B. A utilização deste tipo de equipamento só deve ser permitida a pessoas devidamente treinadas.</p> <p>Estes lasers sugerem a existência de um agente de segurança laser, competente e capaz, que monitorize e garanta que o procedimento de segurança está a ser devidamente executado. Este agente não necessita ocupar este cargo a tempo inteiro.</p> | |
| Procedimento | |
| <ul style="list-style-type: none">• Operação: <p>Para início da operação deste tipo de laser e depois de devidamente preparado o material a revestir, o operador deve deslocar-se para fora da cabine de forma a que o processo possa começar após o fecho da entrada.</p> <p>A cabine, ou barreiras, deve ser revestida com material adequado para suportar a incidência do feixe na parede e existe para prevenir o acesso de pessoas a níveis perigosos de radiação. Também para evitar essa exposição quando o laser se encontra em operação, são ativos bloqueios nas entradas, ligados remotamente ao equipamento. Para evitar a exposição excessiva das barreiras à radiação, o espaço de possibilidade de trabalho dos sistemas de manipulação do laser deve ser restritivo, de forma a que o ponto focal do laser esteja a uma distância superior a 500 mm da superfície da barreira e o tempo de contacto seja inferior a 10 segundos. Deve existir um sinal luminoso no seu exterior para indicar se é seguro, ou não, entrar. No caso de o acesso a esta área ser necessário, deve ser usado o equipamento de proteção individual descrito mais à frente.</p> <p>O recomeço da operação não pode suceder automaticamente. O sistema, incluindo dispositivos de segurança, têm de estar prontos e todas as falhas corrigidas</p> | |

para que o comando de reinício possa ser acionado. Este só ocorre por autorização de uma pessoa responsável, através de um cartão ou chave apenas acessível à mesma.

- **Manutenção:**

Por vezes, para operações de manutenção, é necessário remover ou deslocar partes da barreira e criar zonas temporárias de segurança. A remoção da barreira interrompe o bloqueio, terminando automaticamente a emissão laser pelo equipamento. Quando esta é reposta, o bloqueio deixa de estar interrompido. Neste caso deve existir um sinal visual ou sonoro que indique esta alteração de funcionamento.

Alternativamente, poderá ser usado um sistema de bloqueios que, quando ativo, não permita a remoção das barreiras ou a sua abertura. Nesta situação, a remoção ou abertura das barreiras obriga à desativação prévia dos bloqueios e, conseqüentemente, à paragem ou impossibilidade de emissão de radiação laser.

Para estabelecer as medidas de controlo, podem ser levadas a cabo as ações de [40, p.46, 47]:

1. “Minimizar, até ao valor mais baixo possível, a emissão de radiação laser”;
2. “Redução do movimento do feixe para evitar exposição acidental durante o alinhamento do mesmo”;
3. “Alinhamento do feixe perto da fonte, e gradualmente aumentar a distância”;
4. “Utilização de batentes de feixe durante o alinhamento, para o caso de falha ao alvo”;
5. “Utilização de auxílios de visualização no alinhamento do feixe”;
6. “Utilização de ferramentas não-refletivas”.

Durante o reabastecimento de pós, deve ser utilizada ventilação, máscara respiratória e luvas para evitar contacto com o material que pode ser prejudicial para a saúde e, durante a limpeza, devem ser utilizadas luvas de material não absorvente para evitar contacto com os químicos.

- **Emergência:**

Nos casos de emergência (contacto perigoso do laser com uma pessoa), o equipamento deve ser imediatamente parado e o problema comunicado. Para cessar a emissão laser, basta pressionar o botão de pânico ou interromper o bloqueio (como explicado no ponto anterior). Se necessário, deve ser procurada ajuda médica. Se existir suspeita de dano ocular, essa procura deve ocorrer em 24 horas e deve-se levar informação sobre o equipamento para fornecer ao médico.

A informação sobre o incidente deve ser documentada e se necessário, devem ser desencadeadas as devidas ações corretivas.

Riscos

A exposição a um feixe pode acontecer, acidentalmente, durante:

- Alinhamento do feixe;
- Operações de manutenção do equipamento;
- Feixe a apontar para direções inesperadas;
- Fixação do laser num ponto para início de operação;
- Outros ajustes.

Os lasers acima descritos podem trazer riscos (pelo seu feixe direto e/ou seus reflexos difusos e especulares):

✓ **Físicos:**

- **Danos oculares;**

Na tabela abaixo são apresentados os valores para a exposição máxima permissível para os olhos. A tabela refere-se aos comprimentos de onda onde se enquadra o feixe utilizado na empresa.

| | Para 10^{-13} a 10^{-11} segundos | Para 10^3 a 3×10^4 segundos |
|--|---------------------------------------|--|
| Limite inferior do comprimento de onda – 980 nm | 0,00054 J/m ² | 36,30 W/m ² |
| Limite superior do comprimento de onda – 1020 nm | 0,00065 J/m ² | 43,65 W/m ² |

- **Queimaduras na pele;**

Na tabela abaixo são apresentados os valores para a exposição máxima permissível para a pele. A tabela refere-se aos comprimentos de onda onde se enquadra o feixe utilizado na empresa.

| | Para $< 10^{-9}$ segundos | Para 10^3 a 3×10^4 segundos |
|--|---------------------------------------|--|
| Limite inferior do comprimento de onda – 980 nm | $7,3 \times 10^{11}$ W/m ² | 7261,56 W/m ² |
| Limite superior do comprimento de onda – 1020 nm | $8,7 \times 10^{11}$ W/m ² | 8730,32 W/m ² |

✓ **Químicos:**

- **Gases** – durante o processamento do material, podem ser libertados gases tóxicos (dependendo do material a processar). Estes podem ser nocivos para quem está exposto aos mesmos ainda que por curtos períodos de tempo;

- ✓ **Elétricos** – estes lasers normalmente têm uma elevada voltagem associada à sua fonte de poder, sendo necessária precaução e proteção do equipamento para evitar choques elétricos (que podem ser letais).

- ✓ **Incêndio** – pode ocorrer ignição de materiais nas proximidades, principalmente combustíveis, objetos de cor escura (absorvem radiação) e materiais leves (como papel e tecido).

Mais concretamente, os efeitos físicos dependem do comprimento de onda da radiação, da sua intensidade e do tempo de exposição à mesma. No entanto, as partes do corpo humano mais afetadas pela radiação laser acidental são a pele e os olhos.

No intervalo entre os 780 e os 1400 nm, ao ocorrer a absorção de radiação, a temperatura local aumenta, podendo atingir um nível tal que provoque lesões e até levar à perda de visão. Quanto mais poderoso o laser e mais perto do olho se encontra, maior é a possibilidade de ocorrência de dano. No caso de a radiação direta entrar no olho, não adianta virar a cabeça nem piscar os olhos: estas reações não são rápidas o suficiente. Os olhos devem passar a ser examinados nas consultas de medicina no trabalho.

Nesta mesma faixa, os danos na pele ocorrem quando a sua temperatura ultrapassar os 45°C. Ocorrem queimaduras, que para além de dolorosas, demoram a curar e podem deixar marcas permanentes. A velocidade a que ocorre a queimadura depende do poder do laser, podendo chegar a ser quase instantânea. Pode também ocorrer aumento de sensibilidade, aceleração de envelhecimento e/ou aumento de pigmentação da pele.

Equipamento de Proteção Individual

Nos lasers de classe 4 é necessário equipamento de proteção individual, apesar de este só dever ser usado em **última instância** (no caso dos controlos de prevenção integrada e de engenharia estarem incompletos ou não serem praticáveis), de forma a evitar a exposição a níveis de radiação acima do limite. Devem ser utilizados:

- **Óculos de proteção** (adequados ao utilizador e seguindo as normas EN 207 e EN 208) – especialmente quando se trabalha a uma curta distância do laser;
- **Luvras** (as mãos são das partes mais suscetíveis à exposição);
- **Máscara** (também a cara é muito suscetível à exposição).

Muito raramente é utilizado equipamento de proteção do corpo todo.

Medidas de Prevenção e Proteção

Em relação ao equipamento de proteção pessoal:

- Os óculos devem ter em conta o comprimento de onda do laser, fazendo corresponder a uma densidade ótica mínima do material do equipamento. Neste caso específico, o valor da densidade ótica tem de ter capacidade de filtragem na gama entre 980 nm e 1020 nm;
- Este tipo de equipamento não deve bloquear totalmente a luz - convém estar sempre ciente da movimentação do laser;
- Periódica inspeção ao equipamento de proteção individual – de 6 em 6 meses deve ser verificada a capacidade de filtragem da radiação;
- Caso o equipamento esteja exposto a um elevado nível de radiação, este deve ser imediatamente substituído.

Para além do uso desta proteção, existem outras recomendações a fazer para um uso seguro do equipamento laser:

- Nível de radiação na superfície posterior da barreira deve ser inferior à máxima exposição permitida para um laser de classe 1;
- Realizar inspeções periódicas ao estado da barreira;
- Áreas controladas por laser devem estar organizadas, limpas e bem iluminadas;
- Laser e componentes devem estar bem fixos;
- Operador deve tirar relógios e joias durante operações de manutenção;
- Não fixar no ponto laser, especialmente quando este se encontra por perto;
- Ter sempre em atenção a localização do feixe;
- Manter o feixe longe dos olhos (acima ou abaixo do nível ocular) e das cabeças das pessoas;
- Ter em atenção superfícies brilhantes que possam refletir o feixe como vidro, espelho, entre outras.

Avisos [35, p. 54-57]

Em relação aos avisos a utilizar estes devem ser legíveis, visíveis (de preferência de fora da zona de perigo) e permanentemente afixados. Devem ter fundo amarelo e texto e/ou símbolos a preto. Tendo em conta que o laser a utilizar no novo processo produtivo se trata de um pertencente à classe 4, este deve conter um dos seguintes avisos:

- ✓ Um contendo o seguinte texto:

“RADIAÇÃO LASER
EVITAR EXPOSIÇÃO DOS OLHOS
OU DA PELE A RADIAÇÃO DIRETA
OU DISPERSA
LASER DE CLASSE
4”

- ✓ Ou, alternativamente, o seguinte:



Em relação às aberturas de emissão de radiação, estas devem ser assinaladas com um dos seguintes avisos:

“ABERTURA LASER”

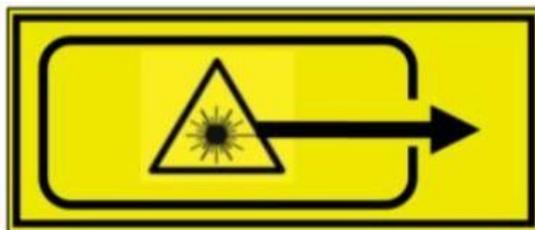
Ou

“ABERTURA PARA RADIAÇÃO
LASER”

Ou

“EVITAR EXPOSIÇÃO –
RADIAÇÃO LASER RADIATION É
EMITIDA A PARTIR DESTA”

✓ Ou, alternativamente, o seguinte:



Em todos os painéis da cabine protetora da fonte de laser deve existir um sinal, que varia para as diferentes classes de produtos lasers, mas que, no caso específico a que nos referimos, deve ler:

“CUIDADO – RADIAÇÃO LASER DE
CLASSE 4 QUANDO ABERTA
EVITAR EXPOSIÇÃO DOS OLHOS OU DA
PELE A RADIAÇÃO DIRETA OU
DISPERSA”

No caso da existência de bloqueios, a cabine deve conter, perto das zonas de remoção de barreira, um sinal semelhante ao anterior, mas que na segunda linha contém mais uma expressão:

“CUIDADO – RADIAÇÃO LASER DE CLASSE 4
QUANDO ABERTA E BLOQUEIOS DESATIVADOS
EVITAR EXPOSIÇÃO DOS OLHOS OU DA PELE A
RADIAÇÃO DIRETA OU DISPERSA”

