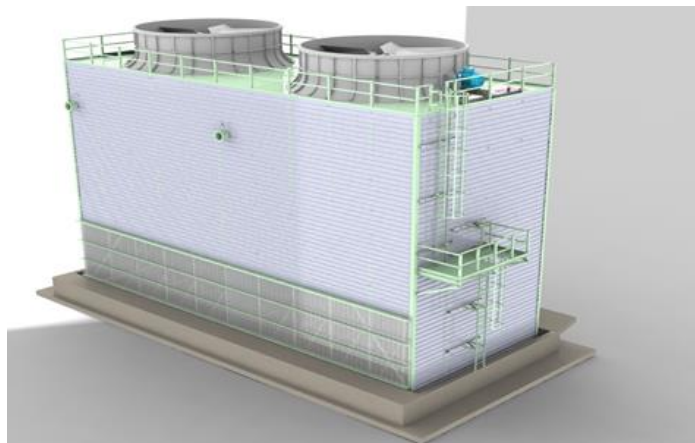




INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica



Gestão de um Projecto de uma Torre de Arrefecimento Industrial. Estudo de Caso

BENITO NOVOA FERRO

(Engenheiro de Máquinas Marítimas)

(Oficial de Máquinas da Marinha Mercante Espanhola)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientadores:

Prof. Especialista Francisco Manuel Gonçalves dos Santos
Engº Nuno Filipe Neves Pereira

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Rui Pedro Chedas de Sampaio

Vogais:

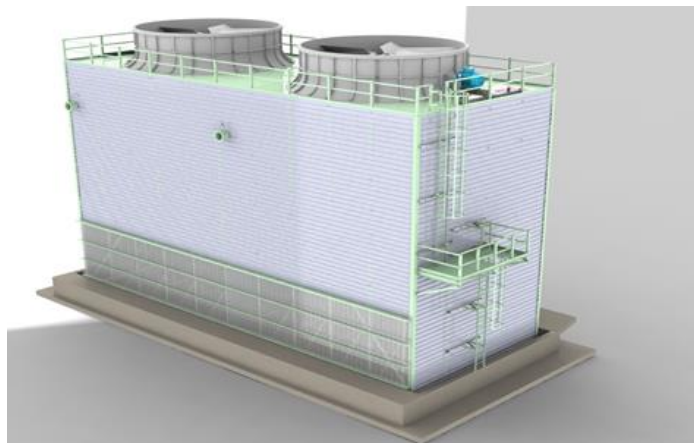
Prof. Especialista Francisco Manuel Gonçalves dos Santos
Prof. Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

Julho de 2015



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica



Gestão de um Projecto de uma Torre de Arrefecimento Industrial. Estudo de Caso

BENITO NOVOA FERRO

(Engenheiro de Máquinas Marítimas)

(Oficial de Máquinas da Marinha Mercante Espanhola)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientadores:

Prof. Especialista Francisco Manuel Gonçalves dos Santos
Engº Nuno Filipe Neves Pereira

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Rui Pedro Chedas de Sampaio

Vogais:

Prof. Especialista Francisco Manuel Gonçalves dos Santos
Prof. Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

Julho de 2015



AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus orientadores, o Professor Especialista Francisco Manuel Gonçalves dos Santos e o Eng.º. Nuno Filipe Neves Pereira pela orientação, apoio prestado, atenção, ensinamentos, níveis de exigência e qualidade, que contribuíram para uma melhoria deste Trabalho de Projecto.

Gostaria também de agradecer ao Professor Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu pela sua disponibilidade e recomendações relativas a segunda parte do Trabalho.



EDIÇÃO E CORPO DO TEXTO

Na redacção do presente documento optou-se pela utilização da ortografia anterior ao novo acordo ortográfico.

RESUMO

O presente trabalho final de mestrado aborda a análise de um projecto de uma torre de arrefecimento industrial numa perspectiva da gestão de projectos. Mais concretamente, neste trabalho são analisadas as actividades de gestão de projecto desenvolvidas por uma empresa de engenharia durante o projecto, construção e fiscalização de uma torre de arrefecimento evaporativa de tiro induzido, que foi construída no ano 2010, e que formou parte do macroprojecto de uma central de cogeração. Estas actividades de gestão foram logo comparadas com as recomendações de gestão de projectos incluídas no guia *PMBok*, e que constituem nos dias de hoje uma referência a nível internacional neste âmbito.

Devido ao facto que à análise é feita sob o projecto de uma torre de arrefecimento, este trabalho também inclui uma breve apresentação sob a teoria, tecnologia e funcionamento destes equipamentos, que terá como objectivo poder compreender melhor a documentação técnica incluída nos anexos deste trabalho.

Antes de apresentar o estudo comparativo realizou-se primeiramente um estudo do estado da arte das técnicas de gestão de projectos incluindo as organizações, padrões e metodologias mais relevantes a nível internacional neste âmbito, assim como também um estudo das particularidades do projecto que foi objecto deste estudo. Seguidamente realizou-se um estudo detalhado dos métodos utilizados pela empresa de engenharia para gerir o projecto da torre durante o seu ciclo de vida, incluindo procedimentos e documentos técnicos, para compara-los depois com os métodos e praticas incluídos no *PMBok*. Em anexo inclui-se alguns dos documentos, fotografias e tabelas originais do projecto da torre, que foram utilizados para a realização deste estudo.

Os resultados deste estudo comparativo são apresentados processo a processo e no último capítulo do trabalho apresenta-se um resumo destes resultados incluindo as respectivas conclusões e recomendações.

Complementa-se este documento com a bibliografia consultada, apresentando-se sempre que possível, os respectivos *links* em que estão disponíveis na Internet, por forma a possibilitar a consulta directa dos documentos e websites referidos.

ABSTRACT

This dissertation covers the analysis of a cooling tower project from a project management perspective. Particularly, in this dissertation are analyzed the project management activities carried out by an engineering company during the project, construction and commissioning of a induced draft cooling tower, constructed in 2010, and which forms part of the macro-project of a cogeneration plant. These project management activities were compared with the recommendations on project management included in the PMBoK guide, which it is nowadays a worldwide recognized project management standard.

Because of the fact this study is about a project of a cooling tower, it is presented a brief summary on the theory, technology and operation principles of such equipment, which aims to understand the technical documentation included in the annexes of this dissertation.

Prior to the presentation of the comparative study, a presentation of the "state of the art" of project management techniques is conducted, including the description of the more relevant organizations, standards and methodologies in this field, which it is complemented with a study of the particularities of the project, subject of this study. Secondly, a detailed study of the methods used by the engineering company for the management of the project of the cooling tower is conducted, including the analysis of procedures and technical documentation, in order to compare these methods with the recommendations included in the PMBoK guide. The Annex of this dissertation includes some original documents, photos and tables of the cooling tower project, which were used for this work.

The results of this comparative study are presented process by process and the final chapter of this dissertation includes a summary of these results with conclusions and recommendations.

Finally, this dissertation is complemented with a bibliography which includes a summary of the books and websites consulted for the preparation of this work.

ÍNDICE DE TEXTO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1	MOTIVAÇÃO E OBJECTIVOS	1
1.2	UM NOVO CONCEITO DE GESTÃO EMPRESARIAL: A GESTÃO POR PROJECTOS.....	3
2.	TECNOLOGIA DAS TORRES DE ARREFECIMENTO	5
2.1	ESTADO DA ARTE DAS TORRES DE ARREFECIMENTO EVAPORATIVAS	5
2.2	HISTÓRIA DAS TORRES DE ARREFECIMENTO	5
2.3	TIPOS DE TORRES DE ARREFECIMENTO	7
2.4	DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS VINCULADOS A UTILIZAÇÃO DE ENERGIA	16
2.5	ANÁLISE ENERGÉTICA DAS TORRES DE ARREFECIMENTO EVAPORATIVAS	25
3.	GESTÃO DE PROJECTOS	37
3.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	37
3.2	PRINCIPAIS ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS NA ÁREA DA GESTÃO DE PROJECTOS	42
3.3	PRINCIPAIS PADRÕES INTERNACIONAIS DE GESTÃO DE PROJECTOS	43
3.4	CARACTERÍSTICAS DO PROJECTO QUE FOI OBJECTO DESTE ESTUDO.....	52
4.	GESTÃO DE UM PROJECTO DE UMA TORRE DE ARREFECIMENTO. ESTUDO DE CASO	57
4.1	INTRODUÇÃO.....	57
4.2	A ORGANIZAÇÃO DO PROJECTO OBJECTO DESTE ESTUDO.....	58
4.3	GRUPO DE PROCESSOS DE INICIAÇÃO	60
4.4	GRUPO DE PROCESSOS DE PLANEAMENTO	63
4.5	GRUPO DE PROCESSOS DE EXECUÇÃO.....	80
4.6	GRUPO DE PROCESSOS DE MONITORIZAÇÃO E CONTROLO.....	89
4.7	GRUPO DE PROCESSOS DE ENCERRAMENTO	101
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	105
6.	BIBLIOGRAFIA.....	111
7.	ANEXOS.....	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Torre de arrefecimento de começos do século XX.....	6
Figura 2 – Torres de arrefecimento evaporativa de contacto directo e indirecto.....	8
Figura 3 – Torre de arrefecimento evaporativa de contacto directo	8
Figura 4 – Torre de arrefecimento não evaporativa de tipo directo numa central termoeléctrica	9
Figura 5 – Esquema simplificado de uma torre híbrida.....	10
Figura 6 – Secção seca e húmida numa torre de arrefecimento híbrida.....	10
Figura 7 – Esquema e foto de uma torre de arrefecimento de circulação natural hiperbólica.....	12
Figura 8 - Torres de arrefecimento com aspiração forçada e induzida.....	13
Figura 9 - Torre de arrefecimento de tiragem natural com aspiração assistida	13
Figura 10 - Torres de arrefecimento de fluxo contra corrente e fluxo cruzado	14
Figura 11 – Vista exterior e interior (durante a construção) de uma torre de fluxo cruzado	15
Figura 12 – Principais componentes de uma torre de arrefecimento evaporativa	16
Figura 13 - Sistema de distribuição por gravidade	17
Figura 14 - Sistemas por pressão com distribuição através de tubagem rotativa	18
Figura 15 – Vista dum sistema de distribuição de água de tubagem fixa	18
Figura 16 - Enchimento de grelhas.....	19
Figura 17 - Enchimento de película ou laminar de placas onduladas.....	20
Figura 18 – Persianas de entrada de ar numa torre de escoamento cruzado	21
Figura 19 - Tipos de eliminadores de gotas.....	21
Figura 20 - Separadores de gotas utilizados durante a construção da torre	22
Figura 21 – Exemplos de ventiladores axiais e centrífugo	23
Figura 22 – Approach e Range numa torre de arrefecimento.....	26

Figura 23 – Esquema do balanço de massa e energia numa Torre	27
Figura 24 – Transferência de calor numa gota de água dentro da torre	28
Figura 25 – Transferência de calor nas gotículas de água	29
Figura 26 – Diagrama h-T ^a de funcionamento da torre de arrefecimento	31
Figura 27 – Curva característica do enchimento	32
Figura 28 – Curvas de demanda para diferentes valores do <i>approach</i>	33
Figura 29 – Curvas característica e de demanda no ponto de projecto.....	33
Figura 30 – Cálculo do valor de KaV/L através do <i>software CTI Toolkit</i>	34
Figura 31 – Metodologia de Projectos PRINCE2.....	47
Figura 32 – Processos de Gestão de Projectos segundo a ISO 21500:2012	49
Figura 33 – Organigrama do Projecto.....	58

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das torres de arrefecimento	15
Tabela 2 – Grupos de processos e áreas de conhecimento PMBoK 5 ^a Edição.....	46
Tabela 3 – Condições gerais do contrato <i>EPC</i> de compra da torre de arrefecimento	53
Tabela 4 – Actividades de gestão ordenadas dentro dos grupos de processos.....	54
Tabela 5 – Actividades de gestão ordenadas dentro das áreas de conhecimento.....	55

ÍNDICE DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

- a** – Área específica de transferência por unidade de volume da torre (m^2/m^3)
- Ap** – Aproximação ($^{\circ}C$)
- B** – Área De transferência de calor (m^2)
- K** – Coeficiente de fluxo global de transferência de calor
- L** – Caudal mássico de água (kg água/h)
- G** – Caudal mássico de ar (kg ar/h)
- R** – *Range* ($^{\circ}C$)
- h** – Entalpia (kJ/kg)
- T** – Temperatura ($^{\circ}C$)
- m** – Massa (Kg)
- H** – Humidade absoluta (kg H_2O /kg de ar seco)
- Hr** – Humidade relativa (moles H_2O no ar/moles de H_2O ar saturado)
- mágua₁** – Caudal de água de entrada na torre (kg/h)
- mágua** – Caudal de água de saída da torre (kg/h)
- T₁** – Temperatura de entrada água na torre ($^{\circ}C$)
- T₂** – Temperatura de saída da água da torre ($^{\circ}C$)
- mágua_o** – Caudal de água de reposição (igual al caudal de água evaporada+purgas) (kg/h)
- T_o** – Temperatura da água de reposição ($^{\circ}C$)
- m_{ar}** – Caudal de ar de entrada na torre (kg/h)
- H₁** – Entalpia do ar de entrada na torre (kJ/kg)
- H₂** – Entalpia do ar de saída da torre (kJ/kg)
- C_{pw}** – Calor específico da água (kJ/kg $^{\circ}C$)
- ω_1** – Humidade relativa do ar de entrada na torre %
- ω_2** – Humidade relativa do ar de saída na torre %
- KaV/L** – Característica da Torre (kg ar/kg H_2O)
- P** – Potência (kW)
- Q** – Calor a trocar (kW)
- R** – Salto térmico ($^{\circ}C$)
- V** – Volume (m^3)
- PMI** – *Project Management Institute*
- PMO** – *Project Management Office*
- PMBok** – *Project Management Book of Knowledge*
- IPMA** – *International Project Management Association*
- ICB** – *International Competence Baseline*
- NCB** – *National Competence Baseline*
- PRINCE** – *Projects in a Controlled Environment*
- ISO** – *International Organization for Standardization*

SIG – Sistema Integrado de Gestão
EAP – Estrutura Analítica do Projecto
PVC – Policloreto de vinil
PRFV – Plástico com reforço de fibra de vidro
PP – Polipropileno
kW – Quilowatt
dT – Gradiente de temperaturas
PID – Documento de Iniciação do Projecto
PPI – Programa de pontos de inspecção
dB(A) – Decibéis
ABS – Acrilonitrila butadieno estireno
pH – Potencial de Hidrogénio
EUA – Estados Unidos da América
PERT – *Program Evaluation and Review Technique*
CPM – *Critical Path Method*
PMP – *Project Management Professional certificate*
FH – Altura do enchimento
EPC – *Engineering, procurement and commissioning*
ABB – *Asea Brown Boveri*
IBM – *International Business Machines*
n e C – valores característicos do tipo de enchimento

1. INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO E OBJECTIVOS

Se há uma palavra que pode definir a essência da Gestão de Projectos, essa palavra será **responsabilidade**. O **Gestor** ou **Director** do Projecto é o responsável por todas as actividades que fazem parte de um projecto. Isto não quer dizer que tenha que seja especialista em todas as actividades do mesmo, mas sim, que é o ultimo responsável perante todas as tarefas do projecto certificando-se que todas elas são completadas com sucesso. Desta forma pode-se dizer que a responsabilidade do Director do Projecto consiste em gerir os recursos técnicos, humanos e financeiros da empresa para tornar possível que o produto, resultado ou serviço sejam realizados de acordo com os requisitos do cliente, orçamento, procedimentos e prazos previstos.

Isto faz com que para um Engenheiro que queira desenvolver uma carreira profissional como Director de Projectos ou “*Project Manager*” não sejam suficientes os seus conhecimentos puramente técnicos, e sejam também precisos conhecimentos e habilidades noutras áreas, entre as quais se podem destacar:

- Liderança e comunicação com empresas e equipas humanas;
- Avaliação e gestão de projectos;
- Gestão financeira e controlo de custos;
- Logística;
- Segurança e saúde no trabalho;
- Gestão da qualidade de produtos e serviços;
- Processos de contratação, compras e licitação de materiais, equipamentos e serviços;
- Procedimentos internos e organizacionais;
- Conhecimento de línguas, especialmente a língua Inglesa, caso o projecto se desenvolva num ambiente internacional;
- Legislação e normativa aplicável sob contratos, licitações, qualidade, autorizações, recursos humanos, transporte de mercadorias, etc.

Um bom Director de Projectos tem que ser capaz de gerir todas estas áreas com eficácia para conseguir uns bons resultados.

Este trabalho de fim de mestrado aborda o estudo de um projecto de uma torre de arrefecimento industrial que foi construída no ano 2010 para uma central de cogeração. Neste caso o Director do Projecto foi responsável por desenvolver a oferta técnico-económica da torre, incluindo o anteprojecto da mesma, de acordo com as especificações técnicas do cliente. Mas o seu trabalho não se limitou a isto. O Director do Projecto foi também responsável, entre outras coisas, por:

- Participar em reuniões com o cliente e fornecedores para negociar os termos dos contratos de serviço, construção, subministro e transporte de materiais;
- Desenvolver o cronograma e plano de qualidade do projecto e monitorizar o cumprimento dos mesmos;
- Supervisionar os trabalhos de engenharia de detalhe;
- Desenvolver o plano de seguridade e saúde de acordo com as especificações da empresa e normativa aplicável;
- Supervisionar o desenvolvimento das especificações técnicas e documentos de licitação dos materiais e equipamentos da torre;
- Supervisionar a compra de materiais e transporte dos mesmos até ao lugar da obra;
- Supervisionar a disponibilidade e habilitações de todos os membros da equipa do projecto de acordo com as especificações da empresa e normativa aplicável;
- Supervisionar o cumprimento dos requisitos de qualidade especificados pelo cliente;
- Supervisionar o controlo dos custos dentro dos limites do orçamento previsto;
- Manter informados o cliente e Directores da empresa sobre o progresso dos trabalhos e cumprimento de objectivos conforme os planos de comunicação acordados.

Todas estas tarefas poder-se-iam resumir em apenas uma: O Director do Projecto foi o **responsável** de que a torre fosse projectada, construída e entregue ao cliente dentro dos limites de orçamento, prazos e qualidade especificados no contrato.

Tendo em conta a complexidade actual dos projectos de engenharia e o grande número de factores técnicos, económicos e organizacionais que afectam aos mesmos, nas últimas décadas muitas empresas viram a necessidade de desenvolver procedimentos e metodologias internas para poderem gerir os seus projectos de uma forma mais eficaz e controlada. O seu propósito não é outro que o de poder desenvolver projectos evitando incertezas, desvios e perdas de dinheiro desnecessário. Paralelamente, nos últimos anos, diferentes organizações têm contribuído ao

desenvolvimento de estudos, padrões, metodologias e sistemas de certificação de pessoas na área de gestão de projectos. Organizações e associações de prestígio como a *International Organization for Standardization* ou o *Project Management Institute* têm contribuído para a disseminação, uniformização e internacionalização das melhores técnicas e práticas na ciência da gestão de projectos, o que tem influenciado e facilitado em grande medida o trabalho de empresas e profissionais, numa sociedade como a nossa, cada vez mais global.

O *PMBok (A Guide to the Project Management Body of Knowledge)* é um padrão de gestão de projectos publicado pelo *Project Management Institute*. O PMBoK identifica métodos e práticas em gestão de projectos que são considerados como melhores práticas neste âmbito pela comunidade internacional. Actualmente constitui uma referência para muitas empresas nos seus sistemas e métodos de gestão de projectos.

A **finalidade** deste Trabalho Final de Mestrado será a de comparar e conhecer o grau de cumprimento das actividades de gestão desenvolvidas por um escritório de engenharia durante o projecto duma torre de arrefecimento que foi construída entre Março e Junho do ano 2010 com as recomendações de gestão de projectos do PMBoK. O **objectivo** do trabalho será também analisar o possível impacto da implementação das práticas deste padrão internacional numa organização.

1.2 UM NOVO CONCEITO DE GESTÃO EMPRESARIAL: A GESTÃO POR PROJECTOS

A gestão por projectos nas empresas mostra como atingir metas aplicando as técnicas de gestão de projectos não apenas a projectos isolados, mas também no nível empresarial. Mostra como incorporar a arte e a ciência da gestão de projectos a uma nova e excitante forma de fazer negócios e permite consolidar em toda a organização a gestão através de princípios de gestão de projectos.

Na década de 90, descobriu-se amplas aplicações da gestão de projectos, além daquelas tradicionais (engenharia, construção, projectos aeroespaciais, informática). As suas técnicas têm-se mostrado úteis também em outros campos onde há mudança ou novas iniciativas, por exemplo, em marketing, qualidade, vendas, produção, manutenção, etc.

A gestão por projectos aplicada à organização (*management by projects*), evoluiu dos conceitos e princípios tradicionais da gerência de projectos. Este novo conceito de gestão parte do

pressuposto que a empresa como um todo pode ser vista como um grande "portfólio de projectos." Os conceitos da gestão de projectos, portanto, são amplamente aplicáveis na organização em todas as áreas e em todos os níveis.

A gestão por projectos é compatível com as filosofias gerenciais existentes, como a gestão com foco no cliente, os movimentos da qualidade, a modernização dos processos do negócio e mesmo a gestão dos processos. Por outra parte os objectivos da gestão por projectos, que são baseados nos princípios sagrados de gestão de projectos (prazo, custo, qualidade e satisfação dos clientes) também são coerentes com os objectivos globais das empresas.

Para realizar uma gestão por projectos, os principais executivos de uma dada empresa, devem em primeiro lugar saber diferenciar que actividades podem ser realizadas como um projecto. Portanto, devem em primeiro lugar, reconhecer que as actividades na sua empresa se dividem em actividades relacionadas ao dia-a-dia, que muitos denominam de operacionais, das actividades relacionadas com a criação de novos produtos/serviços, as quais são susceptíveis de serem tratadas como projectos. Porém, não basta reconhecer e classificar as actividades, é preciso também implantar uma política de realizar as actividades não operacionais sob a forma de projectos.

Nos últimos anos a gestão por projectos vem sendo adoptada nas organizações, substituindo ou sobrepondo-se às práticas administrativas tradicionais. A gerência por projectos vem encontrando receptividade tanto em empresas cujo "negócio" é administrar projectos (construtoras, consultoras), quanto a empresas que usam a tradicional estrutura funcional. Empresas de sucesso, como a ABB, American Express, Citibank, e IBM estão utilizando as técnicas de gestão de projectos como uma nova abordagem para o alcance de objectivos, formulação de planos e o acompanhamento do dia-a-dia dos negócios [18].

2. TECNOLOGIA DAS TORRES DE ARREFECIMENTO

2.1 ESTADO DA ARTE DAS TORRES DE ARREFECIMENTO EVAPORATIVAS

O presente trabalho envolve o estudo da gestão do projecto e construção de uma torre de arrefecimento evaporativa. Neste tipo de torres o processo de arrefecimento envolve a transferência de calor latente devido à vaporização de uma pequena parte da água e, também, a transferência de calor sensível devido à diferença de temperatura entre a água e o ar. Aproximadamente 80% do arrefecimento é devido à transferência de calor latente, e 20% refere-se ao calor sensível. Actualmente, para as indústrias, a torre de arrefecimento está associada a factores de redução de custos operacionais e a factores ambientais. Os sistemas de arrefecimento operam, em geral, em circuito fechado visando à reutilização e a redução do desperdício de água. Uma reposição é necessária para suprir as perdas do processo por evaporação, arraste e purgas. As torres de arrefecimento são dimensionadas e seleccionadas baseando-se em considerações técnicas e económicas. No projecto, deve-se garantir a remoção de uma determinada energia térmica do processo e assegurar uma temperatura mínima para a água arrefecida. O valor dessa temperatura em conjunto com a aproximação a temperatura de bolbo húmido, constituem uma das maiores considerações no projecto de uma torre de arrefecimento, tendo grande impacto no seu custo. O desempenho térmico da torre de arrefecimento é de vital importância nas unidades industriais sendo que pequenos desvios em relação às especificações de projecto podem implicar graves problemas de funcionamento e na economia de um processo. Importantes avanços na área da pesquisa têm contribuído para o desenvolvimento de ferramentas informáticas que objectivam representar os fenómenos físicos no interior da torre, como também a optimização de projectos e diagnósticos de desempenho das torres de arrefecimento de água.

2.2 HISTÓRIA DAS TORRES DE ARREFECIMENTO

As primeiras torres de arrefecimento apareceram há cerca de 120 anos, em finais do século XIX. Antigamente os sistemas de arrefecimento eram abertos, em que a água de arrefecimento proveniente de rios e lagos era aquecida no condensador e enviada de volta para estes

sorvedouros térmicos. Com a necessidade de reduzir os consumos de água e de assegurar uma maior eficiência e eficácia na transmissão térmica surgiram os sistemas fechados, o que levou primeiro ao aparecimento das torres de arrefecimento atmosféricas (*Wet Cooling Towers*) e pouco tempo depois ao aparecimento das torres de arrefecimento secas (*Dry Cooling Towers*) e mais tarde as torres de arrefecimento híbridas (*Wet-Dry Cooling Towers*) [1].

O pioneiro das torres de arrefecimento a nível industrial foi o engenheiro Hans Joachim Balcke. Em 1894 ele fundou a sua empresa, a Balcke & Co, e no mesmo ano construiu a primeira torre para arrefecimento do tipo “chaminé”, com 12 metros de altura. Dez anos depois em 1904 o invento de Balcke já possuía aproximadamente 1400 unidades funcionando em redor do mundo. Em 1919 a sua companhia empregava 1100 pessoas e facturava 14 milhões de marcos.



Figura 1 – Torre de arrefecimento de começos do seculo XX

(Fonte – <http://spxcooling.com/history/detail/1900s/>)[3]

Em 1921 a Balcke & Co forneceu para uma central termoelétrica localizada na cidade alemã de Leipzig a maior torre de tiragem natural do mundo (até então construída), com capacidade de arrefecer 43000 m³ de água por hora.

Em 1930 são fabricadas as primeiras torres de arrefecimento de água com tiragem mecânica induzida do ar. Nesta década começa também o uso do perfil hiperbólico das torres de tiragem natural. Em 1938 é produzida na Alemanha a primeira torre deste tipo com 50 m de altura.

Em finais da década dos 50 é produzido o primeiro aero-condensador, introduzindo assim a tecnologia das torres de arrefecimento secas. Na década dos 60 começam a ser fabricadas torres

em série (em módulos ou células) e inicia-se o fabrico de algumas peças em fibra de vidro, em 1964. Na mesma década são lançados os primeiros enchimentos do tipo laminar, em material plástico (PVC) [2][3].

Na década dos 70 é construída a maior torre de arrefecimento seca de 181 m de altura e em 1980 é construída a primeira torre híbrida. Na década dos 90 é produzida a primeira torre hiperbólica de tiro natural com aspiração assistida.

Nos últimos anos tem-se contribuído para a melhoria das tecnologias existentes, assim como a melhoria dos materiais e desempenho termodinâmico. Actualmente há duas grandes organizações a nível mundial que são pioneiras nas tecnologias de arrefecimento: *SPX Corporation* e *Hamon Group*.

2.3 TIPOS DE TORRES DE ARREFECIMENTO

De acordo com o método de transferência de calor utilizado no processo de arrefecimento existem três tipos de torres de arrefecimento:

- Arrefecimento evaporativo (*Wet Cooling Towers*);
- Arrefecimento não-evaporativo (*Dry Cooling Towers*);
- Combinação entre arrefecimento evaporativo e não-evaporativo, torre híbrida (*Wet-Dry Cooling Towers*).

As torres de arrefecimento podem ainda ser classificadas de diversas maneiras, em função de critérios como o escoamento de ar-água, o tipo de tiragem do ar, o formato e o tipo de enchimento [1].

Nas torres de arrefecimento evaporativo, o arrefecimento da água ocorre devido à evaporação de parte da água de recirculação do sistema e também devido à transferência de calor sensível da água para o ar. As torres de arrefecimento evaporativas têm custo de capital e operacional inferior ao custo das torres não evaporativas devido a um maior rendimento na troca de calor. Quando há contacto directo entre a água de arrefecimento e o ar, a torre tem a designação de torre de arrefecimento evaporativa de contacto directo.

Existe também um modelo no qual o arrefecimento se faz pelo contacto indirecto ar-água, tendo o nome de torres de arrefecimento de circuito indirecto ou condensadores evaporativos caso ocorra a condensação da água de circulação (vapor). O funcionamento deste tipo de torres é

idêntico ao das torres de contacto directo com a diferença de que o fluido a arrefecer circula dentro de tubos ou baterias (*coil*). A grande desvantagem deste tipo de contacto quando comparado com as torres de circuito aberto é de que precisam de uma maior área de transferência de calor para se conseguir a mesma transferência de calor, o que resulta num aumento do seu tamanho e custo. Contudo, estas torres têm a vantagem de impedir o contacto entre a água que circula no interior dos tubos da serpentina e o ar atmosférico, o que permite a utilização de outros fluidos para além da água e evita a contaminação deste [1].

Na seguinte figura pode-se ver um esquema dos dois tipos de torre:

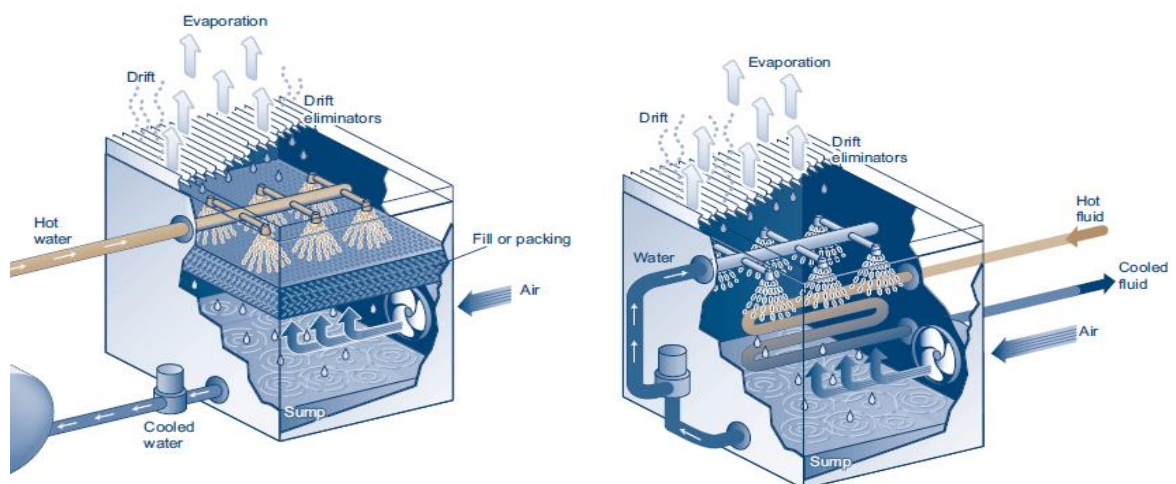


Figura 2 – Torres de arrefecimento evaporativa de contacto directo e indirecto

(Fonte: Guidelines for managing water in cooling systems, 2008) [4]



Figura 3 – Torre de arrefecimento evaporativa de contacto directo

(Fonte: Material fornecido por ESINDUS S.A.) [5]

As torres de arrefecimento não- evaporativas (secas) são utilizadas em zonas de escassez de água. O arrefecimento da água ocorre unicamente devido à transferência de calor sensível da água para o ar (convecção).

Deve notar-se, no entanto, que nas épocas quentes do ano, nem sempre se pode assegurar um arrefecimento suficiente, devido ao pequeno gradiente térmico existente entre a água e o ar. As grandes desvantagens é que não são tão eficientes como as torres evaporativas, uma vez que dependem da temperatura do bolbo seco do ar, necessitando de grandes áreas de transferência de calor e geram muito ruído. São também mais caras do que as evaporativas, sendo o custo por kW de uma torre de arrefecimento seca quatro vezes superior ao de uma arrefecimento evaporativo [1]. Entre as suas vantagens encontram-se a sua manutenção mais barata e o facto de não precisarem de aditivos químicos e de limpezas periódicas.

As torres de arrefecimento secas dividem-se em dois tipos básicos:

- Torres de arrefecimento não evaporativas do tipo directo, também chamadas de condensadores de vapor de arrefecimento a ar ou aero-condensadores (para centrais térmicas de pequenas dimensões);
- Torres de arrefecimento não evaporativas de tipo indirecto (para centrais térmicas de grandes dimensões).

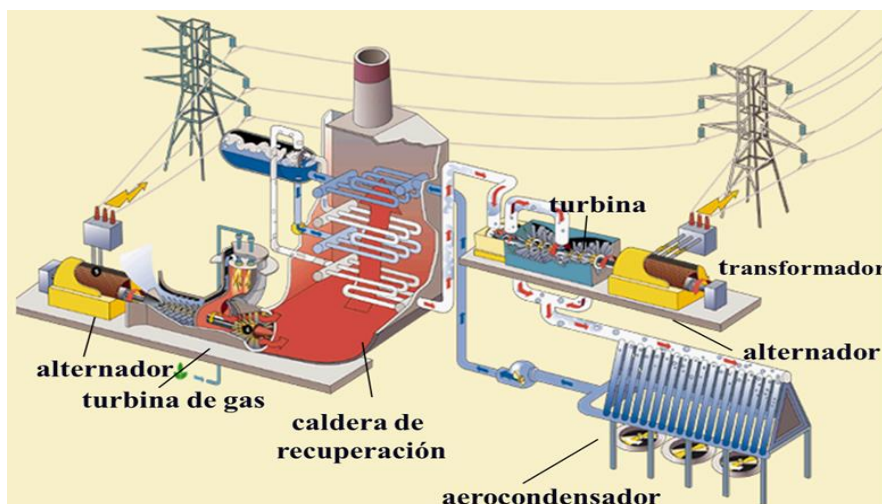


Figura 4 – Torre de arrefecimento não evaporativa de tipo directo numa central termoelétrica

(Fonte: Material fornecido por ESINDUS S.A.) [5]

Algumas torres de arrefecimento combinam em um só equipamento as etapas de arrefecimento não- evaporativo e evaporativo; são as chamadas **híbridas** ou **wet-dry cooling towers**. Neste tipo

de torres parte da água é arrefecida na secção seca da torre e a outra parte é arrefecida na secção húmida. Este tipo de torres foram inicialmente projectadas para reduzir a sobressaturação do ar de saída “pluma” produzido pelas torres evaporativas, simplesmente com a adição de um sistema de arrefecimento a seco, que faz com que o ar que sai da torre o faça em forma de ar não saturado como se pode ver nas seguintes figuras:

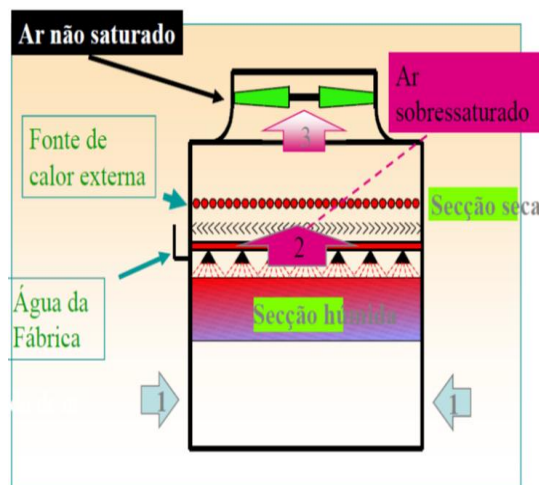


Figura 5 – Esquema simplificado de uma torre híbrida

(Fonte: Material fornecido por ESINDUS S.A.) [5]

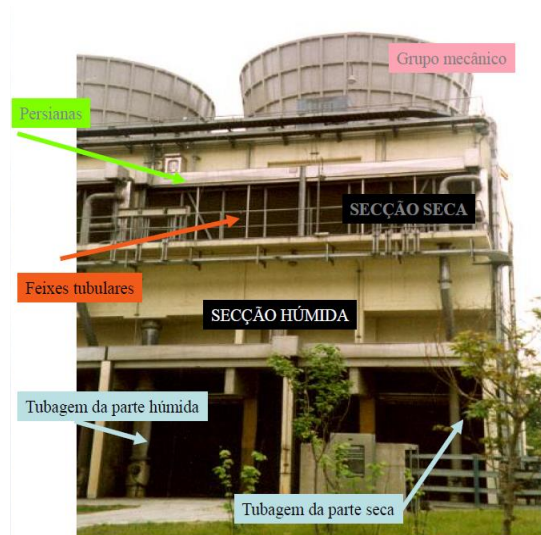


Figura 6 – Secção seca e húmida numa torre de arrefecimento híbrida

(Fonte – Material fornecido por ESINDUS) [5]

O funcionamento deste tipo de torres é o seguinte: A água entra primeiramente através da zona seca, na qual tem lugar a troca do calor sensível com o ar exterior, reduzindo-se deste modo, sem

evaporação, a sua temperatura. Caso seja necessário arrefecer mais a água, esta é direccionada para a zona húmida, onde é removida a restante porção de calor.

Uma vantagem deste tipo de torres é o facto de poderem ser utilizadas em zonas de escassez de água, uma vez, que permitem a poupança de água nos meses frios do ano, pois é apenas utilizado um arrefecimento a seco.

Estas torres são semelhantes às torres de arrefecimento evaporativas indirectas, pois também como aquelas permitem o funcionamento a seco. Contudo a diferença, está no facto das torres de arrefecimento híbridas terem duas zonas, uma húmida e outra seca, ao contrário do que acontece com as torres evaporativas indirectas nas que apenas existe uma zona para a troca de calor.

As torres de arrefecimento evaporativo e não-evaporativo podem ser classificadas também conforme o processo de fornecimento de ar:

- Circulação natural;
- Circulação forçada.

Nas torres com circulação natural ou hiperbólicas, o movimento das correntes é feito graças a diferença de densidades do ar que circula neste tipo de torres. Inicialmente as torres hiperbólicas eram quase cilíndricas, seguidas de um cone truncado invertido em cima de outro. Actualmente utiliza-se a forma hiperbólica para favorecer a movimentação de ar dentro da torre. O seu funcionamento depende da existência de pressão suficiente que permita a criação de um escoamento de ar, dependendo este escoamento da diferença de densidade entre o ar interior (dentro da torre) e o ar exterior. O arrefecimento é feito na parte baixa da torre e o ar entra pelas aberturas laterais inferiores da mesma. O fluxo entre a água e o ar é em contracorrente.

Nestas torres o factor crítico é a temperatura ambiente do ar e a sua velocidade. Caso a temperatura do ar aumente ao longo do dia, o funcionamento da torre poderá estar comprometido. Em localidades em que as velocidades dos ventos são altas, as torres atmosféricas podem ser uma alternativa económica.

O custo deste tipo de torres costuma ser elevado. É por isto que são geralmente utilizadas em instalações industriais de grande dimensão, como as centrais termoeléctricas, ou em centrais que exista um investimento a amortizar com prazo longo. Contudo têm custos de manutenção e operação inferiores a outros tipos de torres.

A seguinte figura mostra uma fotografia e um esquema deste tipo de torres, visualmente muito conhecidas:

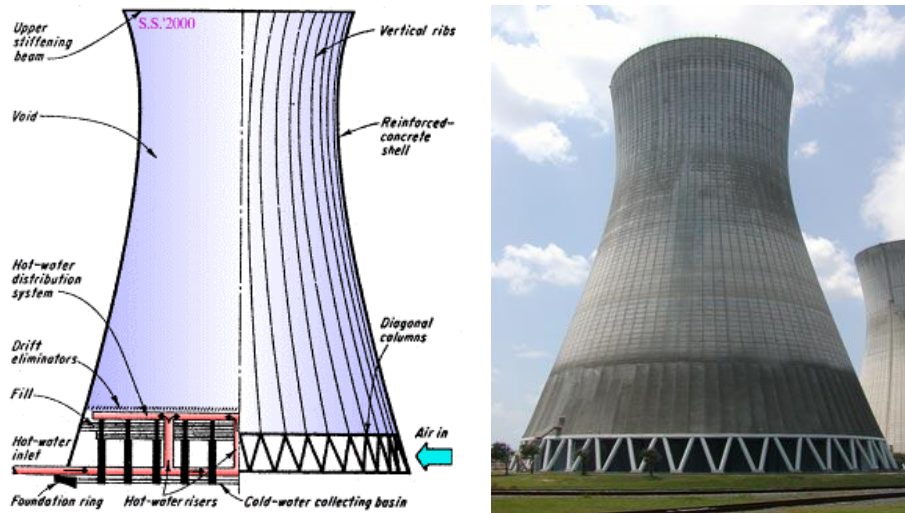


Figura 7 – Esquema e foto de uma torre de arrefecimento de circulação natural hiperbólica

(Fonte – Material fornecido por ESINDUS S.A.) [5]

Nas **torres com aspiração de ar mecânica (assistidas)** utilizam-se ventiladores para a criação de um escoamento de ar na torre. Com a utilização deste sistema, o desempenho térmico da torre tende para uma estabilização e é pouco afectado pelas variáveis psicrométricas, quando comparadas com as torres atmosféricas. Quanto à localização do sistema de ventilação as torres mecânicas dividem-se em dois grupos. Designam-se forçadas aquelas cujo sistema de ventilação se localiza à entrada da torre, abaixo do enchimento, forçando o ar exterior para o seu interior. Designam-se de induzidas, aquelas em que o sistema de ventilação fica situado à saída, acima do enchimento, extraindo o ar de dentro da torre para o exterior.

Nas torres com aspiração induzida, o ar sai a uma velocidade mais alta, pela virola, dispersando-se com mais facilidade. No entanto, nas torres com aspiração forçada, a perda de carga do ar causada pelo enchimento da torre é maior, o que implica um aumento de potência do ventilador. Para a torre com aspiração forçada, a distribuição do ar é mais pobre, pois o ar deve fazer um desvio de 90°, ao contrário da torre com aspiração induzida. Outra desvantagem da aspiração forçada é que o ar parcialmente saturado que sai da torre tem baixa velocidade e não se dispersa facilmente, podendo contaminar o ar novo que entra na torre, criando recirculação, o que pode ter impacto na temperatura de bolbo húmido na entrada de ar e no desempenho da torre.

Na seguinte figura pode-se ver um desenho destes dois tipos de torre:

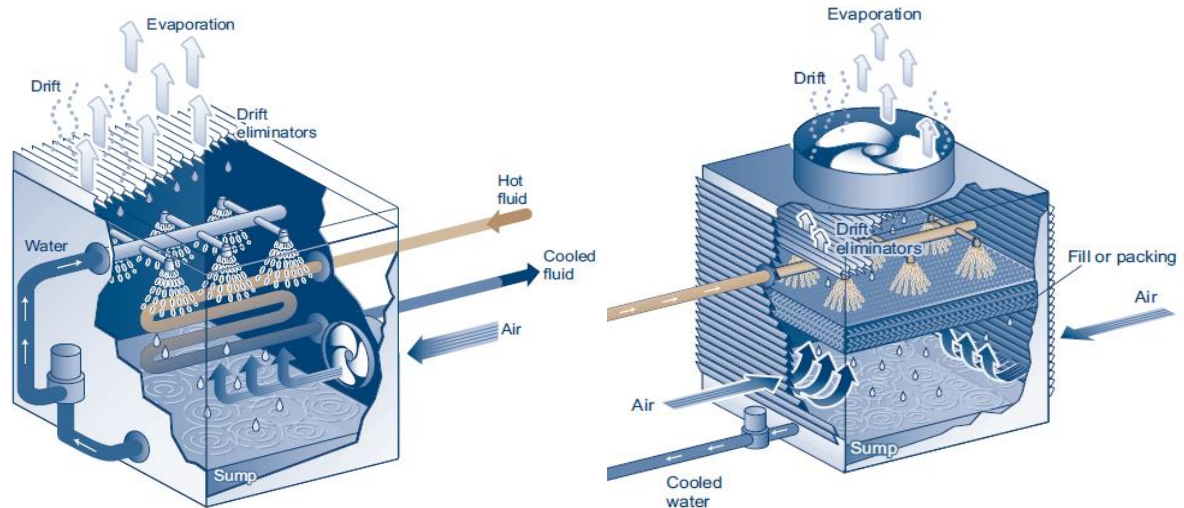


Figura 8 - Torres de arrefecimento com aspiração forçada e induzida

(Fonte – Guidelines for managing water in cooling systems 2008) [4]

Pode-se também considerar como torres de tiragem mecânica as **torres de tiragem natural assistidas por grupos mecânicos**, que combinam as vantagens das torres de tiragem mecânica e as torres de tiragem natural. Na seguinte figura pode-se ver uma foto de uma torre deste tipo:



Figura 9 - Torre de arrefecimento de tiragem natural com aspiração assistida

(Fonte – Website: www.hamon.com) [5]

O consumo de energia de uma torre deste tipo é inferior ao das torres mecânicas, forçadas ou induzidas. Uma torre deste tipo tem cerca de $2/3$ do diâmetro da base e metade da altura de uma torre natural concebida para o mesmo desempenho o que contribui para a diminuição do seu impacto visual na paisagem. Para além disso, deve ainda ter-se em conta que estas torres podem

funcionar nas épocas frias do ano sem a utilização dos ventiladores, facto que se traduz em poupança de energia [1]. A sua desvantagem relativamente as torres hiperbólicas normais é que os custos de manutenção são maiores devido á presença de equipamentos mecânicos.

Finalmente, ainda se pode fazer uma última classificação das torres, tendo em conta a relação entre o escoamento de ar e água dentro da torre. De acordo com este critério, as torres podem ser do tipo contracorrente e cruzado.

Na seguinte figura podem-se ver os dois tipos de torres:

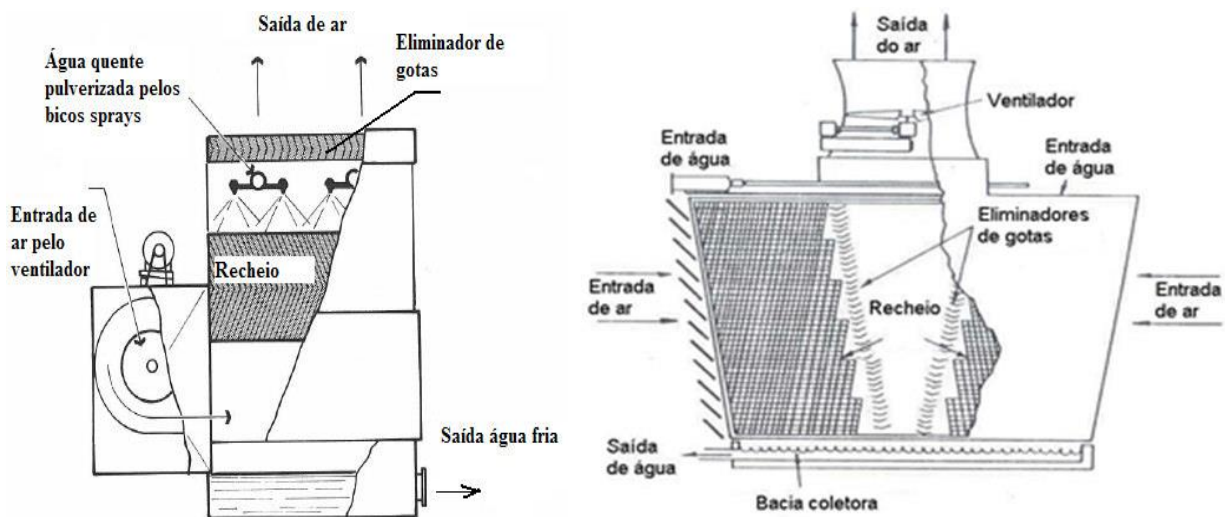


Figura 10 - Torres de arrefecimento de fluxo contra corrente e fluxo cruzado
 (Fonte – SPX Cooling Technologies, Cooling Tower Fundamentals, 2009) [6]

Nas **torres do tipo contra corrente** o ar e água movimentam-se em direcções opostas. A água cai por gravidade dentro da torre e o ar sobe na vertical. Devido à necessidade de grandes áreas de entrada e movimentação do ar, estas torres utilizam sistemas de distribuição de água á pressão. Estes são constituídos por dispersores que tem como função proporcionar uma distribuição homogénea de água sobre o enchimento com uma determinada pressão.

Nas **torres do tipo fluxo cruzado**, o ar é aspirado através de duas aberturas laterais e entra perpendicularmente em relação ao enchimento e à corrente de água. O enchimento é, normalmente dividido em duas secções e no intervalo entre essas secções localiza-se o ventilador. A água a ser arrefecida é levada para tanques localizados acima do enchimento (lugar onde se dá o arrefecimento) [1]. A partir deste ponto a água cai por gravidade, através de orifícios, desde o topo da torre e é distribuída pelo enchimento (a ambos lados da torre) até ao

fundo da torre. Como já foi explicado anteriormente para as torres evaporativas, a água é arrefecida por cessão de calor sensível e latente para o ar.



Figura 11 – Vista exterior e interior (durante a construção) de uma torre de fluxo cruzado
 (Fonte – Material fornecido por ESINDUS S.A.) [5]

A Tabela 1 mostra um resumo das classificações das torres de arrefecimento de água:

Tipo de arrefecimento	Escoamento	Tiragem
Evaporativo	Fluxo cruzado	Natural
		Mecânica
	Fluxo contracorrente	Natural
		Mecânica
Não evaporativo	Fluxo contracorrente	Natural
		Mecânica
Não evaporativo e evaporativo	-	Mecânica

Tabela 1 – Classificação das torres de arrefecimento

2.4 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS VINCULADOS A UTILIZAÇÃO DE ENERGIA

2.4.1 Componentes principais de uma torre de arrefecimento evaporativa de contacto directo

Posto que neste trabalho vai ser analisado o processo de gestão de um projecto uma torre de arrefecimento evaporativa, é fundamental descrever quais são os componentes principais deste tipo de torres. As seguintes figuras oferecem uma visão geral das partes que compõem este tipo de torres:

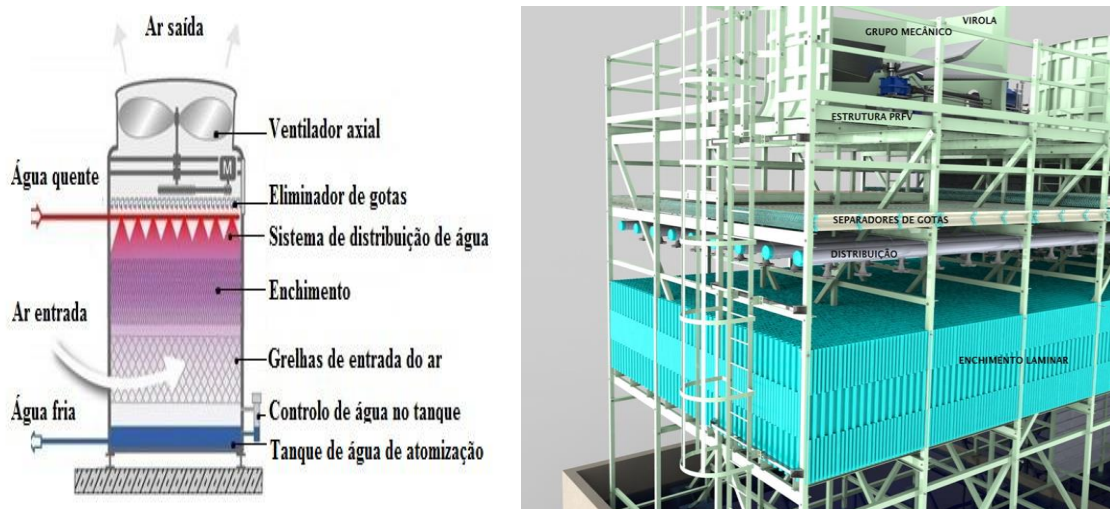


Figura 12 – Principais componentes de uma torre de arrefecimento evaporativa
 (Fontes – Website: www.spxcooling.com [3]; Material fornecido por ESINDUS S.A.[5])

2.4.2 Estrutura e revestimento exterior

É a estrutura que confina a água na torre e deve estar projectada com três objectivos:

O primeiro: deve ser capaz de suportar o equipamento no seu interior: motor, redutor, veio, ventilador, enchimento, eliminador de gotas, grelhas e sistema de distribuição de água.

O segundo: deve ser capaz de suportar o peso da água que circula no seu interior.

O terceiro: deve ser projectada para suportar os esforços externos devidos aos ventos circundantes e os eventuais movimentos sísmicos da zona. A estrutura deve ser também estanque e resistente à corrosão e ter propriedades retardantes ao fogo.

2.4.3 Sistemas de distribuição de água

Os sistemas de distribuição de água são classificados como:

- Por gravidade;
- Por pressão.

Sistema por gravidade

Este sistema de distribuição de água é normalmente utilizado nas torres de fluxo cruzado que foram explicadas anteriormente. A principal vantagem consiste na pequena altura de bombagem requerida, a qual conduz a baixos custos de operação. A regulação da taxa de água para atingir a máxima eficiência é feita mediante a variação do nível de água no depósito ou canal como se poder ver na seguinte figura.

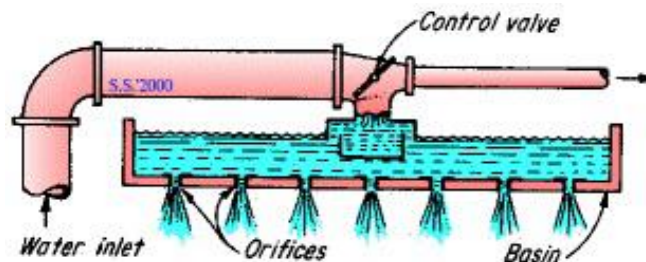


Figura 13 - Sistema de distribuição por gravidade

(Fonte - Website: www.me.psu.ac.th) [7]

A manutenção destes canais de água é simples e pode ser realizada inclusive com a torre em operação. Este sistema raramente é usado para torres com fluxo em contracorrente, já que não seria possível uma boa distribuição de água e ocorreria uma interferência com o fluxo de ar.

Sistema por colector/braços rotativos

A maior parte das torres com fluxo em contracorrente estão equipadas com sistemas de pulverização por pressão, compostos por pulverizadores voltados para baixo. Existem dois tipos: O primeiro é constituído por um colector central, do qual parte uma serie de ramais laterais equidistantes e simétricos, de tal forma que a rede formada cobre a superfície da torre, repartindo a taxa de água de forma homogénea por toda a área do enchimento. A velocidade da água nos ramais oscila entre 1,5 e 2,0 m/s.

O segundo sistema é composto por um ou vários braços rotativos pelos quais circula a água que vai ser arrefecida. O movimento do braço é produzido devido a uma força de reacção ao movimento de saída da água sob pressão através dos pulverizadores, que formam um determinado ângulo com a vertical. Este sistema é muito pouco utilizado actualmente.

As seguintes figuras apresentam os dois sistemas de distribuição de água:

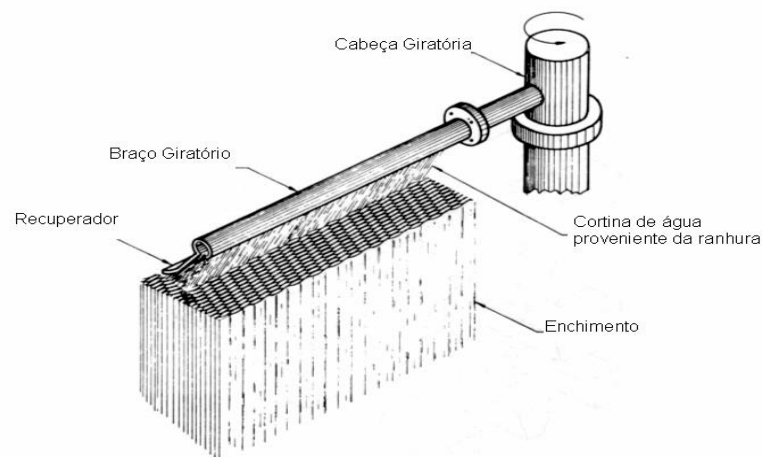


Figura 14 - Sistemas por pressão com distribuição através de tubagem rotativa
 (Fonte - Website: www.ebah.com.br) [8]

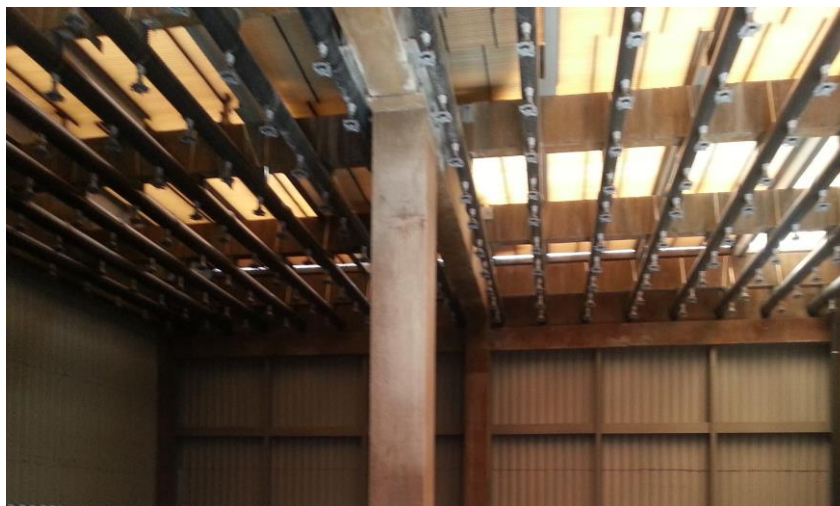


Figura 15 - Vista dum sistema de distribuição de água de tubagem fixa
 (Fonte - Material fornecido por ESINDUS S.A.) [5]

Os problemas associados com esse tipo de sistemas são principalmente de manutenção. A sujidade acumulada nos ramais e nos pulverizadores é de difícil limpeza, além disso, estes encontram-se posicionados abaixo dos eliminadores de gotas, numa zona de difícil acesso, o que faz que a sua limpeza apenas seja possível com a torre fora de funcionamento.

2.4.4 Enchimento

O enchimento é um componente essencial nas torres de arrefecimento e tem como missão acelerar a dissipação de calor. Isto é conseguido aumentando-se o tempo e a superfície de contacto entre a água e o ar, mediante a criação de gotas ou películas finas.

O enchimento deve ser construído num material de baixo custo e de fácil instalação. Além de ser um bom transmissor de calor, deve oferecer pouca resistência a passagem de ar, proporcionar e manter uma distribuição uniforme de água e de ar durante todo o tempo de vida da torre. Também é importante que o material apresente uma boa resistência á deterioração [9].

Os diferentes tipos de enchimento podem ser classificados dentro das seguintes categorias:

- De gotas ou grelhas;
- De película ou laminar.

Enchimentos de gotas ou grelhas “*Splash*”

O propósito básico deste enchimento consiste em gerar pequenas gotas de água, em cuja superfície se verifica o processo de evaporação. Este efeito é conseguido mediante a queda da água sobre uma série de grelhas. A água, ao cair, é separada em gotas cada vez menores o que vai favorecer a transmissão de calor. Este tipo de enchimento é utilizado quando a água a arrefecer apresenta sujidade (poeiras, pós, partículas) e sólidos em suspensão. A eficiência térmica é menor do que para os enchimentos laminares, pelo que é preciso uma altura de enchimento superior. O arraste e gotas é também importante, o que obriga a utilização de eliminadores de gotas de alto rendimento. Existem diferentes formas e disposições para este tipo de enchimento. Na seguinte figura pode-se ver um deles:



Figura 16 - Enchimento de grelhas
(Fonte – Material fornecido por ESINDUS S.A.) [5]

Enchimento de Película ou Laminar

Este tipo de enchimento proporciona uma maior capacidade de arrefecimento, para um mesmo espaço ocupado, que o de gotas ou grelhas. A eficiência deste sistema depende da sua capacidade em distribuir a água numa fina película que escoar sobre grandes superfícies, com o objectivo de proporcionar a máxima exposição da água á corrente de ar. Este tipo de enchimento é mais sensível as irregularidades da taxa de ar e a distribuição de água pelo que o desenho da torre deve garantir a sua uniformidade através de todo o enchimento. A sua principal vantagem é a ausência de gotas, o que reduz enormemente as perdas por arraste e possibilita o aumento da velocidade da corrente de ar, que como consequência, conduz a diminuição da altura do enchimento e da altura de bombagem. Dessa maneira os custos de operação são reduzidos. O principal inconveniente dos enchimentos laminares é a sua tendência em acumular depósitos e sujidades entre as placas paralelas que os constituem. Este fenómeno conduz a obstruções parciais e a formação de canais preferenciais por onde escorre a água, rompendo a homogeneidade da película [9].

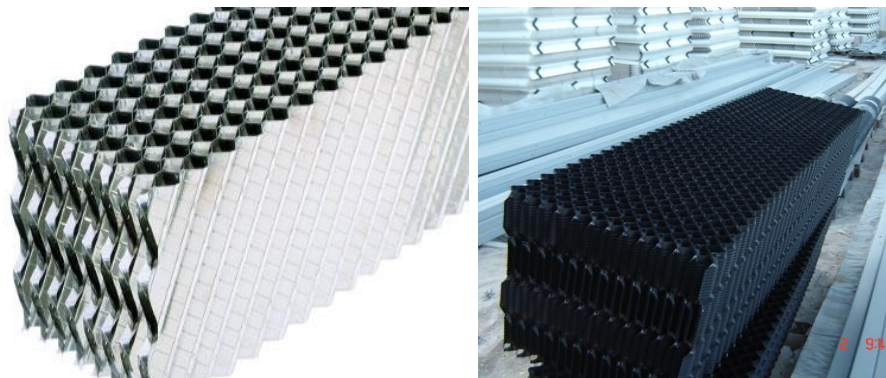


Figura 17 - Enchimento de película ou laminar de placas onduladas
(Fonte – Websites: www.ebah.com.br; ESINDUS S.A.) [5]

2.4.5 Protecção na entrada de ar (persianas ou painéis)

As persianas têm como objectivos: Por um lado reter a água de arrefecimento dentro da torre, e por outro uniformizar o escoamento de ar no enchimento. Devem ser capazes de fazer funcionar a torre em ambientes frios e eliminar os problemas de formação de gelo no inverno. A distribuição do ar e a retenção de água estão directamente relacionadas com a inclinação, a largura e o espaçamento dos painéis. As persianas são normalmente utilizadas em torres de fluxo

cruzado para uma maior distribuição do ar por todo o enchimento. A seguinte figura mostra um exemplo deste tipo de sistemas:



Figura 18 – Persianas de entrada de ar numa torre de escoamento cruzado
 (Fonte – Material fornecido por ESINDUS S.A.) [5]

2.4.6 Separadores de gotas

A função principal deste componente consiste em reter as pequenas gotas arrastadas pelo ar que sai da torre, pela virola. Existem diversos tipos ainda que basicamente, todos os separadores de gotas atuam por inercia, provocando bruscas mudanças de direcção da corrente de ar. A força centrífuga resultante, separa as gotas de água, depositando-as na superfície do separador para posteriormente caírem sobre o enchimento. A actuação do separador de gotas proporciona três efeitos positivos: diminui as perdas de água, evita possíveis danos aos equipamentos adjacentes e grupos mecânicos da torre e limita a formação de névoa [9].

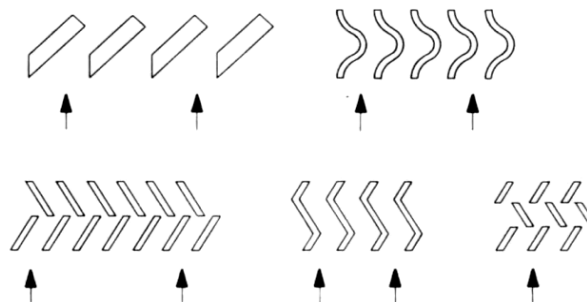


Figura 19 - Tipos de eliminadores de gotas
 (Fonte – Website: www.ebah.com.br) [8]

Os materiais utilizados devem resistir à temperatura, atmosferas corrosivas e erosivas. No passado, existiam em madeira tratada, chapa galvanizada, alumínio. Actualmente existe uma tendência de utilização de lâminas de plástico, PP, PVC, ABS, etc.



Figura 20 - Separadores de gotas utilizados durante a construção da torre

(Fonte – Website: www.towertechindia.com; ESINDUS S.A.) [5]

2.4.7 Ventiladores

Existem dois tipos fundamentais de ventiladores: axiais, nos quais o ar mantém a direcção do eixo antes e após sua passagem pelo rotor, e centrífugos, nos quais o ar é descarregado na direcção normal à direcção de entrada.

Os ventiladores axiais são apropriados para movimentar grandes volumes de ar com pequeno aumento de pressão estática e dinâmica, sendo que se encontra mais difundido em instalações industriais. São de custo relativamente baixo e podem ser utilizados em torres de qualquer dimensão. Com virolas correctamente projectadas, os ventiladores axiais operam com eficiências de 80 a 85%. Os diâmetros podem alcançar mais de 10 m, ainda que oscilem entre 3 e 7 metros em instalações industriais. Em certos casos os ângulos de ataque das pás podem ser alterados pelo simples regulação das braçadeiras de união ao cubo central. Geralmente utilizam-se materiais metálicos ou compósitos, ainda que o uso de ventiladores com pás de plástico esteja a difundir-se, devido ao custo atraente e a boa resistência ao ataque químico.

Os ventiladores centrífugos são constituídos por uma carcaça e um rotor, podendo ser de simples ou dupla aspiração. Nas torres produzidas em série, para as que requerem baixos níveis sonoros, utilizam-se normalmente ventiladores de dupla aspiração lateral. São particularmente adequados para fornecer pequenos caudais e pressões maiores que os ventiladores axiais. Existem três tipos

de ventiladores centrífugos: de pás radiais, de pás curvadas para frente e de pás curvadas para trás. Os ventiladores de pás curvadas para frente são os mais utilizados em torres de arrefecimento, pois devido a alta velocidade do ar que abandona o rotor, este pode trabalhar com uma menor rotação com a consequente redução no nível de ruído. Além disso, para um dado serviço, são de menores dimensões e portanto mais económicos. Os materiais utilizados são metálicos e não existe possibilidade de alteração na inclinação das pás [9].



Figura 21 – Exemplos de ventiladores axiais e centrífugo
(Fonte – Website: <http://www.baltimoreaircoil.eu/>) [10]

2.4.8 Bombas

Os sistemas de bombagem para recirculação de água na torre consomem uma fracção importante da potência requerida para o sistema de arrefecimento. Quase sempre são empregadas bombas centrífugas, de um ou vários estágios, dependendo do caudal e altura manométrica requeridas. Em instalações importantes é comum a utilização de duas bombas em serviço e uma de reserva [9].

2.4.9 Motores e redutores

Os motores eléctricos utilizados para accionar os ventiladores das torres de tiragem mecânica devem operar em condições adversas, já que se encontram expostos as condições do tempo, a atmosferas contaminadas e a alta humidade, consequência do funcionamento da torre. Os motores de duas velocidades são especialmente convenientes para o caso em que o período de operação se estenda ao longo de todo o ano. Com esse tipo de motores pode-se reduzir consideravelmente a potência consumida em períodos frios ou durante a noite [9]. Para certas

aplicações pode ser também importante a utilização de motores e ventiladores que funcionem com níveis baixos de ruído.

Os redutores são utilizados para diminuir a velocidade de rotação do motor eléctrico e ajusta-la a velocidade de rotação calculada para o ventilador.

2.4.10 Materiais utilizados na construção de torres de arrefecimento evaporativas

As primeiras torres de arrefecimento foram construídas essencialmente em madeira. A madeira fazia parte de componentes como as fachadas ou revestimento, as grelhas de entrada do ar, enchimento e em algumas vezes da balsa de água fria. As torres de madeira ainda são utilizadas, mas o revestimento é composto por fibra de vidro em vez de madeira.

Actualmente, nas torres e seus componentes são utilizados uma variedade de materiais tendo em conta a sua função e utilização. Nas torres são precisos materiais resistentes a corrosão, e que ofereçam um tempo de serviço longo com poucas paragens para trabalhos de manutenção. Neste sentido o aço galvanizado, vários tipos de aço inoxidável, fibra de vidro e o cimento são amplamente utilizados na construção da torre, bem como o alumínio e diversos tipos de plásticos para alguns componentes da torre. As torres de arrefecimento de grandes dimensões são normalmente feitas de cimento ou PRFV.

De seguida, descrevem-se os materiais mais comuns utilizados na fabricação dos componentes das torres:

- Entradas de ar: fibra de vidro.
- Tanque de água: aço ou cimento.
- Enchimento: PVC, PP, madeira.
- Estrutura metálica interior: aço.
- Colectores de água: PVC, PP, fibra de vidro.
- Ventiladores centrífugos: aço galvanizado, alumínio, fibra ou plástico.
- Ventiladores axiais: aço galvanizado, alumínio, fibra de vidro, PRFV.
- Tubos de Serpentinhas: cobre, alumínio, Cu-Ni, aço e aço inoxidável e nalguns casos titânio.
- Alhetas das serpentinhas: alumínio, cobre, metais revestidos com polímeros, aço e aço inoxidável.

2.5 ANÁLISE ENERGÉTICA DAS TORRES DE ARREFECIMENTO EVAPORATIVAS

2.5.1 Considerações Gerais e Terminología

Antes de estudar como funciona uma torre de arrefecimento, é fundamental entender corretamente o conceito das temperaturas de bolbo seco e bolbo húmido do ar.

A temperatura de *bolbo seco do ar* é a própria temperatura do gás (o bolbo do termómetro usado na medição está "seco").

A temperatura de *bolbo húmido* é medida com o bolbo do termómetro envolto com uma gaze humidificada com água. A temperatura de bolbo húmido é menor ou no máximo igual em relação à temperatura de bolbo seco. Isso ocorre porque, exposta a uma corrente de ar não saturado (humidade relativa menor do que 100 %), parte da água presente na gaze evapora e com isso, retirando calor, a temperatura baixa [11].

Numa torre de arrefecimento evaporativa, a principal contribuição para o arrefecimento da água é dada pela evaporação de parte dessa água que recircula na torre. A evaporação da água causa a diminuição da temperatura da água que escoa ao longo da torre de arrefecimento. Isso ocorre porque a água para evaporar precisa de calor latente, e esse calor é retirado da própria água que escoa pela torre. A evaporação de parte da água é responsável por aproximadamente 80% do arrefecimento da água. A diferença de temperatura entre o ar e a água é responsável pelos outros 20 % do arrefecimento (troca de calor sensível).

O aumento do caudal de ar e água causa um aumento da turbulência, o que favorece a transferência de calor e massa. No entanto, a partir de um determinado ponto, o contato entre a água e o ar torna-se ineficiente, podendo ocorrer, por exemplo, excessivo arraste de água pela corrente de ar ou a dificuldade de se formar filmes na superfície do enchimento que favorecem a transferência de massa. Desta maneira, os caudais água e ar da torre são limitados pelo tipo de enchimento empregado.

O *range ou salto* de uma torre de arrefecimento é definido como a diferença entre a temperatura da água quente (alimentação da torre) e a temperatura da água fria (saída da torre).

O *approach ou aproximação* de uma torre de arrefecimento é a diferença entre a temperatura da água fria (saída da torre de arrefecimento) e a temperatura de bolbo húmido do ar na entrada da

torre. Para torres de arrefecimento industriais, o *approach* ronda os 5 °C, com o mínimo de 3°C, sendo também um critério do projecto.

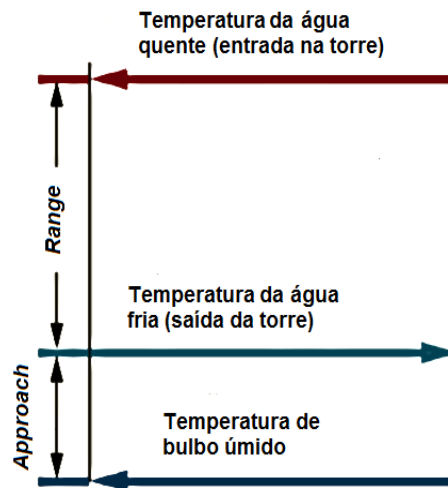


Figura 22 – Approach e Range numa torre de arrefecimento

(Fonte – Website: www.chemicalengineeringsite.com) [12]

A *taxa de água* de arrefecimento que recircula na torre, juntamente com o range e approach, são as variáveis de processo necessárias para o dimensionamento de uma torre de arrefecimento. Outro dado necessário ao dimensionamento da torre é o parâmetro de *eficiência da torre*:

$$e = \frac{T^a \text{ água de entrada} - T^a \text{ água de saída}}{T^a \text{ água de entrada} - T^a \text{ bulbo húmido}}$$

A *capacidade da torre* é a quantidade de calor que é dissipado no processo de arrefecimento.

Chama-se *água de arraste (drift)* à perda da água de circulação da torre através de gotículas arrastadas pela descarga de ar.

Os *ciclos de concentração (C.O.C.)* são a relação existente entre a quantidade de sólidos dissolvidos na água de circulação da torre e a quantidade de sólidos dissolvidos na água de reposição.

A *água perdida por evaporação* é a principal responsável pelo arrefecimento da água circundante.

A rejeição de parte da água do sistema para controle de concentração de sais e outras impurezas é chamado *purga*.

A taxa de água adicionada ao sistema para repor as perdas de água por evaporação, arraste e purga é chamada de *água de reposição*.

2.5.2 Aspectos gerais no balanço de massas e energia numa torre de arrefecimento evaporativa de tiragem induzida

A Figura 23 apresenta o volume de controlo e os caudais de ar e água do sistema de arrefecimento de água operando com uma fonte de calor num circuito fechado.

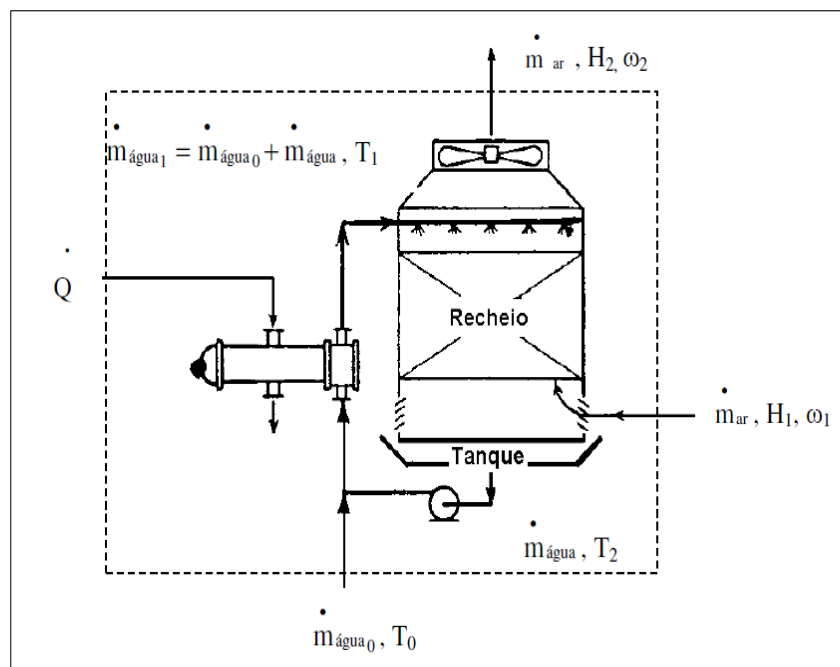


Figura 23 – Esquema do balanço de massa e energia numa Torre
 (Fonte – KERN, Process heat transfer, 1965) [13]

O balanço de massas, em termos gerais, virá dado pela expressão:

$$\dot{m}_{\text{água}1} = \dot{m}_{\text{água}0} + \dot{m}_{\text{água}} \quad | \quad \dot{m}_{\text{ar}} \text{ entrada} \cong \dot{m}_{\text{ar}} \text{ saída}$$

O balanço de energia, em termos gerais, virá dado pela expressão:

$$\dot{m}_{\text{água}1} C_{pw} T_1 + \dot{m}_{\text{ar}} H_1 + \dot{m}_{\text{água}0} C_{pw} T_0 = \dot{m}_{\text{água}} C_{pw} T_2 + \dot{m}_{\text{ar}} H_2$$

Estas expressões teóricas são certas nas seguintes condições:

- Todo o calor trocado entre a água e o ar se faz no recheio ou enchimento;
- Não há perdas de calor para o exterior;
- Os fluidos estão em contracorrente pura;
- É considerado que a quantidade de ar se mantém constante.

2.5.3 Aspectos gerais sob a transferência de calor no processo de arrefecimento (para torres evaporativas em contracorrente)

No interior da torre produz-se um contacto entre a água que desce e o ar que sobe. Concretamente, a transmissão de calor entre a água e o ar, realiza-se através de três fenómenos:

- Transmissão de calor por radiação, através da superfície exterior da gota de água, que cede calor a interface. Esta transferência de calor considerasse depreciable pelo seu baixo nível térmico;
- Transmissão de calor por convecção (calor sensível), onde se produz um fluxo de calor na direcção o ar que rodeia a água como consequência da diferença de temperatura entre ambos os fluidos;
- Transmissão de calor por absorção de calor latente de vaporização de água que passa a estado gasoso, arrefecendo parte da água com que está em contacto. Estima-se que por volta ao 80% do calor evacuado é devido a evaporação.

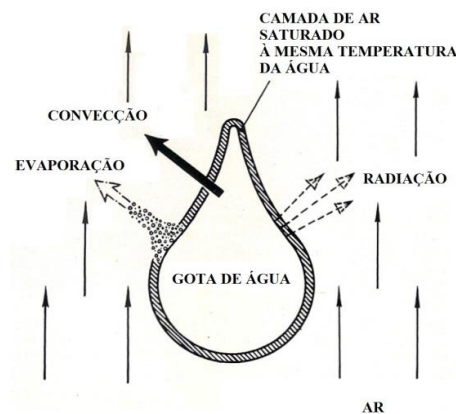


Figura 24 – Transferência de calor numa gota de água dentro da torre

(Fonte – MELLO, Influência de variáveis de processo no desempenho de torre de arrefecimento, 2008) [14]

Ao entrar em contacto o ar com a água forma-se uma fina camada de ar húmido saturado sobre a lâmina de água que desce pelo enchimento, chamada *interface*. Tal deve-se ao fato da pressão parcial de vapor de água na película de ar ser superior à do ar húmido que circula pela torre, produzindo-se uma evaporação de parte da massa de água. Esta massa de água evaporada extrai o calor latente de vaporização do próprio líquido. Este calor latente é cedido o ar, obtendo um arrefecimento da água e um aumento da temperatura do ar.

2.5.4 Modelos matemático de transferência de calor para torres evaporativas de contacto directo em contracorrente. Teoria de Merkel

A teoria mais utilizada no processo de transferência de calor entre o ar e a água na torre de arrefecimento é a desenvolvida por Merkel.

Frederick Merkel, de nacionalidade Alemã, baseou a sua teoria nas diferenças de potencial das correntes enquanto trabalhava na faculdade técnica do *College of Dresden*. Merkel faleceu pouco tempo depois de ter publicado o seu artigo científico sobre as torres de arrefecimento (1925) e o seu trabalho, na época, só teve projecção praticamente dentro da Alemanha.

Esta teoria considera que numa torre de arrefecimento em contracorrente, quando as gotículas de água são suficientemente finas, existe uma fina película de ar saturado (*interface*) que envolve a gota e que possui a mesma temperatura da gota. Dessa forma, o ar que envolve a gota está a uma temperatura diferente da temperatura do ar ambiente das proximidades da gota. Essa diferença potencial de entalpia gera a força motriz do processo de arrefecimento. A interface é considerada como uma camada fina de ar saturado com um gradiente de temperatura através dela. Esta camada tem as condições termodinâmicas: T_i , H_i , W_i , conforme esquema apresentado na seguinte figura. A temperatura da interface T_i é aproximadamente igual a T_a (Temperatura da gota de água) [15].

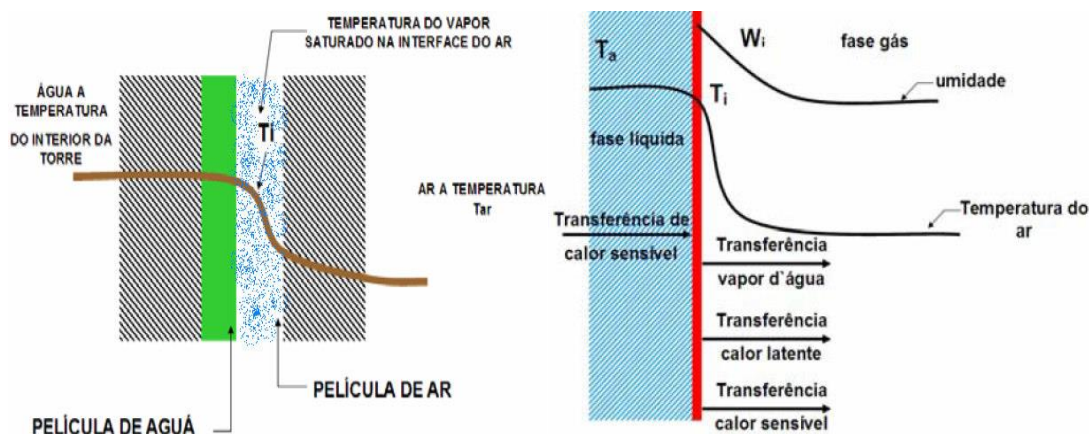


Figura 25 – Transferência de calor nas gotículas de água

(Fonte – MELLO, Influência de variáveis de processo no desempenho de torre de arrefecimento, 2008) [14]

A teoria de Merkel baseia-se na transferência de massa e de energia, da água para esta *interface* e depois da *interface* para o ar envolvente. Os caudais passam estas duas fronteiras, oferecendo cada uma delas resistência à sua passagem, resultando daqui gradientes em temperatura, de

humidade e consequentemente de entalpia. Merkel demonstrou que o calor total transferido é directamente proporcional à diferença entre a entalpia do ar saturado à temperatura da água (h_i), e a entalpia do ar no ponto imediatamente antes do contacto com a água (h_a). A expressão que traduz o calor transferido é a seguinte [15]:

$$Q = K \times B \times (h_i - h_a)$$

Onde:

Q = Calor total transferido

K = Coeficiente de fluxo global de transferência de calor

B = Área de transferência de calor

$B = a \times V$, onde a representa à área de transferência por unidade de volume da torre (m^2/m^3) e V representa o volume efectivo do enchimento.

h_a – é a entalpia do ar antes do contacto com a água.

h_i – é a entalpia do ar saturado à temperatura da interface ($T_i \approx T_a$)

A temperatura da água e a entalpia do ar vai-se alterando ao longo do enchimento e a relação de Merkel só pode ser aplicada a uma pequena parte da área de transferência de calor dB .

$$dQ = d [K \times B \times (h_i - h_a)] = K \times (h_i - h_a) \times dB$$

O caudal de transferência de calor do lado da água é $Q = C_{pw} \times L \times R$, com C_{pw} simbolizando a capacidade calorífica de água, L o caudal mássico da água e R a diferença entre as temperaturas da água de retorno e da água de fornecimento, $(t_1 - t_2)$ ou o *range*.

Então, para uma pequena área de transferência, $dQ = d [C_{pw} \times L \times (t_1 - t_2)] = C_{pw} \times L \times dt$

O calor de transferência do lado do ar é dado por $Q = G \times (h_a_2 - h_a_1)$, onde G é o caudal mássico do ar, h_a_2 = entalpia do ar de saída e h_a_1 = entalpia do ar de entrada.

Logo, para uma pequena área de transferência, $dQ = d[G \times (h_a_2 - h_a_1)] = G \times dh_a$.

Assim, eliminando dQ de ambas as relações,

$$K \times (h_i - h_a) \times dB = G \times dh_a$$

e

$$K \times (h_i - h_a) \times dB = C_p \times L \times dt$$

Estas expressões também podem ser reordenadas tal como se segue:

$$K \times dB = \frac{G}{(h_i - h_a)} \times dh_a \quad \text{e} \quad \frac{K \times dB}{L} = \frac{C_p}{(h_i - h_a)} \times dt$$

Após integrar a segunda expressão temos:

$$\frac{K \times B}{L} = \frac{K \times a \times V}{L} = C_p \times \int_{t_1}^{t_2} \frac{dt}{(h_i - h_a)}$$

O primeiro membro da equação $\frac{K \times a \times V}{L}$ é adimensional e é conhecido como *Característica da Torre*, que recebe também a denominação de *NTU*.

O segundo membro da equação $C_p \times \int_{t_1}^{t_2} \frac{dt}{(h_i - h_a)}$ só depende das propriedades do ar e da água e é independente das dimensões da torre.

A seguinte figura ilustra num diagrama $h-T^a$, as relações entre água e ar e o potencial motor que existe numa torre de arrefecimento em contracorrente, onde o ar escoa em sentido oposto ao da água.

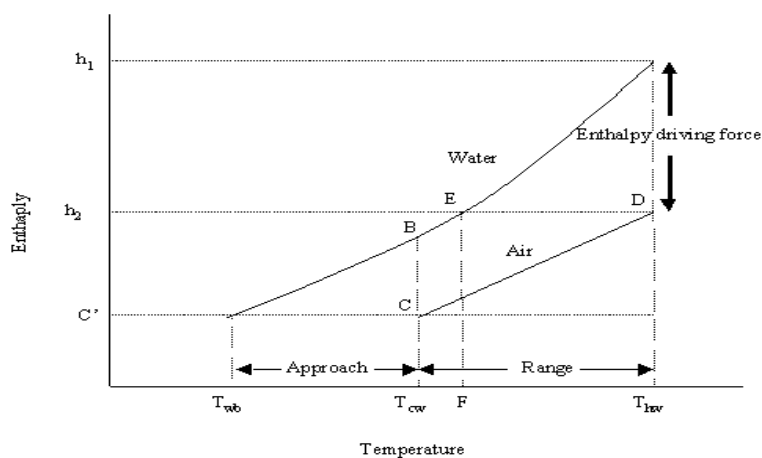


Figura 26 – Diagrama $h-T^a$ de funcionamento da torre de arrefecimento
 (Fonte – website: www.cheresources.com) [16]

Onde se observa que;

A linha AB e a curva de variação da entalpia da água com a temperatura.

A linha CD e a linha de operação do ar.

A integral da equação de Merkel ($\int_{t_1}^{t_2} \frac{dt}{(hw-ha)}$) ou *característica da torre (NTU)* é representada pela área ABCD no diagrama. Este valor varia com a razão **L/G**, onde L= caudal mássico de água (kg/h) e G= caudal mássico de ar (kg/h).

Para um conjunto de condições de projecto, ou seja, temperatura de água quente, temperatura de água fria e temperatura de bolbo húmido, pode-se resolver a integral de Merkel por vários valores de L/G e obter-se também as curvas característica e de demanda do arrefecimento. As publicações técnicas do CTI (*Cooling Technology Institute*), como o denominado *Blue Book*, têm um grande número de gráficos que estimam o valor de KaV/L (calculado através de programas informáticos) em função de L/G para uma grande quantidade de condições de *design* em diferentes projectos. As curvas obtidas denominam-se *curvas de demanda* da torre. O *Blue Book* inclui até 821 curvas, dando os valores de KaV/L para 40 temperaturas de bolbo húmido, 21 saltos “*range*” e 35 aproximações “*approach*”.

Os fabricantes de torres de arrefecimento têm, a partir de testes realizados aos seus enchimentos, as curvas características dos mesmos, como se pode ver na Figura 27. Estas curvas denominam-se *curvas características do enchimento*, e são calculadas mediante a fórmula:

$$KaV/L = C \times FH \times [L/G]^n,$$

Onde **C** e **n** são constantes que dependem do tipo de enchimento e FH é a altura do enchimento.

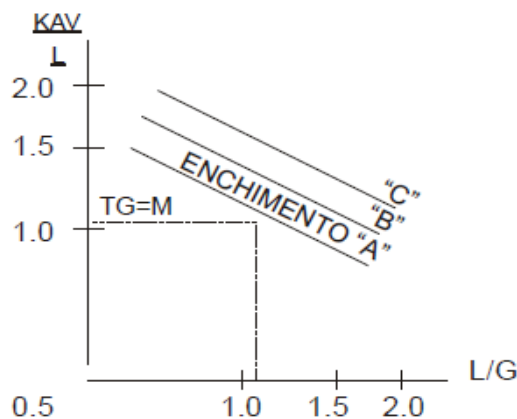


Figura 27 – Curva característica do enchimento
 (Fonte – Website: www.alpinaequipamentos.com.br) [17]

As duas curvas (curva característica e curvas de demanda) podem-se incluir no mesmo diagrama, como mostra a seguinte figura:

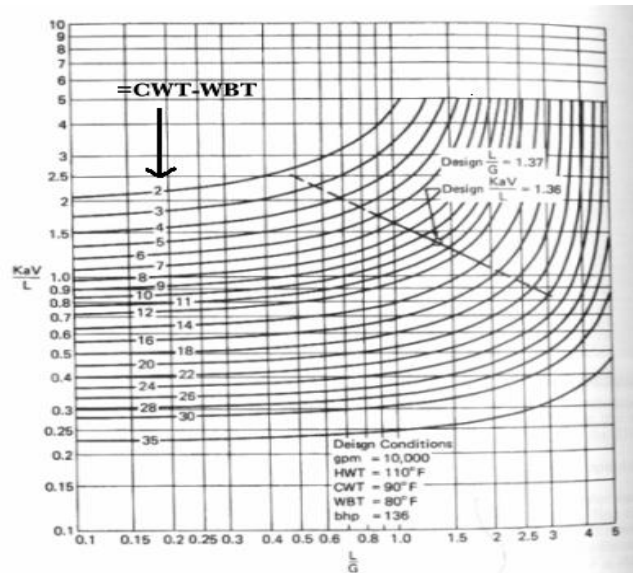


Figura 28 – Curvas de demanda para diferentes valores do *approach*
 (Fonte – Website: www.alpinaequipamentos.com.br) [17]

O número que aparece associado a cada curva de demanda representa a aproximação A_p (*approach*), CWT-WBT na figura. Finalmente, para um determinado valor do *approach* (que estará definido pelas condições de projecto), o valor de KaV/L é estabelecido para valores definidos de L/G e o tipo de enchimento seleccionado:

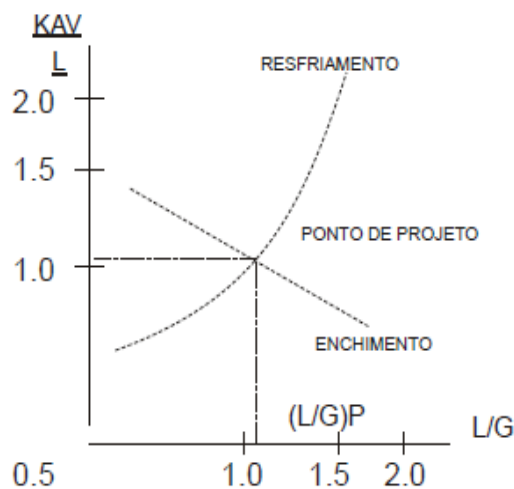


Figura 29 – Curvas característica e de demanda no ponto de projecto
 (Fonte – Website: www.alpinaequipamentos.com.br) [17]

A partir de aqui, e conhecendo o valor de KaV/L , pode-se tirar o valor de $B=a \times V$ =área de transferência de calor, sendo K e L conhecidos, e calcular assim o volume do enchimento.

O Volume total do enchimento = superfície plana do enchimento (m^2) \times altura do enchimento (m). Para um valor fixo da altura do enchimento podemos tirar a superfície do mesmo.

Conhecendo também o valor L/G , e sabendo que L é um dado de entrada do projecto, pode-se calcular o valor G =caudal mássico de ar em (kg/h) e assim determinar a potência dos ventiladores.

O *Cooling Technology Institute* comercializa uma ferramenta informática para o cálculo da integral de Merkel com base aos valores iniciais de desenho e as curvas características e de demanda da torre. Este programa informático é o *CTI Toolkit*.

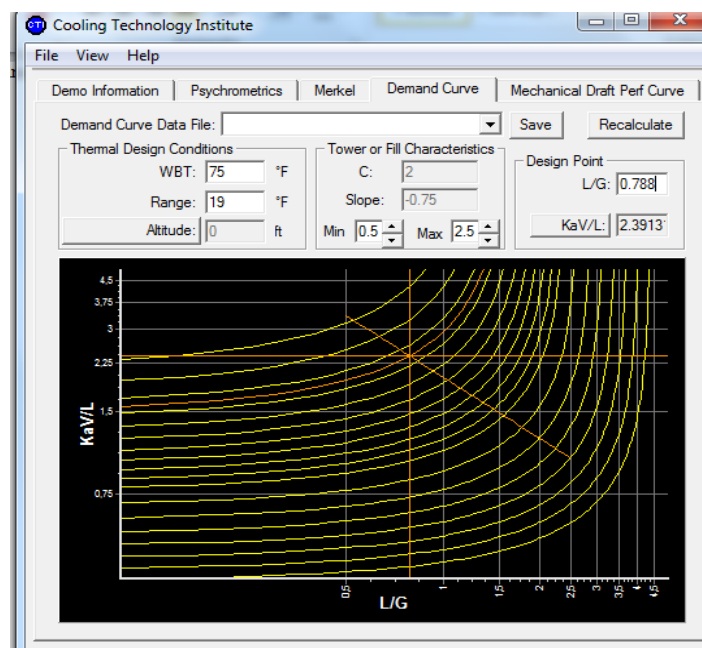


Figura 30 – Cálculo do valor de KaV/L através do software *CTI Toolkit*
 (Fonte – Website do Cooling Technology Institute) [27]

No caso acima apresentado, conhecendo os valores iniciais: Temperatura de bolbo húmido $75^{\circ}F \approx 23,8^{\circ}C$ e $range=19^{\circ}F$, escolhesse a respectiva curva de demanda. Para uns determinados valores da curva característica do enchimento (C e n (*slope*)) e o valor L/G , neste caso 0,788, o programa resolve a integral de Merkel (KaV/L), que neste caso tem um valor de 2.39.

2.5.5 Aspectos gerais sobre a operação de torres de arrefecimento.

O desempenho de uma torre de arrefecimento pode mudar, entre outros factores, conforme a temperatura do ar ambiente, a humidade do ar e a temperatura de bolbo húmido, ou seja, com o clima. No inverno, a temperatura do ar desce e a temperatura de saída da água também. Para manter a temperatura da água de saída constante, pode-se diminuir a quantidade de água em recirculação no sistema de refrigeração. No verão, ocorre o inverso; a temperatura de saída da água aumenta, comprometendo a operação de um condensador ou numa coluna de destilação, por exemplo. Pode-se aumentar o caudal de água no sistema, visando compensar o aumento de temperatura. Em países de clima quente, os principais problemas de desempenho na operação de torres de arrefecimento ocorrem durante o verão.

A direcção dos ventos deve ser considerada durante o projecto e instalação duma torre de arrefecimento assim como obstáculos próximos as entradas de ar. Fontes de calor próximas às torres de arrefecimento também podem influenciar a sua operação.

Problemas de recirculação e interferência são os mais comuns em torres de arrefecimento. A recirculação ocorre quando o ar quente e húmido que deixa a torre contamina o ar que está a entrar na torre. Esta situação pode ocorrer devido à direcção dos ventos, dificuldades de dispersão do ar de saída e formação de neblina. Também esta pode ocorrer quando a ar que sai de uma torre contamina o ar de entrada de outra torre próxima.

A formação de neblina (pluma) ocorre quando parte do vapor de água que sai da torre condensa em pequenas gotas, devido ao contacto com o ar ambiente mais frio, tornando-se o ar supersaturado. A formação de neblina ocorre com mais frequência no inverno, dificultando a dispersão do ar quente que sai da torre. As torres híbridas evitam este fenómeno, tal e como foi exposto anteriormente.

Os sais dissolvidos, sólidos e matéria orgânica em suspensão na água de arrefecimento são factores que contribuem para a formação de um meio favorável à proliferação de algas, bactérias e fungos, que por sua vez, prejudicam não só a operação da torre de arrefecimento, mas também o desempenho térmico da rede de permutadores de calor. A formação de algas e fungos pode provocar a queda de eficiência, deformação e desprendimento do enchimento da torre de arrefecimento. O tratamento químico da água de renovação para o controle de dureza, pH, condutividade é importante neste sentido.

3. GESTÃO DE PROJECTOS

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

3.1.1 Conceituação na gestão de projectos

Projecto: Pode ser definido como um empreendimento temporário que possui datas de início e fim definidas com objectivo de criar um produto, serviço ou resultado exclusivo a partir de actividades sequenciadas, alinhadas, planeadas, executadas, monitoradas e controladas por um Gestor de Projectos.

Programa: Um programa é um grupo de projectos relacionados, geridos de modo coordenado, para a obtenção de benefícios e maior controle dos projectos. Normalmente, os projectos de um mesmo programa possuem algumas características técnicas ou operacionais comuns.

Portfólio: Portfólio é um conjunto de projectos, programas e/ou outras iniciativas que podem ou não estar relacionados entre si, mas que representam a materialização das estratégias de uma organização ou unidade organizacional.

A *Gestão de projectos* pode ser definida como sendo a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas às actividades do projecto, a fim de atender aos seus requisitos e às expectativas das partes envolvidas [21]. Mais especificamente a gestão de projectos é a combinação de processos, responsáveis, actividades, técnicas e documentos que auxiliam na administração dos recursos indispensáveis para atingir com êxito o final do projecto. A finalidade das técnicas de gestão de projectos visam a:

- Evitar incertezas durante a execução do projecto;
- Reduzir ou mitigar os riscos negativos associados ao projecto;
- Facilitar e orientar a planificação, controlo, acompanhamento e execução do projecto;
- Melhorar a alocação de recursos materiais e humanos;
- Documentar todo o processo de gestão do projecto, permitindo o seu acesso e consulta para projectos futuros;
- Aprender com erros e utilizar as lições aprendidas noutros projectos;
- Agilizar a tomada de decisões estratégicas; e
- Melhorar a comunicação entre os envolvidos.

3.1.2 Antecedentes Históricos

Os Projectos existem desde os primórdios da civilização. A construção de pirâmides, cidades, pontes, por exemplo, foram certamente grandes projectos.

O crescente aumento na complexidade dos negócios em escala mundial fez surgir os princípios da gestão de projectos. A Revolução Industrial alterou profundamente a estrutura económica do mundo ocidental. As relações de produção foram drasticamente modificadas e iniciou-se, assim, uma cadeia de transformações que tornou cada vez mais exigente a tarefa de gerir as organizações económicas.

Nos EUA, a primeira grande organização a praticar conceitos da gestão de projectos foi a *Central Pacific Railroad 3*, que começou as suas actividades no início da década de 1870, com a construção da linha ferroviária transcontinental. De repente, os líderes do negócio depararam-se com a perigosa tarefa de organizar as actividades de milhares de trabalhadores, a manufactura e a montagem de quantidades não previstas de matéria-prima.

Henry Gantt (1861-1919) foi um dos pioneiros na gestão de projectos. Gantt construiu diagramas com barras de tarefas e marcos que esboçavam a sequência e a duração de todas as tarefas num processo. Os seus estudos de gestão de projectos foram aplicados na construção de navios durante a II Guerra Mundial. Os diagramas de Gantt provaram ser uma ferramenta analítica tão poderosa para Gestores de Projectos que se mantiveram inalterados por quase cem anos. Nos anos 90 introduziram-se melhorias nos diagramas adicionando linhas de ligação às barras de tarefa que descreviam dependências mais precisas entre as tarefas.

Nas décadas seguintes à II Guerra Mundial a complexidade dos projectos criou a necessidade de novas estruturas organizacionais. Complexos “Diagramas de Rede” (Gráficos *PERT*) e o método de “Caminho Crítico” (*Critical Path Method – CPM*) foram introduzidos, oferecendo aos Gestores maior controle sobre os projectos. Em pouco tempo, essas técnicas espalharam-se para todos os tipos de indústria e os negócios começaram a utilizar esta nova tecnologia duma forma sistemática.

Na década dos anos 60 a gestão de projectos é formalizada como ciência. Em 1969, no auge dos projectos espaciais da NASA, um grupo de cinco profissionais de gestão de projectos da Philadelphia, Pensilvânia, nos EUA, reuniu-se para discutir as melhores práticas, e *James Snyder* fundou o Project Management Institute – PMI (EUA). O PMI é hoje a maior instituição

internacional dedicada à disseminação do conhecimento e ao aprimoramento das actividades de gestão de projectos.

Nas décadas seguintes, a gestão de projectos começou a tomar a sua forma moderna. Enquanto vários modelos de negócio se desenvolveram neste período, todos eles compartilharam uma estrutura de suporte comum: Os projectos são liderados por um Gestor de projectos, que põe pessoas juntas em um tempo e assegura a integração e a comunicação de fluxos de trabalho por meio de diferentes departamentos.

Hoje em dia, a gestão de projectos vem-se fortalecendo cada vez mais. As organizações sabem que precisam gerir projectos para obterem sucesso. Este volume de projectos e as mudanças no cenário mundial, cada vez mais competitivo, geram a necessidade de resultados mais rápidos, com maior qualidade, menor custo e gestão de incertezas [19].

3.1.3 Papéis e Responsabilidades na Gestão de Projectos

Patrocinador do Projecto

O patrocinador geralmente é representado por alguém da alta administração, que tenha grande poder de articulação e de influência nos vários níveis da organização. O patrocinador é responsável por:

- Aprovar os documentos do projecto e o planeamento;
- Comunicar importância do projecto para a instituição, e a necessidade da colaboração de todas as partes implicadas no projecto;
- Nomear o Gestor do Projecto e a Equipa do Projecto;
- Negociar a liberação de recursos financeiros para o projecto;
- Actuar como o último nível na escala de solução de conflitos;
- Apoiar a mitigação dos riscos mais críticos do projecto;
- Aprovar as possíveis mudanças do projecto;
- Unir o cliente e o Gestor do Projecto com a administração superior.

Um bom patrocinador acrescenta valor ao projecto e desempenha diferentes funções durante o ciclo de vida do projecto: conselheiro, motivador, eliminador de barreiras e definidor de limites. A figura do Patrocinador está normalmente representada pelos Directores da empresa: Director de Produção, Director de Projectos, Director de Engenharia, etc.

Cliente do Projecto

Os Projectos acontecem porque alguém considera que a iniciativa específica vai fornecer algum tipo de valor. Os clientes do projecto são aqueles com interesse significativo no resultado do projecto. Nos projectos de engenharia o cliente é quase sempre externo á organização. Neste sentido, o cliente é a pessoa ou empresa que compra o produto ou serviço.

Gestor do Projecto

O Gestor do Projecto é o responsável pela gestão e pela integração de todas as actividades e partes interessadas no projecto. Deve entender o projecto como um todo, o que lhe confere visão global e sistémica, muito importante na tomada de decisão.

Algumas actividades básicas do Gestor do Projecto são:

- Estruturar e planear o projecto estabelecendo as actividades a serem executadas, preocupando-se e avaliando continuamente as metas, e comunicando e conscientizando a equipa do projecto e as demais partes interessadas quanto ao planeamento, focando-as no apoio ao seu cumprimento;
- Executar o projecto, coordenando as partes interessadas, dentro das condições básicas de prazo, custo, qualidade e metas;
- Controlar o projecto avaliando continuamente o seu andamento e tomando acções que corrijam os desvios, ou tendências de desvios encontrados;
- Documentar o projecto em todas as suas fases. Isto envolve tanto a documentação técnica do produto quanto a documentação adequada com respeito à metodologia de gestão do projecto; e
- Divulgar as informações do projecto, principalmente com relação ao custo, cronograma e alcance, mantendo as partes interessadas constantemente informadas sobre o progresso do projecto.

Equipa do Projecto

A equipa do projecto é co-responsável em muitas actividades de gestão de projectos, pois além de executar as actividades do projecto, de acordo com o cronograma, deverá apoiar o Gestor de projectos na identificação de riscos e no registo de lições aprendidas, relacionadas principalmente aos aspectos técnicos, de gestão e de processos do projecto.

A equipa também deve utilizar adequadamente o canal de comunicação do projecto, para que as informações sejam disponibilizadas de forma eficiente. Toda a equipa deve ter um forte compromisso com a qualidade e deve estar orientada para os resultados das actividades que executa.

Escritório de Projectos

O Escritório de Projectos (*Project Management Office*) é uma estrutura organizacional que centraliza as informações, apoia o planeamento e a estruturação dos projectos, faz o acompanhamento, e controla o desenvolvimento de um conjunto de projectos, mantendo informada a alta gestão do andamento e criticidades dos projectos.

As responsabilidades de um Escritório de Projectos podem variar, de acordo com o seu posicionamento, desde funções de suporte a gestão até ser responsável pela gestão directa de um projecto.

Os principais papéis de um Escritório de Projectos envolvem:

- Desenvolver a metodologia, processos e padrões de gestão de projectos e portfólios, garantindo a sua evolução, divulgação e aplicação na organização;
- Capacitar e manter actualizados os Gestores de Projecto em ferramentas e na metodologia;
- Apoiar os Gestores de Projectos na qualidade dos documentos;
- Garantir o atendimento dos projectos aos objectivos definidos;
- Integrar os projectos e distribuir informações;
- Avaliar o desempenho dos projectos;
- Elaborar relatórios consolidados dos projectos; e
- Auxiliar os Gestores de projectos na resolução de riscos, desvios de cronograma, mudanças no alcance e outras situações críticas nos projectos.

Partes Interessadas

As partes interessadas são pessoas, unidades ou organizações, cujos interesses podem ser afectados ou afectar, de forma positiva ou negativa, no resultado da execução ou do término do projecto. Estas partes interessadas também podem influenciar no andamento, nos objectivos e resultados do projecto. Também são conhecidas como *stakeholders*.

A equipa de gestão do projecto deve identificar as partes interessadas, determinar suas necessidades e então gerir e influenciar tais necessidades, a fim de assegurar um projecto bem-sucedido. As partes interessadas podem envolver autoridades, fornecedores, empresas de logística, etc. [20].

3.2 PRINCIPAIS ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS NA ÁREA DA GESTÃO DE PROJECTOS

Entre as organizações mais relevantes a nível mundial na área da gestão de projectos destacam:

PMI: O *Project Management Institute* (PMI) é uma instituição internacional sem fins lucrativos que associa profissionais de gestão de projectos. Em 2015 esta organização integrava mais de 700.000 membros e tinha presença em cerca de 180 países. Nos dias de hoje é considerada a maior organização em gestão de projectos do mundo. Os seus principais objectivos são:

- Formular padrões profissionais de gestão de projectos;
- Gerar conhecimento por intermédio da investigação;
- Promover a gestão de projectos como profissão através de seus programas de certificação.

O PMI conta com uma delegação em Portugal na cidade de Porto. O seu contacto é: www.pmi-portugal.org.

IPMA: A *International Project Management Association* é uma das mais antigas e prestigiadas organizações internacionais de gestão de projectos. A IPMA é mais antiga do que o PMI. Foi constituída em 1965 através de um grupo de gestores de projectos internacionais e funciona como uma rede de associações nacionais, espalhadas pelos vários continentes, cada uma responsável pelo desenvolvimento da gestão de projectos no seu país, de acordo com os princípios orientadores da IPMA e em função das especificidades económicas, políticas e culturais do local. Nos dias de hoje, a IPMA engloba mais de 50 associações nacionais e desenvolve a sua actividade nos seguintes campos:

- Definição e avaliação do processo de certificação internacional;
- Organização de seminários e cursos de formação;
- Apoio à investigação académica;
- Criação e divulgação de publicações.

A IPMA está representada em Portugal através da APOGEP (Associação Portuguesa de Gestão de Projectos), criada em 1994 e com sede em Lisboa. O seu contacto é: www.apogep.pt

3.3 PRINCIPAIS PADRÕES INTERNACIONAIS DE GESTÃO DE PROJECTOS

Desde há muito tempo as empresas tentaram implementar padrões e metodologias que servissem aos Gestores de Projecto como um guia, e que também contribuíssem para a uniformização das tarefas de gestão de projectos. Nos últimos tempos têm surgido padrões internacionais nesta área, entre os quais cabe destacar:

- **Project Management Body of Knowledge (PMBoK):** Um conjunto de conhecimentos para a gestão de projectos, publicado por o PMI;
- **PRINCE2:** *Projects IN a Controlled Environment*;
- **ISO 21500:2012:** Orientações sobre Gestão de Projectos;
- **ICB:** *International Competence Baseline*, publicado por a IPMA;
- **ISO 10006:2003:** Directrizes sob a Qualidade na Gestão de Projectos.

3.3.1 Project Management Body of Knowledge. PMBoK

O guia *Project Management Book of Knowledge*, também conhecido como PMBoK é um conjunto de boas práticas em gestão de projectos publicado pelo *Project Management Institute* e constitui a base do conhecimento em gestão de projectos do PMI. Foi publicado e pela primeira vez em 1983 como um “*white paper*” na tentativa de documentar e padronizar as práticas que são normalmente aceites na gestão de projectos. A primeira edição para o público em geral foi publicada em 1996, seguida pela segunda edição em 2000. A terceira edição de 2004 teve importantes actualizações comparada com as duas edições anteriores. A última versão do guia PMBoK é a quinta edição, que foi publicada em 2013.

O guia é baseado em processos e subprocessos para descrever de forma organizada o trabalho a ser realizado durante o projecto. Também fornece e promove um vocabulário comum para se discutir, escrever e aplicar a gestão de projectos possibilitando o intercâmbio eficiente de informações entre os profissionais de gestão de projectos. Essa abordagem assemelha-se à empregada por outras normas como a ISO 9000.

Actualmente são muitas as empresas, especialmente nos EUA que implementam as práticas do PMBoK. O PMI conta nos dias de hoje com quase 600000 pessoas certificadas (*Project Management Professional-PMP*) em 180 países de acordo com as suas técnicas, o que contribui ao seu reconhecimento ao nível internacional [22].

O PMBoK identifica e descreve processos que se relacionam e interagem durante a condução do projecto. A descrição de cada um deles é feita em termos de:

- Entradas (documentos, planos, desenhos etc.);
- Ferramentas e técnicas (como é feito o processo);
- Saídas (documentos, produtos etc.).

O Guia PMBoK reconhece 47 processos que recaem em 10 áreas de conhecimento, que descrevem as principais actividades envolvidas num projecto e que são típicas em quase todas as áreas de projectos. Ao longo do ciclo de vida do projecto estas áreas de conhecimento são agrupadas em **cinco grandes grupos de processos**: *iniciação, planeamento, execução, monitorização e controle e encerramento* [21].

- O grupo de processos de *iniciação* define um novo projecto ou uma nova fase de um projecto existente, pela autorização de início do projecto.
- O grupo de processos de *planeamento* define o alcance do projecto, refina seus objectivos e desenvolve o curso de acção necessário para concretizar os objectivos para os quais ele foi criado.
- O grupo de processos de *execução* realiza o trabalho definido no plano de gestão do projecto e satisfaz suas especificações.
- O grupo de processos de *monitorização e controle* segue, revê, regula o progresso, e o desempenho do projecto, identificando todas as áreas nas quais serão necessárias mudanças e iniciando-as, caso necessário.
- O grupo de processos de *encerramento* finaliza todas as actividades de todos os grupos de processos, visando encerrar formalmente o projecto.

As 10 áreas de conhecimento no âmbito da gestão de projectos nas que se agrupam os processos (identificadas na 5ª versão do PMBoK) são:

- *A gestão da integração do projecto* inclui acções necessárias para identificar, definir e coordenar os vários processos e actividades dos grupos de processos de gestão.
- *A gestão do alcance* assegura que todo o trabalho necessário para a finalização do projecto esteja descrito.
- *A gestão do tempo* inclui acções necessárias para identificar e definir o tempo preciso para cada uma das actividades do projecto até ao seu encerramento.
- *A gestão dos custos* inclui os processos envolvidos em estimativas e controle dos custos, de modo que o mesmo possa ser terminado dentro do orçamento aprovado.
- *A gestão da qualidade* inclui os processos e as actividades que determinam as políticas de qualidade, os objectivos e as responsabilidades, de modo que o projecto satisfaça às necessidades para as quais foi empreendido.
- *A gestão dos recursos humanos* define, organiza e gere a equipa que forma parte do projecto.
- *A gestão das comunicações* assegura que as informações do projecto sejam geradas, colectadas, distribuídas, armazenadas, recuperadas e organizadas de maneira apropriada.
- *A gestão dos riscos* inclui os processos de planeamento, identificação, análise, planeamento de respostas, monitorização e controle de riscos.
- *A gestão das aquisições* inclui os processos necessários para comprar ou adquirir produtos e serviços.
- *A gestão das partes interessadas no projecto* inclui processos para identificar as partes interessadas, incluindo pessoas e organizações, que possam ter um impacto no projecto. Este processo pretende identificar quais são as expectativas das partes interessadas e também desenvolver estratégias para envolver as mesmas nas decisões e objectivos do projecto. Esta nova área foi incluída na 5ª edição do PMBoK [21].

A tabela da página seguinte ilustra a interacção entre os grupos de processos (5), processos (47) e áreas de conhecimento (10), incluídos na 5ª edição do PMBoK [21].

	Grupos de Processos				
Áreas de Conhecimento	Iniciação	Planeamento	Execução	Monitorização e controle	Encerramento
Integração	1.1. Desenvolver o termo de abertura do projecto	1.2. Desenvolver o plano de gestão do projecto	1.3. Orientar e Gerir o trabalho do projecto	1.4. Monitorar e controlar o trabalho do projecto 1.5. Realizar o controle integrado de mudanças	1.6. Encerrar o projecto ou fase
Alcance		2.1. Planear o Gestão do Alcance 2.2. Colectar os requisitos 2.3. Definir o alcance 2.4. Criar a EAP		2.5. Validar o alcance 2.6. Controlar o alcance	
Tempo		3.1. Planear o gestão do Cronograma 3.2. Definir as actividades 3.3. Sequenciar actividades 3.4. Estimar os recursos das actividades 3.5. Estimar as durações das actividades 3.6. Desenvolver o cronograma		3.7. Controlar o cronograma	
Custos		4.1. Planear o gestão dos Custos 4.2. Estimar custos 4.3. Determinar o orçamento		4.4. Controlar os custos	
Qualidade		5.1. Planear a gestão da qualidade	5.2. Realizar a garantia de qualidade	5.3. Controlar a qualidade	
Recursos Humanos		6.1. Planear a gestão dos recursos humanos	6.2. Mobilizar a equipa do projecto 6.3. Desenvolver a equipa do projecto 6.4. Gerir a equipa do projecto		
Comunicações		7.1 Planear a gestão das comunicações	7.2. Gerir as comunicações	7.3. Controlar as comunicações	
Riscos		8.1. Planear o gestão dos riscos 8.2. Identificar os riscos 8.3. Realizar a análise qualitativa dos riscos 8.4. Realizar a análise quantitativa dos riscos 8.5. Planear as respostas aos riscos		8.6. Controlar os riscos	
Aquisição		9.1. Planear a gestão das aquisições	9.2. Conduzir as aquisições	9.3. Controlar as aquisições	9.4. Encerrar as aquisições
Partes Interessadas	10.1. Identificar partes interessadas	10.2. Planear a gestão das partes interessadas	10.3. Gerir o envolvimento das partes interessadas	10.4. Controlar o envolvimento das partes interessadas	

Tabela 2 – Grupos de processos e áreas de conhecimento PMBoK 5ª Edição

3.3.2 PRINCE2

O Prince2 (*Projects IN a Controlled Environment*) consiste numa metodologia orientada para a organização, gestão e controlo dos projectos, desenvolvida e implementada em 1989 pela *Central Computer and Telecommunications Agency (CCTA)* britânica. Foi publicado por primeira vez em 1996, tendo-se tornado de domínio público e sendo marca registada da OGC (*Office of Government Commerce*) do Reino Unido.

O Prince2 é bastante utilizado pelo governo britânico e também muito reconhecido pelo sector privado inglês, isto porque a nova versão (*PRINCE2:2009 Refresh*) permite ser adaptada a qualquer ambiente organizacional. Esta nova metodologia adapta-se a qualquer tipo ou dimensão de projecto, de qualquer sector. Actualmente são muitas as empresas em Europa que implementam esta metodologia de gestão de projectos incluindo a BP, Barclays Bank, DHL, Rolls Royce, Phillips, Siemens, Sun Microsystems entre outros.

O PRINCE2 é baseado em oito processos e 45 subprocessos, que definem as actividades que serão executadas ao longo do ciclo de vida do projecto. Juntamente com esses processos, são descritos 7 componentes (Business Case; Organização; Qualidade; Planos; Risco; Mudança; Progresso) que são como áreas de conhecimento que devem ser aplicadas de acordo com a necessidade, dentro das actividades de cada processo [23].

Visão geral do PRINCE2:

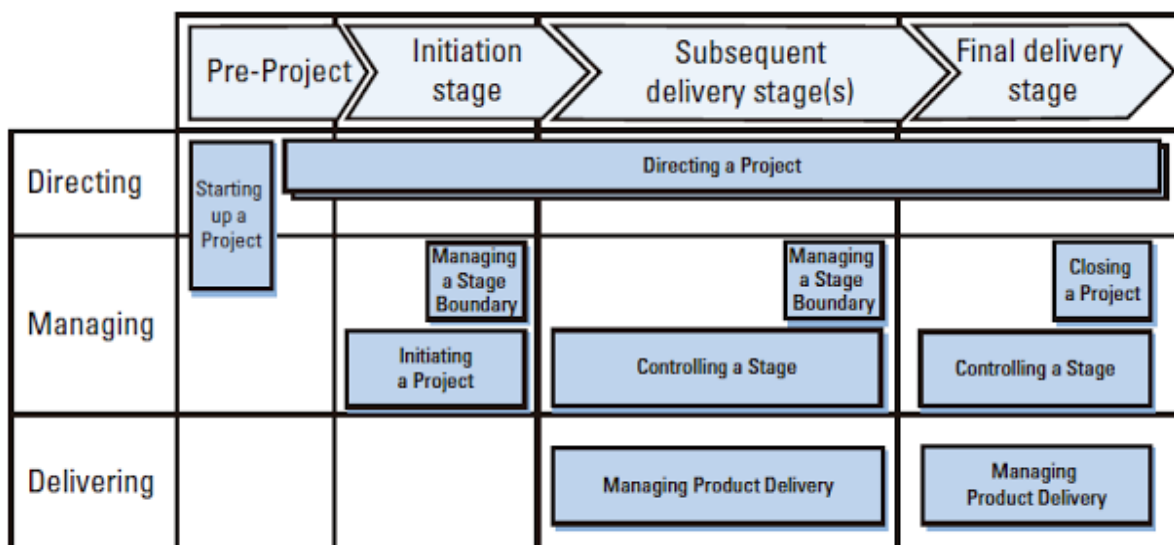


Figura 31 – Metodologia de Projectos PRINCE2

(Fonte – Website: www.prince2.com) [23]

3.3.3 ISO 21500:2012 Orientações sobre Gestão de Projectos

Origem

Como consequência da progressiva internacionalização dos projectos houve nos últimos anos uma necessidade de harmonizar as normas já existentes e estabelecer princípios e procedimentos comuns de gestão de projectos a nível internacional. Além disso, houve também uma necessidade de promover um vocabulário comum e de processos que possam ser referenciados pela comunidade mundial de gestão de projectos. Para endereçar esses problemas a *International Standards Organisation* (ISO) criou um novo Padrão chamado ISO 21500: *Guidance on Project Management*. O objectivo da Norma ISO 21500 é o de recomendar às organizações (e não aos indivíduos) um modo profissional de gerir os projectos com base nas melhores práticas do mercado global. O padrão é aplicável a organizações de todos os tamanhos e de todos os sectores [24].

Historia

Esta nova norma nasceu para complementar a ISO 10006:2003 *Quality management systems – Guidelines for quality management in projects*. A ISO 10006 dá orientação sobre a aplicação de gestão da qualidade para projectos mas não é um padrão de gestão de projectos. A ISO 10006 foi publicada em 1997 e actualizada em 2003, porém não ganhou popularidade equivalente à serie de normas 9000 ou a padrões como como o Guia PMBoK ou Prince2.

Com o objectivo de desenvolver uma norma exclusiva de gestão de projectos a ISO desenvolve o borrador de uma norma específica nesta área entre os anos 2006 e 2007 com representantes de 23 países. Posteriormente o número de países participantes foi estendido de modo a garantir uma cobertura global. A norma foi então lançada para revisão e votação para os países-membros da ISO como um *Final Draft International Standard* (DIS) no segundo trimestre de 2012. Aprovada por unanimidade, a ISO publicou a 21500 como uma norma internacional em Setembro de 2012 [25].

ISO 21500 e o Guia PMBoK

A ISO 21500 mantém de modo geral a abordagem original do Guia PMBoK com diferenças mínimas. Esta norma não descreve os processos com o nível de detalhe do PMBoK, o que faz que o seu tamanho seja mais reduzido (aproximadamente 30 páginas frente as 450 páginas do

PMBok). Outra diferença significativa é que para cada processo apenas se faz referência as entradas e saídas dos mesmos e não às ferramentas e técnicas para os levar a cabo.

Desta forma a ISO 21500 descreve 40 processos que são agrupados em cinco grupos (iniciação, planeamento, execução, controle e encerramento), correspondentes a 10 áreas de conhecimento (1. Integração; 2. Partes Interessadas; 3. Alcance; 4. Recursos; 5. Tempo; 6. Custo; 7. Risco; 8. Qualidade; 9. Aquisições; 10. Comunicações), que são de facto os mesmos grupos de processos e as mesmas áreas de conhecimentos descritos no PMBoK. Isto é visto como uma validação pela comunidade internacional do valor e qualidade do padrão do PMI [25]. Na figura seguinte pode ver-se a estrutura da ISO 21500 de forma resumida:

Processos de Gerenciamento de Projetos ISO 21500

Processos	Iniciação	Planeamento	Execução	Controle	Encerramento
Integração	4.3.2 Desenvolver termo de abertura do projeto;	4.3.3 Desenvolver planos de projeto;	4.3.4 Dirigir o trabalho do projeto;	4.3.5 Controlar o trabalho do projeto; 4.3.6 Controlar mudanças;	4.3.7 Fechar fase do projeto ou o projeto; 4.3.8 Coletar lições aprendidas;
Parte Interessadas	4.3.9 Identificar as partes interessadas;		4.3.10 Gerenciar as partes interessadas;		
Escopo		4.3.11 Definir o escopo; 4.3.12 Criar estrutura analítica do projeto (EAP); 4.3.13 Definir atividades;		4.3.14 Controlar o escopo;	
Recursos	4.3.15 Estabelecer a equipe do Projeto;	4.3.16 Estimar os recursos; 4.3.17 Definir a organização do projeto;	4.3.18 Desenvolver a equipe do projeto;	4.3.19 Controlar os recursos; 4.3.20 Gerenciar a equipe do projeto;	
Tempo		4.3.21 Sequenciar as atividades; 4.3.22 Estimar a duração das atividades;		4.3.24 Controlar o cronograma;	
Custo		4.3.23 Desenvolver o cronograma; 4.3.25 Estimar custos; 4.3.26 Desenvolver o orçamento;		4.3.27 Controlar os custos;	
Risco		4.3.28 Identificar os riscos; 4.3.29 Avaliar os riscos;	4.3.30 Tratar os riscos;	4.3.31 Controlar os riscos;	
Qualidade		4.3.32 Planejar a qualidade;	4.3.33 Executar a garantia da qualidade;	4.3.34 Executar o controle da qualidade;	
Aquisições		4.3.35 Planejar as aquisições;	4.3.36 Selecionar fornecedores;	4.3.37 Administrar aquisições;	
Comunicações		4.3.38 Planejar as comunicações;	4.3.39 Distribuir as informações;	4.3.40 Gerenciar a comunicação;	

Baseado no ISO 21500[®] (Versão em Inglês)
 Equipe de Trabalho:
 - Carlos Henrique Cunha – Elaboração;
 - Italo Coutinho – Revisão;
 Nota Explicativa: Processos de gerenciamento de projetos - Referência cruzada para grupos de processos e grupos por assunto.
 Referência: http://www.iso.org/iso/21500/iso_21500.htm

Figura 32 – Processos de Gestão de Projectos segundo a ISO 21500:2012
 (Fonte – Website: Project Management Knowledge Base PMKB) [25]

3.3.4 International Competence Baseline (ICB)

O ICB oferece a definição das competências que o sistema universal de quatro níveis de certificação da *International Project Management Association* espera dos profissionais de gestão de projectos. O ICB é uma publicação da IPMA.

O IPMA Competence Baseline (ICB) constitui um referencial internacional para a certificação pelos organismos de certificação das associações membros, que usam estes elementos de

competência para avaliar os candidatos. As diferenças culturais são endereçadas através dos *National Competence Baselines* (NCBs) específicos para cada país membro. A validação dos NCBs pela IPMA assegura a sua conformidade com o ICB e o reconhecimento global dos certificados atribuídos pelos diferentes sistemas nacionais de certificação.

Desde que a IPMA iniciou o desenvolvimento e implementação do seu sistema universal de certificação o objectivo foi certificar os profissionais de gestão de projectos com base num sistema de quatro níveis globalmente aceite e que também pudesse ser utilizado como um sistema de desenvolvimento de carreiras de profissionais de gestão de projectos.

A gestão de projectos profissional decompõe-se de 46 elementos de competência com a seguinte cobertura:

- Competências técnicas (20 elementos): relacionados com a matéria de gestão de projectos em que os profissionais trabalham.
- Competências comportamentais (15 elementos): relacionados com os relacionamentos pessoais entre indivíduos e grupos geridos em projectos, programas e portfólios.
- Competências contextuais (11 elementos): relacionados com a interacção da equipe do projecto no contexto do projecto e com a organização em que este se insere.

No sistema de certificação IPMA são consideradas quatro categorias de profissionais para os quais se aplicam as mesmas normas particulares:

- *Diretor de Projectos Certificado (IPMA Level A ou IPMA-A)*: É responsável pela gestão dum portefólio complexo numa empresa/instituição ou dum departamento numa organização, ou pela gestão de um ou mais programas importantes.
- *Gestor de Projectos Sénior Certificado (IPMA Level B ou IPMA-B)*: É responsável por todos os aspectos de gestão dum projecto complexo, cobrindo todos os elementos de competência da gestão de projectos.
- *Gestor de Projectos Certificado (IPMA Level C ou IPMA-C)*: É responsável pela gestão de todos os aspectos dum projecto de complexidade limitada, ou pela gestão dum subprojecto dum projecto complexo.
- *Gestor de Projectos Associado (IPMA Level D ou IPMA-D)*: Trabalha como membro numa equipa de projecto ou como membro numa equipa de gestão de projectos [20].

3.3.5 ISO 10006:2003: Directrizes sob a Qualidade na Gestão de Projectos

A norma ISO 10006:2003 é uma norma desenvolvida pela ISO específica para gestão de projectos. Esta norma não é um guia para gestão de projectos em si, mas uma orientação sobre a qualidade necessária nos processos de gestão de projectos, não se destinando a ser utilizada para fins de obtenção de certificação/registo.

É aplicável a projectos de complexidades variadas, pequenos ou grandes, de curta ou longa duração, em diferentes ambientes e independente do tipo de produto ou processo envolvido. Isto pode necessitar de alguma adaptação nos processos de gestão da empresa para atender às particularidades do projecto.

A orientação na qualidade de processos de gestão dos projectos, segundo a ISO 10006:2003 deve buscar assegurar, entre outros objectivos:

- Que as necessidades dos clientes sejam entendidas e entregues;
- Que as necessidades dos *stakeholders* (partes interessadas) sejam compreendidas e avaliadas;
- Que a política de qualidade seja incorporada à gerência da organização, tendo como norte os objectivos estratégicos e a busca de resultados.

A ISO 10006:2003 classifica os processos de gestão de projectos em:

1. Processo estratégico
2. Processos de gestão de interdependências
3. Processos relacionados ao alcance
4. Processos relacionados ao tempo
5. Processos relacionados ao custo
6. Processos relacionados aos recursos
7. Processos relacionados ao pessoal
8. Processos relacionados à comunicação
9. Processos relacionados ao risco
10. Processos relacionados aos suprimentos

[28]

3.4 CARACTERÍSTICAS DO PROJECTO QUE FOI OBJECTO DESTE ESTUDO

3.4.1 Considerações gerais dos termos do contrato

Como já foi dito ao começo deste trabalho o projecto da torre de arrefecimento forma parte de um projecto maior de uma central de cogeração de biomassa que foi construída no ano 2010 para uma fábrica de papel. A empresa proprietária da fábrica contratou os serviços de um escritório de engenharia para fazer o macroprojecto da central de cogeração. A engenharia licitou alguns trabalhos do macroprojecto da central de cogeração para serem feitos por outras empresas e um destes trabalhos foi o projecto da torre de arrefecimento. No processo de licitação a engenharia elabora umas especificações técnicas da torre de refrigeração e as empresas concorrentes apresentam as suas ofertas técnico-económicas, com base as especificações técnicas. A empresa que ganha o concurso assina um contracto de serviço com o proprietário da fábrica de papel para o desenho, construção e fiscalização de uma torre de arrefecimento mecânica de tiro induzido.

O contracto assinado para o projecto da torre é do tipo EPC “*Engineering, Procurement and Commissioning*”. Na prática, ao se referir a essa modalidade de contrato, significa que a área de aplicação ou de negócios é a área de engenharia e construção e que o contratado tem a responsabilidade de entregar ao contratante o produto (objecto do projecto) pronto para ser utilizado, ou seja, entregar “a chave na mão (*turnkey*)” do contratante que, por sua vez, terá que pagar ao contratado um montante já previamente definido (preço fixo ou preço global). Desta forma, e para o projecto da torre, a empresa contratada vai assumir todos os trabalhos de desenho, compra de materiais e equipamentos, transporte de materiais, construção, fiscalização e posta em serviço. O contracto finaliza quando a torre é finalmente testada para verificar que se cumprem as especificações técnicas de desempenho especificadas pelo cliente.

Nos contractos EPC definem-se uma serie de condições entre as partes (contratante e contratado) incluindo: (i) alcance do projecto; (ii) preço contratual, pagamentos e multas; (iii) seguros; (iv) controlo de qualidade; (v) aceitação; (vi) garantias.

Para o projecto da torre que foi objecto deste estudo as condições foram as seguintes:

Condições gerais do contrato EPC de compra da torre de arrefecimento	
Alcance do Projecto:	Projecto, construção e fiscalização de uma torre mecânica de tiro induzido. Os detalhes estão incluídos nas especificações técnicas (Anexo A deste trabalho)
Preço:	Valor fixo de 400000 euros
Pagamentos:	10% com o pedido, contra garantia bancária; 20% com a entrega de desenhos e restante informação de construção; 30% com entrega de material na instalação do cliente; 20% com a finalização da montagem mecânica; 10% com as provas finais.
Multas:	<i>Multas por incumprimento das Garantias de Tempo:</i> 2% do preço do contracto por cada semana de atraso, com um valor máximo limitado a um 4% do preço do contracto. <i>Multas por incumprimento da garantia de performance:</i> 3% do preço do contracto por cada 2% de incumprimento, com um valor máximo limitado a um 7% do preço do contracto.
Seguro:	A parte contratada matem um seguro de responsabilidade civil que cobre os danos que possam surgir como consequência do cumprimento do contracto, a seus funcionários ou a terceiros, pessoas ou equipamentos, causado pelos funcionários da parte contratada ou quaisquer subcontratados que estejam por sua conta.
Controlo de qualidade:	A parte contratante reserva-se no direito de inspeccionar e/ou testar, antes ou depois da expedição os equipamentos fornecidos pela parte contratada, podendo rejeitar parte ou a totalidade destes equipamentos sob causas devidamente fundamentadas.
Aceitação:	<i>Recepção Provisoria:</i> Acontece depois dos ensaios de verificação da torre. No caso de que o resultado destes ensaios seja satisfatório a parte contratante aceita provisoriamente a torre por médio da correspondente Acta de Recepção Provisoria Positiva assinada por ambas as partes. <i>Recepção Definitiva:</i> Acontece após o período de garantia.
Garantias:	<i>Garantias mecânicas:</i> A parte contratada garante que todos os produtos, bens e equipamentos estão protegidos contra todos os defeitos de projecto ou fabrico durante um período de 24 meses desde a recepção provisoria positiva. <i>Garantias de tempo:</i> O tempo máximo para a conclusão do projecto é de 19 semanas após adjudicação. <i>Garantias de performance da torre:</i> Temperatura da água a saída da torre de 26 °C para uma temperatura de bolbo húmido de 22 °C sendo a temperatura de água quente de 45 °C e o caudal 1250 m ³ /h. Nível sonoro da torre a 1 m de distancia da entrada de ar não superior a 75dB(A). Percentagem de trabalho anual da torre sem avarias: 99%

Tabela 3 – Condições gerais do contrato EPC de compra da torre de arrefecimento

3.4.2 Considerações relativas a gestão do projecto da torre de arrefecimento

A empresa que desenvolveu o projecto e a construção da torre não tem implementada uma metodologia de gestão de projectos. No entanto, esta empresa tem implementado um sistema integrado de gestão (qualidade, segurança, meio ambiente) no que estão incluídos procedimentos e políticas relativos á gestão dos projectos de torres de arrefecimento.

Concretamente a empresa contratada utiliza um procedimento incluído no sistema de qualidade “*Comercialización, diseño y ejecución de proyectos*” (Anexo B) como base para a gestão de projectos de torres de arrefecimento. Este procedimento é complementado por outros procedimentos do sistema integrado para cobrir todos os aspectos de gestão durante o ciclo de vida do projecto incluindo: compra de equipamentos, não conformidades, controlo de custos, segurança e saúde dos trabalhadores, etc.

Antes do começo formal do projecto da torre existe uma fase de avaliação, donde a empresa contratada analisa as especificações técnicas da parte contratante para poder elaborar uma oferta técnico-económica (Anexo C). Nesta fase são feitos:

- O anteprojecto da torre;
- Estimativa de custos;
- Elaboração de orçamento (incluindo materiais, equipamentos, transporte e pessoal);
- Estimativa de tempos e recursos.

Utilizando como base o guia PMBoK, as particularidades das actividades de gestão desenvolvidas pela empresa contratada podem ser descritas e ordenadas de forma geral utilizando como referência os grupos de processos e as áreas de conhecimento incluídos neste padrão, como se mostra nas seguintes tabelas:

Particularidades das actividades de gestão desenvolvidas pela empresa contratada durante o Projecto da Torre de Arrefecimento e ordenadas dentro dos grupos de processos do PMBoK		
Grupos de Processos	Actividades da empresa	Pessoas envolvidas
Iniciação	O projecto tem o seu começo quando a empresa contratante assina um contrato com a empresa contratada. Neste momento é nomeado o Gestor do Projecto.	Directores da empresa contratada
Planificação	A planificação é feita por o Gestor do Projecto através do: Cronograma (feito com o programa <i>Microsoft Project</i>) (Anexo K) Plano de qualidade para o projecto (Anexo E)	Gestor do Projecto
Execução	A execução do projecto inclui: Elaboração do Projecto de Execução; Licitação, fabricação, compra e transporte de materiais e equipamentos; Montagem da torre.	Gestor do Projecto (Supervisão); Equipa do Projecto (Departamento de Engenharia); Departamento de compras & contabilidade; Empresa encarregada pela montagem da torre.
Monitoramento e Controle	Garantia da qualidade (Cumprimento com o SIG) Controlo da qualidade de materiais e equipamentos (Anexo I)	Gestor do Projecto; Departamento de qualidade.
Encerramento	Verificações finais: Probas de funcionamento da torre (Anexos H y J)	Gestor do Projecto; Engenheiro de Probas; Cliente.

Tabela 4 – Actividades de gestão ordenadas dentro dos grupos de processos

Particularidades das actividades de gestão desenvolvidas pela empresa contratada durante o Projecto da Torre de Arrefecimento e ordenadas dentro das áreas de conhecimento do PMBoK	
Integração	A gestão da integração é feita através da aplicação dos procedimentos do SIG.
Alcance	O alcance é definido nos seguintes documentos <ul style="list-style-type: none"> • Contrato EPC; • Especificações técnicas da torre (Anexo A); • Oferta técnico-económica (Anexo C);
Tempo	O tempo limite do projecto é definido no contrato EPC. O desenvolvimento e controle do cronograma são feitos através da ferramenta informática <i>Microsoft Project</i> .
Custos	O orçamento e desenvolvido utilizando programas informáticos próprios da empresa (Anexo F).
Qualidade	A qualidade envolve: <ul style="list-style-type: none"> • Cumprimento com os procedimentos do SIG; • Cumprimento com os requerimentos de qualidade especificados pelo cliente para a torre de arrefecimento (Anexo A).
Recursos Humanos	Os recursos humanos envolvem: A equipa do projecto, empresa encarregada da montagem da torre e outros departamentos da empresa a tempo parcial: Qualidade, Engenharia, Compras e Contabilidade.
Comunicações	Os meios mais frequentes de comunicação são: relatórios de desempenho, reuniões e correio electrónico.
Riscos	Alguns dos riscos associados a este tipo de projectos envolvem: <ul style="list-style-type: none"> • Demoras na execução dos trabalhos: projecto de execução, construção da torre; • Demoras na entrega de materiais e equipamentos; • Alterações dos preços previstos na estimativa de custos; • Demoras no transporte de materiais e equipamentos; • Indisponibilidade de membros da equipa de trabalho; • Não cumprimento com as especificações de qualidade; • Não cumprimentos com os requerimentos de desempenho nas verificações finais.
Aquisição	As aquisições envolvem: <ul style="list-style-type: none"> • Compra/fabricação de componentes da torre; • Licitação de certos equipamentos e selecção de ofertas; • Transporte de materiais até o lugar da obra.
Partes interessadas	As partes interessadas envolvem: Directores da empresa, Escritório de Engenharia, Empresa contratante, Equipa do Projecto, Empresa encarregada da montagem da torre, Administrações locais e nacionais, Fornecedores de material, Empresas de Transporte.

Tabela 5 – Actividades de gestão ordenadas dentro das áreas de conhecimento

4. GESTÃO DE UM PROJECTO DE UMA TORRE DE ARREFECIMENTO. ESTUDO DE CASO

4.1 INTRODUÇÃO

Após a apresentação da tecnologia das torres de arrefecimento e também após descrever os principais padrões a nível internacional em gestão de projectos, poderemos já agora introduzir o objectivo principal deste trabalho, que é o de fazer um estudo comparativo entre as actividades de gestão dum projecto real de uma torre de arrefecimento e as recomendações do PMBoK.

O propósito deste Capítulo do trabalho é o de fazer uma análise comparativa entre os procedimentos e técnicas utilizadas pela empresa para a gestão do projecto, para depois compara-los com as recomendações de gestão de projectos incluídas no PMBoK. O objectivo é conhecer, durante o ciclo de vida do projecto, o grau de cumprimento das actividades da empresa com as disposições deste padrão internacional. Esta análise, será de grande utilidade para esta empresa, caso queira implementar no futuro uma metodologia de projectos baseada no PMBoK. É importante dizer que ao longo desta análise os nomes do cliente, da engenharia, da empresa que fornece o serviço (torre de arrefecimento) e de outras partes interessadas no projecto não serão mencionados.

A análise vai ser feita tendo em conta o ciclo de vida do projecto: iniciação, planificação, execução, monitorização e controlo e encerramento; que se correspondem com os 5 grupos de processos do guia PMBoK.

Esta análise tentará identificar o cumprimento das actividades de gestão da empresa com os processos (47) incluídos no guia PMBoK. A análise será feita através de tabelas, relacionado as actividades desenvolvidas pela empresa durante o projecto com as possíveis entradas, ferramentas & técnicas e saídas, que são identificadas e descritas no PMBoK, para cada um dos 47 processos.

O grau de cumprimento das actividades da empresa será classificado duma forma orientadora utilizando as cores:

- **Verde:** As actividades da empresa cumprem com o processo na sua totalidade ou bem as diferenças que existem são mínimas, não havendo apenas recomendações aplicáveis.
- **Amarelo:** As actividades da empresa cumprem parcialmente com o processo. Existem aspectos (práticos ou formais) relativos as acções, actividades ou produtos do processo que não estão totalmente cobertos.
- **Encarnado:** Não existe nenhuma evidência de que as actividades da empresa cumpram com o processo.

Obviamente, desta forma também se verificará a cobertura das 10 áreas de conhecimento do PMBoK. Finalmente, cada tabela poderá conter uma coluna com possíveis recomendações para a implementação do processo de acordo com este padrão internacional.

A razão pela qual se escolheu o PMBoK como referência, é devido ao facto de que presentemente, este é o padrão que tem mais reconhecimento ao nível internacional.

4.2 A ORGANIZAÇÃO DO PROJECTO OBJECTO DESTE ESTUDO

A empresa de engenharia que desenvolveu o projecto e construção da torre de arrefecimento é uma empresa líder no sector, que conta com mais de 50 anos de experiencia na construção de torres de refrigeração industrial. Os serviços desta empresa incluem, entre outros: engenharia básica e de detalhe, fornecimento, montagem, manutenção, reformas, fiscalização e testes de torres de arrefecimento industrial.

O projecto e construção da torre foram feitos por uma equipa de pessoas de acordo com o seguinte organograma:

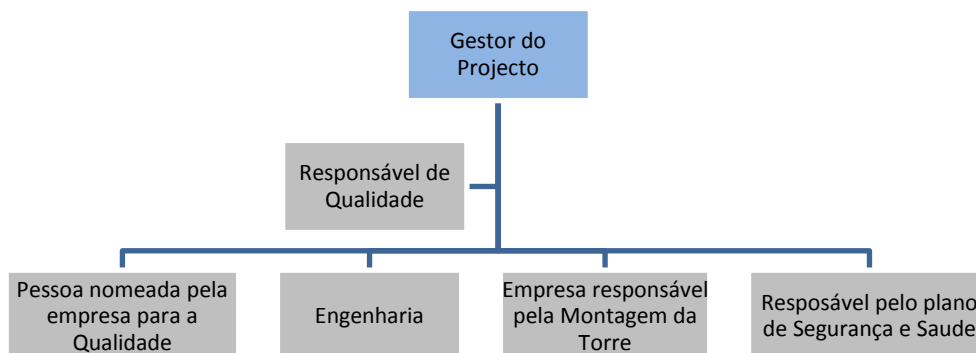


Figura 33 – Organograma do Projecto

As principais funções da equipa do projecto são:

Gestor/Director do Projecto: É o responsável pela realização do projecto, para a qual conta com toda a organização da empresa, definida para a execução do pedido dentro dos objectivos, tanto técnicos como económicos, de qualidade e de prazos;

Responsável de Qualidade: É o responsável pela implementação e seguimento do sistema de gestão de qualidade implementado pela empresa;

Pessoa nomeada pela empresa para a Qualidade: É o encarregado por fazer cumprir o sistema de qualidade estabelecido pela empresa no projecto específico da torre de arrefecimento.

Engenharia: São os responsáveis pela execução da engenharia do projecto, incluindo desenhos e especificações técnicas.

Empresa responsável pela montagem da Torre: As actividades de montagem da torre serão realizadas por uma empresa externa, mas que depende organicamente da empresa principal.

Responsável de Segurança e Saúde: Responsabiliza-se do cumprimento do plano de segurança e saúde implementado pela empresa para este projecto.

Alem destas pessoas, haverá outras que vão colaborar indirectamente com o projecto tais como: Os Directores da empresa (patrocinadores do projecto), Departamento de Recursos Humanos, Departamento de Compras, Transportes e Departamento de Contabilidade e Financeiro.

4.3 GRUPO DE PROCESSOS DE INICIAÇÃO

O Grupo de processos de iniciação é constituído pelos processos que facilitam a autorização formal para iniciar um novo projecto.

Este Grupo de Processos inclui os seguintes processos:

- Desenvolver o termo de abertura do projecto;
- Identificar as partes interessadas.

Os objectivos básicos nesta fase são:

- Autorizar o início do projecto;
- Documentar as necessidades do novo produto e serviço;
- Designação do Gestor do Projecto e resto de membros da equipa;
- Comprometer os recursos financeiros necessários;
- Documentar uma declaração inicial dos objectivos do projecto, dos requisitos do produto, dos limites do projecto, dos métodos de aceitação e do controlo do alcance;
- Identificar todas as organizações e pessoas que possam ser afectadas pelo projecto [21].

Desenvolver o termo de abertura do projecto (4.1): “Desenvolver o *termo de abertura* do projecto é o processo de desenvolver um documento que formalmente autoriza a existência de um projecto e dá ao Gestor do Projecto a autoridade necessária para aplicar recursos organizacionais às actividades do projecto. O principal benefício deste processo é a de ter um início de projecto e limites de projecto bem definidos, a criação de um registo formal do projecto e uma maneira directa para que a direcção executiva aceite e se comprometa formalmente com o projecto” [21] (PMBok 5ªEdicao. Ref. 4.1).

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
<p>1) A empresa recebe a especificação técnica do projecto por parte do cliente (Anexo A). Esta especificação inclui a documentação necessária para o início do estudo do Projecto.</p> <p>2) A empresa envia ao cliente uma proposta técnico-económica (Anexo C) de acordo com o procedimento de qualidade “<i>Comercialización, diseño y ejecución de proyectos</i>” (Anexo B).</p> <p>3) Após ganhar o processo de licitação, os Directores da empresa autorizam o início do projecto e nomeiam o Gestor do Projecto e o resto dos membros da equipa.</p> <p>4) A empresa assina um contrato de serviço com o cliente para o desenho, construção e fiscalização da torre de arrefecimento.</p> <p>5) De acordo com o procedimento de qualidade (Anexo B), as especificações do projecto são registadas na base de dados da empresa (ERP).</p> <p>6) Após de assinar o contrato tem lugar uma reunião de começo do projecto (<i>kick-off meeting</i>) entre o cliente e a empresa para iniciar e validar o desenvolvimento do projecto.</p>	<p>As actividades da empresa estão bem alinhadas com o processo 4.1.1.</p> <p>O termo de abertura do projecto (4.1.1.5) é especificado através do contrato de serviço e o registo de qualidade “<i>Expediente del proyecto</i>” (Anexo B)</p>	<p>Não há recomendações</p>

Identificar as partes interessadas (13.1): “Identificar as partes interessadas é o processo de identificar pessoas, grupos ou organizações que podem ter impacto ou serem afectadas por uma decisão, actividade ou resultado do projecto, e analisar e documentar informações relevantes relativas aos seus interesses, nível de ligação, interdependências, influência, e seu impacto potencial no sucesso do projecto.”...“O principal resultado do processo é o registo das partes interessadas.”...“As partes interessadas...englobam pessoas e organizações, tais como clientes, patrocinadores, a organização executora e o público que estão activamente envolvidos no projecto, ou cujos interesses podem ser positiva ou negativamente afectados pela execução ou pela conclusão do projecto” [21] (PMBok 5ª Edição Ref. 13.1).

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) O registo de qualidade “ <i>Expediente de Proyecto</i> ” identifica o cliente do projecto. 2) As necessidades do cliente estão identificadas na especificação técnica (Anexo A). 3) O Departamento de Qualidade possui um registo com os fornecedores aprovados. 4) O cliente final é também identificado no contrato de serviço.	1) A empresa identifica as partes interessadas através de vários documentos que são registados no Sistema Integrado de Gestão. 2) Não há um documento único no que todas as partes interessadas estejam identificadas. 3) As únicas partes interessadas identificadas são: o cliente, empresa de montagem e fornecedores. 3) Os documentos de qualidade não identificam as necessidades de todas as partes interessadas.	1) Identificar a todas as partes interessadas no começo do projecto. 2) Manter um registo (matriz) único com todas as partes interessadas que contenha a informação recomendada no PMBoK (13.1.3.1): -Informações de identificação; -Classificação das partes interessadas; -Informações sobre a influência potencial no projecto; -Informações sobre as suas expectativas.

4.4 GRUPO DE PROCESSOS DE PLANEAMENTO

Os processos de planeamento desenvolvem o plano de gestão e os documentos do projecto que serão usados para executá-lo. O plano de gestão do projecto e os documentos do projecto atingem todos os aspectos do alcance, tempo, qualidade, comunicações, recursos humanos, riscos, aquisições e gestão das partes interessadas [21].

O Grupo de processos de planeamento inclui os seguintes processos:

- Desenvolver o plano de gestão do projecto;
- Planear a gestão do alcance;
- Colectar os requisitos;
- Definir o alcance;
- Criar a EAP (Estrutura analítica do projecto);
- Planear a gestão do cronograma;
- Definir as actividades;
- Sequenciar actividades;
- Estimar os recursos das actividades;
- Estimar as durações das actividades;
- Desenvolver o cronograma;
- Planear a gestão dos custos;
- Estimar os custos;
- Determinar o orçamento;
- Planear a gestão da qualidade;
- Planear a gestão dos recursos humanos;
- Planear a gestão das comunicações;
- Planear a gestão dos riscos;
- Identificar os riscos;
- Realizar a análise qualitativa dos riscos;
- Realizar a análise quantitativa dos riscos;
- Planear as respostas aos riscos;
- Planear a gestão das aquisições;
- Planear a gestão das partes interessadas.

Desenvolver o plano de gestão do projecto (4.2): “Desenvolver o plano de gestão do projecto é o processo de definir, preparar e coordenar todos os planos auxiliares e integrá-los a um plano de gestão de projecto abrangente. O principal benefício deste processo é um documento central que define a base de todo trabalho do projecto.”...“O plano de gestão do projecto define como o mesmo é executado, monitorizado e controlado, e encerrado”...“Ele é desenvolvido através de uma série de processos integrados até o encerramento do projecto. Esse processo resulta em um plano de gestão do projecto que é progressivamente elaborado através de actualizações, controlado e aprovado através do processo realizar o controlo integrado de mudanças” [21] (PMBok 5ª Edição, Ref. 4.2).

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
<p>1) Na fase de planificação, o Gestor do Projecto com a ajuda da Pessoa designada pela empresa para a qualidade elabora o “Plano de Qualidade do Fornecimento e Montagem de Torres de Refrigeração” (Anexo E) de acordo com as disposições do procedimento de qualidade “Comercialización, diseño y ejecución de proyectos” (Anexo B), que contem as seguintes informações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pessoas responsáveis pelo projecto; • Códigos e especificações aplicáveis; • Alcance do Fornecimento; • Procedimento para o desenho da torre de arrefecimento; • Controlo da documentação; • Procedimentos aplicáveis do SIG; • Formatos e Registros a ser utilizados; • Subcontratação e aprovisionamento; • Controlo dos Processos; • Programas de Pontos de Inspeção, • Não conformidades, Ações correctivas e preventivas; • Movimentação, armazenagem e transporte; • Qualificação das pessoas; • Dossier final de qualidade. <p>2) Neste estagio o Gestor do Projecto supervisiona a elaboração dum plano de segurança, saúde e gestão ambiental para o projecto de acordo com os procedimentos do SIG.</p>	<p>1) O Plano de Qualidade de Fornecimento e Montagem de Torres de Refrigeração (Anexo E) não inclui toda a informação requerida no PMBoK (4.2.3.1). Os seguintes planos auxiliares não estão incluídos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano de gestão dos requisitos; • Plano de gestão dos riscos; • Plano de gestão das partes interessadas. 	<p>1) Implementar um formato de Plano de Gestão para os projectos que contenha todos os requerimentos especificados na secção 4.2.3.1 do PMBoK.</p>

Planear a gestão do alcance (5.1): “Planear a gestão do alcance é o processo de criar um plano de gestão do alcance do projecto que documenta tal como o alcance será definido, validado e controlado. O principal benefício deste processo é o fornecimento de orientação e instruções sobre como o alcance será gerido ao longo de todo o projecto”...“O desenvolvimento do plano de gestão e o detalhe do alcance do projecto têm início com a análise das informações contidas no termo de abertura do projecto, os últimos planos auxiliares aprovados do plano de gestão do projecto, as informações históricas, e quaisquer outros factores ambientais da empresa que sejam relevantes. Este plano ajuda a reduzir o “*scope creep*” do projecto (desvios do projecto).”...“O Plano de gestão do alcance *pode ser formal ou informal, amplamente estruturado ou altamente detalhado, com base nas necessidades do projecto.*” [21] (PMBok 5ª Edição, Ref. 5.1).

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) O Plano de gestão do alcance pode-se considerar incluído no Plano de Qualidade do Fornecimento e Montagem de Torres de Refrigeração. 2) O alcance do projecto encontra-se definido através de: <ul style="list-style-type: none"> • A especificação técnica do cliente; • O anteprojecto da torre; • O projecto de execução; • O contrato assinado entre empresa-cliente. 3) Qualquer mudança no alcance do projecto será monitorizada através dos procedimentos de qualidade do SIG e incluído no registo de qualidade “ <i>expediente del proyecto</i> ”	1) Ainda que não existe um plano formal de gestão do alcance, este pode-se considerar incluído no Plano de Qualidade desenvolvido para o projecto. As mudanças no alcance são registradas através dos procedimentos incluídos no Plano de Qualidade e o SIG. 2) As actividades da empresa encontram-se bem alinhadas com o processo 5.1 do PMBoK.	Não existem recomendações

Colectar os requisitos (5.2): “Colectar os requisitos é o processo de determinar, documentar e gerir as necessidades e requisitos das partes interessadas a fim de atender aos objectivos do projecto. O principal benefício deste processo é o fornecimento da base para definição e gestão do alcance do projecto”...“Os requisitos incluem condições ou capacidades que devem ser atendidas pelo projecto ou estar presentes no produto, serviço ou resultado para cumprir um acordo ou outra especificação formalmente imposta. Os requisitos incluem as necessidades quantificadas e documentadas e as expectativas do patrocinador, cliente e outras partes interessadas.”...“O desenvolvimento dos requisitos começa com uma análise das informações contidas no termo de abertura do projecto” [21] (PMBOK 5ª Edição, Ref. 5.2).

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
<p>1) Os requisitos do cliente estão perfeitamente incluídos na especificação técnica do projecto (Anexo A) e no contrato de serviço.</p> <p>2) A definição do resto dos requisitos do produto (torre de arrefecimento) é desenvolvida por o departamento de engenharia da empresa durante a fase de iniciação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durante a fase de iniciação: O Gestor do Projecto e o departamento de engenharia estudam os requisitos do cliente e investigam possíveis soluções técnicas e económicas. • Posteriormente a empresa apresenta uma oferta técnico-económica (Anexo C), donde se especificam os dados iniciais da torre (anteprojecto). <p>Os dados são registados no documento de qualidade “<i>expediente del proyecto</i>”.</p>	<p>1) Os requisitos do projecto são incluídos nos seguintes documentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contrato de serviço empresa-cliente; • Especificação técnica do projecto. 	<p>Para um total cumprimento com as regras do PMBoK seria apropriado incluir um formato de tabela:</p> <p><i>Matriz de rastreabilidade dos requisitos</i> que ajudaria a garantir que todos os requisitos requeridos pelo cliente sejam entregues ao final do projecto. (Ver PMBoK, Secção 5.2.3.2, Figura 5-6)</p>

Definir o alcance (5.3): “Definir o alcance é o processo de desenvolvimento de uma descrição detalhada do projecto e do produto. O principal benefício desse processo é que ele descreve os limites do projecto, serviços ou resultados ao definir quais dos requisitos colectados serão incluídos e quais serão excluídos do alcance do projecto.”...“Já que todos os requisitos identificados no processo colectar requisitos podem não estar incluídos no projecto, o processo *Definir o alcance* selecciona os requisitos finais do projecto a partir da documentação de requisitos entregue durante o processo colectar requisitos. Em seguida define uma descrição detalhada do produto, do serviço ou resultado. A preparação detalhada da especificação do alcance é crítica para o sucesso do projecto e baseia-se nas entregas principais, premissas e restrições que são documentadas durante a iniciação do projecto. Durante o planeamento do projecto, o seu alcance é definido e descrito com maior especificidade conforme as informações a respeito do projecto que são conhecidas.” [21] (PMBok 5ª Edição, Ref. 5.3).

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) O alcance do projecto está definido através dos seguintes documentos: <ul style="list-style-type: none"> • Oferta técnico-económica apresentada ao cliente na fase de iniciação. • Especificação técnica do projecto. • Engenharia básica e de execução. • Contrato com o cliente. 2) Na fase de execução o departamento de engenharia, com base ao anteprojecto apresentado ao cliente, desenvolve a engenharia de detalhe do mesmo, incluindo planos, especificações técnicas e manuais de operação, inspecção e manutenção. 3) Todos os documentos são incluídos no registo de qualidade “ <i>expediente del proyecto</i> ”.	1) O alcance do projecto está perfeitamente definido. 2) A especificação do alcance do projecto inclui todos os pontos do apartado 5.3.3.1 (saídas do processo) do PMBoK. 2) As actividades da empresa estão bem alinhadas com os requerimentos do PMBoK.	Não há recomendações

Criar a estrutura analítica do projecto (EAP) (5.4): “Criar a EAP é o processo da subdivisão das entregas e do trabalho do projecto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis. O principal benefício desse processo é o fornecimento de uma visão estruturada do que deve ser entregue.”...“A EAP é uma decomposição hierárquica do alcance total do trabalho a ser executado pela equipa do projecto a fim de alcançar os objectivos do projecto e criar as entregas requeridas. A EAP organiza e define o alcance total do projecto e representa o trabalho especificado na actual declaração do alcance do projecto aprovada. O trabalho planeado é contido dentro dos componentes de nível mais baixo da EAP, que são chamados de pacotes de trabalho. Um pacote de trabalho pode ser usado para agrupar as actividades onde o trabalho é agendado, tem seu custo estimado, monitorado e controlado.”...“A EAP representa todo o produto e trabalho do projecto, inclusive o trabalho de gestão do mesmo” [21] (PMBok 5ª Edição, Ref. 5.4).

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) Durante a fase de planificação, o Gestor do Projecto decompõe o trabalho do projecto em componentes menores (pacotes de trabalho). Este trabalho é feito com a ajuda do Programa <i>Microsoft Project</i> ao mesmo tempo que é desenhado o cronograma do projecto. 2) A descomposição do trabalho é feita com base a experiencia da empresa neste tipo de trabalhos e a análise comparativa com outro tipo de trabalhos similares. Este processo é validado pelos Directores da empresa. 3) As actualizações na estrutura analítica do projecto são também feitas a traves da ferramenta informática <i>Microsoft Project</i> . 4) A EAP é registada no expediente do projecto, como parte do cronograma do projecto.	1) A estrutura analítica do projecto está documentada através do cronograma do projecto, que é feito co programa <i>Microsoft Project</i> . 2) As actividades da empresa estão bem alinhadas com os requerimentos do processo.	Não há recomendações

Planear a gestão do cronograma (6.1); Definir as actividades (6.2); Sequenciar as actividades (6.3); Estimar as durações das actividades (6.4); Desenvolver o cronograma (6.5): “Planear a gestão do cronograma é o processo de estabelecer as políticas, os procedimentos e a documentação para o planeamento, desenvolvimento, gestão, execução e controle do cronograma do projecto. O principal benefício deste processo é o fornecimento de orientação e instruções sobre como o cronograma do projecto será gerido ao longo de todo o projecto”...“Definir as actividades é o processo de identificação e documentação das acções específicas a serem realizadas para produzir as entregas do projecto. O principal benefício deste processo é a divisão dos pacotes de trabalho em actividades que fornecem uma base para estimar, programar, executar, monitorizar e controlar os trabalhos do projecto”...“Sequenciar as actividades é o processo de identificação e documentação dos relacionamentos entre as actividades do projecto. A principal vantagem deste processo é definir a sequência lógica do trabalho a fim de obter o mais alto nível de eficiência em face a todas as restrições do projecto”...“Estimar os recursos das actividades é o processo de estimativa dos tipos e quantidades de material, pessoas, equipamentos ou materiais que serão necessários para realizar cada actividade. O principal benefício deste processo é identificar o tipo, quantidade e características dos recursos exigidos para concluir a actividade, permitindo estimativas de custos e de duração mais precisas.”...“Estimar as durações das actividades é o processo de estimativa do número de períodos de trabalho que serão necessários para terminar actividades específicas com os recursos estimados. O principal benefício deste processo é fornecer a quantidade de tempo necessária para concluir cada actividade, o que é uma entrada muito importante no processo Desenvolver o cronograma.”...“Desenvolver o cronograma é o processo de análise de sequências das actividades, suas durações, recursos necessários e restrições do cronograma visando criar o modelo do cronograma do projecto. O principal benefício deste processo é o de que, a inserção das actividades do cronograma, suas durações, recursos, disponibilidades de recursos e relacionamentos lógicos na ferramenta de elaboração do cronograma gera um modelo de cronograma com datas planeadas para a conclusão das actividades do projecto.”

“Em alguns projectos, especialmente naqueles de alcance menor, os processos de definir as actividades, sequenciar as actividades, estimar os recursos das actividades, estimar as durações das actividades e desenvolver o modelo do cronograma estão tão estreitamente conectados que são vistos como *um único processo que pode ser realizado por uma pessoa em*

um período de tempo relativamente curto. O cronograma finalizado e aprovado é a linha de base que será usada no processo Controlar o cronograma (Secção 6.7) ” [21] (PMBok, 5ª Edição, Ref. 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5).

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
<p>1) O cronograma é feito pelo Gestor do Projecto através da ferramenta informática <i>Microsoft Project</i>. A empresa utiliza este programa para a planificação de todos os projectos de torres de arrefecimento.</p> <p>2) A planificação da gestão do cronograma forma parte do Plano de Qualidade de Fornecimento e Montagem de Torres de Refrigeração (Anexo E). Este plano concede autoridade ao Gestor do Projecto para fazer as mudanças apropriadas no cronograma durante o ciclo de vida do projecto, caso for preciso.</p> <p>3) O Gestor do projecto utiliza o seu conhecimento e as melhores práticas adquiridas noutros projectos similares para o desenvolvimento do cronograma.</p> <p>4) O cronograma (Anexo K) inclui a seguinte informação sobre o projecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EAP (Pacotes de trabalho); • Lista de actividades associadas a cada pacote de trabalho; • Lista de marcos (pontos críticos) do projecto; • Diagramas de rede do projecto, incluído o caminho crítico; • Requisitos de recursos das actividades e o seu custo associado; • Calendário do projecto. 	<p>1) As actividades relacionadas com os processos 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 e 6.5 do PMBoK são feitas ao mesmo tempo utilizando a ferramenta informática <i>Microsoft Project</i>.</p> <p>2) As actividades da empresa estão bem alinhadas com os requerimentos do PMBoK para estes 5 processos.</p>	<p>Não há recomendações</p>

Planear a gestão dos custos (7.1): “Planear a gestão dos custos é o processo de estabelecer as políticas, os procedimentos e a documentação necessários para o planeamento, gestão, despesas, e controle dos custos do projecto. O principal benefício deste processo é o fornecimento de orientação e instruções sobre como os custos do projecto serão geridos ao longo de todo o projecto.” [21] (PMBok, 5ª Edição, Ref. 7.1)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) A gestão dos custos do projecto é feita utilizando os procedimentos, políticas e ferramentas informáticas descritos no Sistema Integrado de Gestão da empresa. 2) A oferta técnico-económica apresentada ao cliente é feita com programas de cálculo de custos próprios da empresa. 3) A responsabilidade pelo controlo dos custos do projecto é assumida pelo Gestor do Projecto de acordo com as responsabilidades definidas no Plano de Qualidade de Fornecimento e Montagem de Torres de Refrigeração (Anexo E). 4) O Departamento de compras da empresa colabora co Gestor do Projecto na actividade de gestão dos custos do projecto.	1) As actividades de planificação dos custos do projecto encontram-se enquadradas nas políticas e procedimentos definidos e adoptados por a empresa para os projectos de torres de arrefecimento. 2) As actividades da empresa estão bem alinhadas com este processo.	Não há recomendações

Estimar os custos (7.2); Determinar o orçamento (7.3): “Estimar os custos é o processo de desenvolvimento de uma estimativa dos recursos monetários necessários para executar as actividades do projecto. O principal benefício deste processo é a definição dos custos exigidos para concluir os trabalhos do projecto.”...“As estimativas de custo são um prognóstico baseado na informação conhecida num determinado momento.”... “Os custos são estimados para todos os recursos que serão cobrados do projecto. Isso inclui, mas não se limita a mão-de-obra, materiais, equipamentos, serviços e a instalações, assim como a categorias especiais como provisão para inflação, custos de recursos financeiros ou custos de contingências.”...“Determinar o orçamento é o processo de agregação dos custos estimados de actividades individuais ou pacotes de trabalho, para estabelecer uma linha de base dos custos, autorizada. O principal benefício deste processo é a determinação da linha de base dos custos para a monitorização e controle do desempenho do projecto.”...“**Em alguns projectos, especialmente aqueles com menor alcance, a estimativa e orçamento de custos estão tão firmemente interligados que podem ser vistos como um processo único que pode ser realizado por uma pessoa num período de tempo relativamente curto.**” [21] (PMBok, 5ª Edição, Ref. 7.2, 7.3)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) A estimativa dos custos do projecto é feita na fase inicial do projecto, quando a empresa apresenta ao cliente uma oferta técnico-económica ao cliente. Para fazer a estimativa são considerados os orçamentos das empresas fornecedoras de materiais e serviços e o histórico de compras. 2) A empresa dispõe de programas informáticos que permitem fazer análises de custo-benefício e cálculos detalhados do orçamento da torre em curtos períodos de tempo. 3) O orçamento é documentado através de uma tabela de Excel (ver Anexo F), e registado no expediente do projecto.	1) As actividades da empresa estão alinhadas com os processos 7.2 e 7.3 do PMBoK. 2) A elaboração da estimativa e orçamento e feita de acordo com o procedimento de qualidade <i>“Comercialización, diseño y ejecución de proyectos”</i> (Anexo B).	Não há recomendações

Planear a gestão da qualidade (8.1): “Planear a gestão da qualidade é o processo de identificação dos requisitos e/ou padrões de qualidade do projecto e suas entregas, e de documentação de como o projecto demonstrará conformidade com os relevantes requisitos e/ou padrões de qualidade. O principal benefício desse processo é o fornecimento de orientação e instruções sobre como a qualidade será gerida e validada ao longo de todo o projecto.” [21] (PMBok, 5ª Edição, Ref. 8.1)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
<p>1) A planificação da qualidade é feita com base aos requerimentos de qualidade da empresa para a gestão do projecto e os requerimentos do cliente que definem os padrões técnicos de qualidade aplicáveis a construção da torre de arrefecimento e que estão incluídos na especificação técnica do projecto (Anexo A).</p> <p>2) A planificação da gestão da qualidade no projecto é feita por:</p> <p>A Pessoa Designada pela empresa para o controlo da qualidade, que colabora com o Gestor do Projecto para desenvolver o Plano de Qualidade de Fornecimento e Montagem de Torres de Refrigeração. Esta pessoa também controla o cumprimento do Sistema Integrado de Qualidade da empresa durante o ciclo de vida do projecto.</p> <p>O Director do Projecto, que baseando-se nas especificações técnicas do cliente (Anexo A), desenvolve os seguintes planos de qualidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedimento de provas térmicas para torres de arrefecimento (Anexo G); • Lista de Verificações (Anexo H) • Programa de pontos de inspecção (Anexo I-Exemplo). 	<p>1) As actividades da empresa estão alinhadas com o processo 8.1 do PMBoK.</p>	<p>Não há recomendações</p>

Planear a gestão dos recursos humanos (9.1): “Planear a gestão dos recursos humanos é o processo de identificação e documentação de papéis, responsabilidades, habilidades necessárias e relações hierárquicas do projecto, além da criação de um plano de gestão de pessoal. O principal benefício desse processo é o estabelecimento dos papéis, responsabilidades e organogramas do projecto, além do plano de gestão de pessoal, incluindo o cronograma para mobilização e liberação de pessoal.”...“O planeamento dos recursos humanos é usado para determinar e identificar recursos humanos com as habilidades necessárias para o sucesso do projecto. O plano de gestão dos recursos humanos descreve como os papéis e responsabilidades, a estrutura hierárquica e a gestão do pessoal serão abordados e estruturados dentro de um projecto.”...“Essas equipas ou membros da equipa podem ser internos ou externos à organização executora do projecto.” [21] (PMBok, 5ª Edição, Ref. 9.1)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
<p>O Plano de Qualidade de Fornecimento e Montagem de Torres de Refrigeração identifica as responsabilidades dos principais membros da equipa do projecto.</p> <p>O controlo dos recursos humanos é definido através do cronograma do projecto, desenvolvido co programa <i>Microsoft Project</i>. Esta ferramenta informática permite identificar recursos com actividades, identificar o calendário de cada um dos recursos e fazer um controlo de custos dos recursos.</p> <p>O Sistema Integrado de Gestão da empresa define políticas e procedimentos para a identificação de necessidades de treinamento do pessoal.</p> <p>As políticas organizacionais da empresa definem os critérios para a definição de: ordenados e recompensas por o trabalho realizado.</p> <p>Durante o planeamento o Gestor do Projecto faz uma análise informal das regulamentações aplicáveis sobre: permissões de trabalho e contratos laborais.</p>	<p>1) As actividades da empresa estão parcialmente alinhadas com o processo 9.1 do PMBOK.</p> <p>2) Não existe um plano único de gestão de recursos humanos para o projecto.</p> <p>3) Não há uma definição formal das competências dos membros da equipa para o projecto.</p> <p>4) Não há uma identificação formal dos regulamentos laborais aplicáveis aos trabalhadores no lugar da construção da torre.</p>	<p>1) Ainda que existe um organograma que identifica os membros da equipa e as suas responsabilidades seria preciso desenvolver um plano de gestão de recursos humanos exclusivo para o projecto.</p> <p>2) De acordo com o PMBOK (9.1.3.1), este plano deveria ter o seguinte conteúdo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Papéis e responsabilidades dos membros da equipa; • Organograma detalhado do projecto, identificando todos os membros da equipa do projecto; • Plano de gestão do pessoal que identifique: <ul style="list-style-type: none"> Competências do pessoal; Requerimentos legais dos trabalhadores, calendários de recursos e mobilização do pessoal.

Planear a gestão das comunicações (10.1): “Planear a gestão das comunicações é o processo de desenvolver uma abordagem apropriada e um plano de comunicação do projecto com base nas necessidades de informação e requisitos das partes interessadas. O principal benefício deste processo é a identificação e a documentação da abordagem de comunicação mais eficaz e eficiente com as partes interessadas.”...“Os pontos importantes que pode ser necessário considerar, incluem, mas não estão limitados, a:

- Quem precisa, de que informações, e quem está autorizado a obter acesso a tais informações;
- Quando as informações serão necessárias;
- Onde as informações devem ser armazenadas;
- O formato em que as informações devem ser armazenadas;
- Como as informações podem ser recuperadas; e
- Se o fuso horário, as barreiras linguísticas e as considerações multiculturais devem ser levados em consideração.” [21] (PMBok, 5ª Edição, Ref. 10.1)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) A planificação das comunicações é feita de forma informal ou através de acordos feitos durante as reuniões entre a empresa e: <ul style="list-style-type: none"> -O cliente, -A empresa encarregada da montagem da torre, -Os fornecedores de materiais e equipamentos, -Outras partes interessadas. 	1) Ainda que não existe um plano documentado de gestão das comunicações do projecto, as comunicações (forma e modo) são acordadas através de reuniões.	Para cumprir plenamente com os requisitos do PMBoK seria necessário implementar um formato de plano de gestão das comunicações do projecto (matriz) que inclua as informações requeridas na secção 10.1.3.1 do PMBoK: <ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de comunicações das partes interessadas; • Informações a serem comunicadas; • Motivo da distribuição das informações; • Intervalo de tempo e frequência das informações; • Pessoa responsável por comunicar as informações; • Pessoa ou grupos que receberão as informações; • Método para transmitir as informações; • Restrições de comunicações aplicáveis.

Planear a gestão dos riscos (11.1); Identificar os riscos (11.2); Realizar a análise qualitativa dos riscos (11.3); Realizar uma análise quantitativa dos riscos (11.4); Planear as respostas aos riscos (11.5): “O risco do projecto é um evento ou condição incerta que, se ocorrer, provocará um efeito positivo ou negativo em um ou mais objectivos do projecto tais como alcance, cronograma, custo e qualidade.”... “O risco do projecto tem origem na incerteza existente em todos os projectos. Os riscos conhecidos são aqueles que foram identificados e analisados, possibilitando o planeamento de respostas.”...Planear a gestão dos riscos: “Planear a gestão dos riscos é o processo de definição de como conduzir as actividades de gestão dos riscos de um projecto.”...Identificar os riscos: “Identificar os riscos é o processo de determinação dos riscos que podem afectar o projecto e de documentação das suas características. O principal benefício desse processo é a documentação dos riscos existentes, o conhecimento e a capacidade que ele fornece à equipa do projecto de antecipar os eventos.”...Realizar a análise qualitativa dos riscos: “Realizar a análise qualitativa dos riscos é o processo de priorização de riscos para análise ou acção adicional através da avaliação e combinação de sua probabilidade de ocorrência e impacto. O principal benefício deste processo é habilitar os Gestores de projectos a reduzir o nível de incerteza e focar os riscos de alta prioridade”...Realizar a análise quantitativa dos riscos: “Realizar a análise quantitativa dos riscos é o processo de analisar numericamente o efeito dos riscos identificados nos objectivos gerais do projecto. O principal benefício desse processo é a produção de informações quantitativas dos riscos para apoiar a tomada de decisões”...Planear as respostas aos riscos: “Planear as respostas aos riscos é o processo de desenvolvimento de opções e acções para aumentar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objectivos do projecto”... “Ele inclui a identificação e a designação de uma pessoa (o responsável pelo resposta ao risco) para assumir a responsabilidade por cada resposta ao risco acordada e financiada. As respostas planeadas devem ser adequadas à relevância do risco, ter eficácia de custos para atender ao desafio, ser realistas dentro do contexto do projecto.” [21] (PMBOK, 5ª Edição, Ref. 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
<p>1) Presentemente a empresa não desenvolve nenhum procedimento, metodologia ou política para a gestão, identificação e resposta aos riscos que possam surgir durante o projecto e construção de torres de arrefecimento.</p> <p>2) A experiencia da empresa neste tipo de projectos (mais de 50 anos) e os conhecimentos e habilidades dos Gestores do Projecto têm sido, ate a data, suficientes para fazer frente aos eventuais riscos que possam surgir durante o ciclo de vida do projecto.</p>	<p>1) As actividades da empresa não estão alinhadas com estes processos.</p>	<p>1) Implementar procedimentos para a planificação, gestão, identificação, análise e resposta aos possíveis riscos que possam surgir durante o projecto de acordo com os requerimentos das secções 11.1, 11.2, 11.3, 11.4 e 11.5 do PMBoK.</p> <p>2) A elaboração e implementação destes procedimentos permitiriam poupar custos devidos a imprevistos e permitiriam a equipa do projecto reagir de forma rápida aos mesmos.</p> <p>3) Tendo em conta que a empresa tem mais de 50 anos de experiencia na construção de torres de arrefecimento, seria conveniente para a empresa e também para os Gestores de Projecto elaborar uma política de gestão dos riscos com a finalidade de colocar em pratica todas as lições aprendidas em projectos anteriores e poder aplicar estes conhecimentos a novos projectos.</p>

Planear a gestão das aquisições (12.1): “A gestão das aquisições do projecto inclui os processos necessários para comprar ou adquirir produtos, serviços ou resultados externos à equipa do projecto.”...“Os processos de gestão das aquisições do projecto envolvem acordos, incluindo contratos, que são documentos legais entre um comprador e um fornecedor.”...“Planear a gestão das aquisições é o processo de documentação das decisões de compras do projecto, especificando a abordagem e identificando fornecedores em potencial. O principal benefício deste processo é que, este determina se deverá adquirir ou não, apoio externo e se for o caso, o que adquirir, como adquirir, a quantidade necessária, e quando.” [21] (PMBok, Ref. 12.1)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) A montagem da torre de arrefecimento é feita por uma empresa externa, mas que pertence ao grupo de empresas que desenvolve o projecto da torre, e que forma parte do organograma do projecto. 2) Os fornecedores de material são seleccionados da base de dados do Departamento de compras. A selecção destes fornecedores faz-se com base na experiencia adquirida pela empresa noutros projectos similares. 3) O Director do projecto, tendo em conta os resultados do projecto de execução, faz uma selecção dos materiais da torre a ser comprados, a ser fabricados pela própria empresa, e dos equipamentos que serão licitados para ser fornecidos por empresas externas. Esta selecção e feita de acordo com o procedimento de qualidade <i>“Comercialización, diseño y ejecución de proyectos, Sección 4.2.3: Compra de equipos y servicios”</i> (Anexo B). 4) O Departamento de Compras colabora com o Director do Projecto na planificação das compras de acordo com os procedimentos estabelecidos.	1) As actividades da empresa estão bem alinhadas com o processo 12.1.	1) Não há recomendações

Planear a gestão das partes interessadas (13.2): “Planear a gestão das Partes Interessadas é o processo de desenvolver estratégias apropriadas de gestão para envolver as partes interessadas de maneira eficaz no decorrer de todo o ciclo de vida do projecto, com base na análise das suas necessidades, interesses, e impacto potencial no êxito do projecto. O principal benefício desse processo é o fornecimento de um plano claro e de interacção com as partes interessadas do projecto para que apoiem os interesses do projecto.”...“A gestão das partes interessadas envolve a criação e manutenção de relacionamentos entre a equipa do projecto e as partes interessadas, com o objectivo de satisfazer suas respectivas necessidades e requisitos dentro dos limites do projecto. Esse processo gera o plano de gestão das partes interessadas, que contém planos detalhados de realização eficaz da gestão das partes interessadas.”...“O plano de gestão das partes interessadas pode ser formal ou informal.” [21] (PMBok, Ref. 13.2)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
<p>1) O planeamento da gestão das partes interessadas é desenvolvido de forma informal pelo Gestor do Projecto através de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reuniões com o cliente, fornecedores, autoridades governamentais, etc. • Requerimentos e solicitações de alterações por parte do cliente. <p>2) Neste projecto o cliente desenvolveu uma política de comunicações para as partes interessadas envolvidas no macroprojecto da central de cogeração (ver anexo D), e que deve de ser cumprida pela empresa.</p>	<p>1) Ainda que durante o ciclo de vida do projecto há uma planificação da gestão das partes interessadas, esta actividade não esta documentada.</p> <p>2) Não existe um processo para o desenvolvimento de um plano de gestão das partes interessadas. Tampouco existe um documento formal que formalize como a empresa vai interagir com as partes interessadas neste projecto.</p> <p>3) As actividades da empresa estão parcialmente alinhadas com o processo do PMBoK.</p>	<p>1) Desenvolver e implementar um formato de Plano de Gestão das partes interessadas de acordo com os requerimentos do apartado 13.2.3.1 do PMBoK.</p>

4.5 GRUPO DE PROCESSOS DE EXECUÇÃO

Este grupo de processos é constituído pelos processos usados para executar o trabalho definido no plano de gestão do projecto a fim de cumprir os requisitos do mesmo. Este grupo de processos envolve a coordenação de pessoas e recursos e da realização das actividades do projecto de acordo com o plano de gestão deste.

As variações normais de execução exigirão algum replaneamento. Essas variações podem incluir durações de actividades, produtividade e disponibilidade de recursos, e riscos não esperados. Tais variações podem exigir uma análise detalhada. Os resultados da análise podem provocar uma solicitação de mudança que, se aprovada, podem modificar o plano de gestão do projecto, cronograma, alcance ou outros documentos do planeamento inicial. A maior parte do orçamento do projecto será gasta na realização do grupo de processos de execução. Este grupo de processos inclui os seguintes processos de gestão de projectos [21]:

- Orientar e Gerir o trabalho do projecto;
- Realizar a garantia de qualidade;
- Mobilizar a equipa do projecto;
- Desenvolver a equipa do projecto;
- Gerir a equipa do projecto;
- Gerir as comunicações;
- Conduzir as aquisições;
- Gerir o envolvimento das partes interessadas.

Orientar e Gerir o trabalho do projecto (4.3): “Orientar e Gerir o trabalho do projecto é o processo de liderança e realização do trabalho, definido no plano de gestão do projecto e implementação das mudanças aprovadas para atingir os objectivos do mesmo. O principal benefício deste processo é o fornecimento da gestão geral do trabalho do projecto.”...“O Gestor do Projecto, juntamente com a equipa do projecto, orienta a execução das actividades planeadas.”...“O Gestor de Projectos também deve gerir quaisquer actividades não planeadas e determinar o curso de acção apropriado.”...“Durante a execução do projecto os dados de desempenho do trabalho são colectados e comunicados de forma apropriada.”...“Orientar e gerir o trabalho do projecto também requer a análise do impacto de todas as mudanças no projecto e a implementação das mudanças aprovadas: acção correctiva, acção preventiva ou reparo de defeito.” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 4.3)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) O Director do Projecto controla a execução dos trabalhos do projecto de conformidade com os procedimentos de qualidade incluídos no Sistema Integrado de Gestão da empresa. Em particular, é de aplicação o procedimento “ <i>Comercialización, diseño y ejecución de proyectos</i> ”, secção 4.2. (Anexo B). Neste estágio são supervisionados os trabalhos de engenharia de detalhe, compras, subministro de materiais, montagem, segurança e saúde, e entrega de documentação ao cliente. 2) Durante o desenvolvimento do projecto o Director do Projecto agenda reuniões com os fornecedores, equipa do projecto, empresas contratadas e cliente. O progresso do projecto é actualizado através do cronograma. 3) Os dados de desempenho são registados no cronograma e relatórios de desempenho conforme o procedimento de qualidade PG-06 “ <i>Medición y seguimiento del desempeño</i> ”. 4) As solicitações de mudança são geridas e registadas através do Sistema Integrado de Qualidade pelos procedimentos: “ <i>PG-07-Informe de No Conformidades</i> ” e “ <i>PG-07 No conformidades, reclamaciones, acciones preventivas y correctivas.</i> ”	As actividades da empresa estão bem alinhadas com o processo 4.3 do PMBoK.	Não há recomendações.

Realizar a garantia da qualidade (8.2): “Realizar a garantia da qualidade é o processo de auditoria dos requisitos de qualidade para garantir o uso dos padrões de qualidade e definições operacionais apropriados. O principal benefício deste processo é facilitar o aprimoramento dos processos de qualidade.”...“A garantia de qualidade contribui para o estado de certeza sobre a qualidade ao impedir os defeitos nos processos de planeamento ou ao eliminar tais defeitos na inspeção realizada durante a etapa «trabalho-em-andamento» de implementação.”...“**O departamento de garantia da qualidade, ou organização similar, em geral supervisiona as actividades de garantia da qualidade.**”...“O processo, realizar a garantia da qualidade, também inclui a melhoria contínua do processo, que é um meio iterativo de melhorar a qualidade de todos os processos. A melhoria contínua de processos reduz o desperdício e elimina as actividades que não agregam valor. Isso permite que os processos sejam operados com níveis mais altos de eficiência e eficácia.” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 8.2)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) Durante a execução do projecto o Gestor do Projecto verifica o conteúdo do plano de qualidade, o plano de segurança e saúde laboral e a lista dos padrões de qualidade aplicáveis a torre de arrefecimento e introduz correcções nos mesmos, caso seja necessário. <i>No caso do projecto em estudo, não foram precisas modificações ou propostas de modificações nos requisitos de qualidade especificados.</i> 2) O departamento de qualidade da empresa supervisiona as actividades de garantia da qualidade, através da verificação do cumprimento do Sistema Integrado de Gestão da empresa. A pessoa nomeada pela empresa para a qualidade monitoriza o cumprimento do: plano de qualidade para o projecto e o resto de procedimentos do sistema integrado de gestão incluindo o de: <i>“Comercialización, diseño y ejecución de proyectos”</i> (Anexo B).	As actividades da empresa estão bem alinhadas com o processo 8.2 do PMBoK.	Não há recomendações.

Mobilizar a equipa do projecto (9.2): “Mobilizar a equipa do projecto é o processo de confirmação da disponibilidade dos recursos humanos e obtenção da equipa necessária para terminar as actividades do projecto.”...“A equipa de gestão do projecto pode ou não ter controlo directo sobre a selecção dos membros da equipa devido a acordos de negociação colectiva, uso de pessoal subcontratado, relações hierárquicas internas ou externas, ou diversas outras razões.”...“O Gestor de Projectos ou a equipa de gestão de projectos deverá considerar o impacto de qualquer indisponibilidade de recursos humanos necessários no cronograma, no orçamento, nos riscos, na qualidade, nos planos de formação, e nos outros planos de gestão do projecto.” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 9.2)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) O Director do Projecto verifica a disponibilidade dos membros da equipa para o projecto, identificados no plano de qualidade do projecto e cronograma. Este trabalho é feito em colaboração com o departamento de recursos humanos da empresa. 2) O Supervisor da obra mantém informado o Director do projecto sob a disponibilidade da equipa responsável da montagem da torre de arrefecimento. 3) O Gestor do Projecto actualiza o estado dos recursos humanos do projecto através da ferramenta informática <i>Microsoft Project</i> , a medida que se vão produzindo mudanças no projecto. 4) As mudanças são registradas no Cronograma do Projecto e pelo Departamento de Recursos Humanos da empresa, com base a: horas de trabalho, assinação de recursos, eventuais substituições de pessoal, etc. 5) O departamento de recursos humanos pode ser autorizado a contratar e/ou substituir pessoal, caso for preciso.	As actividades da empresa estão bem alinhadas com o processo 9.2 do PMBoK.	Não há recomendações.

Desenvolver a equipa do projecto (9.3): “Desenvolver a equipa do projecto é o processo de melhoria de competências, da interacção da equipa e do ambiente global da equipa para aprimorar o desempenho do projecto. O principal benefício deste processo é que este resulta no trabalho de equipa melhorado, habilidades interpessoais e competências aprimoradas, empregados motivados, taxas reduzidas de rotatividade de pessoal.”...“Os Gestores de Projectos devem adquirir habilidades para identificar, construir, manter, motivar, liderar e inspirar as equipas de projectos a alcançar um alto desempenho de equipa e cumprir os objectivos do projecto.”...“Os Gestores de Projectos devem criar um ambiente que facilite o trabalho em equipa. Os Gestores de Projectos devem motivar a equipa continuamente proporcionando desafios e oportunidades, oferecendo *feedback* e apoio conforme necessário, e reconhecendo e recompensando o bom desempenho.”...“O Gestor de projectos deve solicitar o apoio da administração e/ou influenciar as partes interessadas apropriadas para mobilizar os recursos necessários para desenvolver equipas de projecto eficazes.” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 9.3)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) O Gestor do Projecto conta com a adequada experiencia e formação na construção de torres de arrefecimento industrial. 2) As qualificações da equipa do projecto são verificadas pelo Gestor do Projecto na fase de planificação. No caso de que algum membro da equipa precise de formação adicional, o Gestor do Projecto comunica esta situação o Departamento de Recursos Humanos para integrar ao membro da equipa num curso apropriado. Este processo é feito de acordo com os procedimentos do Sistema Integrado de Gestão. 3) Os dados sob as qualificações, habilitações e experiencia dos membros da equipa são registrados e actualizados pelo Departamento de Recursos Humanos.	As actividades da empresa estão bem alinhadas com o processo 9.3 do PMBoK.	Seria recomendável que todos os Gestores de Projectos possuíssem habilitações ou formação em técnicas de gestão de projectos.

Gerir a equipa do projecto (9.4): “Gerir a equipa do projecto é o processo de acompanhar o desempenho dos membros da equipa, fornecer *feedback*, resolver problemas e gerir mudanças para otimizar o desempenho do projecto. O principal benefício deste processo é que ele influencia o comportamento da equipa, gestão conflitos, soluciona problemas, e avalia o desempenho dos membros da equipa.”...“Como resultado da gestão da equipa do projecto, as solicitações de mudança são encaminhadas, o plano de gestão dos recursos humanos é actualizado, as questões são resolvidas, são fornecidos comentários para as avaliações de desempenho e as lições aprendidas são acrescentadas ao banco de dados da organização.”...“A gestão da equipa envolve uma combinação de habilidades, com ênfase especial em comunicação, gestão de conflitos, negociação e liderança.” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 9.4)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) A avaliação do trabalho do Gestor do projecto e feita pelo Director de Operações. 2) A avaliação do trabalho do Supervisor da obra é feita por o Gestor do Projecto. 3) A avaliação do resto dos membros da equipa do projecto é feita por o Gestor do Projecto e Director de operações. 4) A avaliação qualitativa dos membros da equipa do projecto e a medição do seu desempenho é feito de acordo com os procedimentos de qualidade do Sistema Integrado de Gestão da empresa. 5) O Departamento de Qualidade da empresa mantem registos das avaliações dos trabalhadores e também do nível de desempenho dos mesmos. 6) Os possíveis conflitos, baixas por enfermidade e outros imprevistos que possam surgir são resolvidos pelo Gestor do Projecto, quem informará as partes interessadas correspondentes, e registará estas mudanças no expediente do projecto.	As actividades da empresa estão bem alinhadas com o processo 9.4 do PMBoK.	Não há recomendações

Gerir as comunicações (10.2): “Gerir as comunicações é o processo de criar, colectar, distribuir, armazenar, recuperar, e de dispor finalmente as informações do projecto de acordo com o plano de gestão das comunicações. O principal benefício desse processo é possibilitar um fluxo de comunicação eficiente e eficaz entre as partes interessadas do projecto.”... “Esse processo vai além da distribuição de informações relevantes, e procura assegurar que as informações, sendo comunicadas para as partes interessadas do projecto, sejam emitidas de forma apropriada, assim como recebidas e compreendidas. Ele também fornece oportunidades às partes interessadas de solicitar informações, esclarecimentos e discussões adicionais.” [21] (PMBOK 5ªEdicao, Ref. 10.2)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBOK	Recomendações
<p>1) As comunicações externas (da equipa do projecto para fora) são feitas com base a acordos informais ou requerimentos do cliente, fornecedores ou outras partes interessadas.</p> <p>2) As comunicações internas (dentro da própria empresa) entre a equipa do projecto e os directores da empresa ou outros departamentos envolvidos no projecto são feitos com base a requerimentos, políticas ou costumes da empresa, através de reuniões mensais e relatórios de desempenho.</p>	<p>As actividades da empresa estão parcialmente alinhadas com os requerimentos do processo 10.2 do PMBoK.</p> <p>Durante o projecto existe uma actividade de comunicação entre as partes interessadas (em forma de emails, cartas, relatórios de desempenho) e há de facto um registo destas comunicações. No entanto, não há um plano formal de gestão das comunicações com o que não pode haver um controlo sob o desempenho e a satisfação das partes interessadas neste âmbito.</p>	<p>Tal como foi dito no processo Planear as comunicações seria preciso criar e implementar um Plano de Gestão das comunicações.</p>

Conduzir as aquisições ou compras (12.2): “Conduzir as Aquisições é o processo de obtenção de respostas de fornecedores, selecção de um fornecedor e adjudicação de um contrato. O principal benefício desse processo é prover o alinhamento das expectativas internas e externas das partes interessadas através de acordos estabelecidos.”...“Durante o processo Conduzir as aquisições, a equipa receberá licitações ou propostas e aplicará critérios de selecção previamente definidos para escolher um ou mais fornecedores qualificados para realizar o trabalho e aceitáveis como fornecedores.” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 12.2)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
<p>1) O Departamento de Compras conduz a compra de materiais, selecção de fornecedores, (realizado pelo departamento de logística e transporte) e a resolução dos processos de licitação de equipamentos e materiais. Esta actividade é supervisionada pelo Gestor do Projecto.</p> <p>2) Os fornecedores são seleccionados pela empresa visando a critérios de: solvência técnica e económica, anteriores contratos e preço.</p> <p>3) As aquisições de materiais e equipamentos e o seu transporte são registados e monitorizados. A sua qualidade é testada na sua recepção para verificar que se cumprem os pressupostos iniciais estabelecidos antes de proceder a sua montagem. Alguns são inspeccionados à saída da fábrica, caso exista testes previstos estes serão conduzidos em fábrica e com a presença do cliente ou seu representante.</p> <p>4) As actividades de aquisição de equipamentos e materiais são feitas com base ao procedimento de qualidade “<i>Comercialización, diseño y ejecución de proyectos</i>” (Anexo B).</p>	<p>As actividades da empresa estão alinhadas com o processo 12.2 do PMBoK.</p>	<p>Não há recomendações.</p>

Gerir o envolvimento das partes interessadas (13.3): “Gerir o envolvimento das partes interessadas é o processo de se comunicar e trabalhar com as partes interessadas para atender às suas necessidades/expectativas, abordar as questões à medida que elas ocorrem, e promover o envolvimento apropriado das partes interessadas nas actividades do projecto, no decorrer de todo o ciclo de vida do projecto. O principal benefício deste processo é que ele permite que o Gestor de projectos aumente o nível de apoio às partes interessadas e minimize a sua resistência, ampliando de maneira significativa as hipóteses de sucesso do projecto.”...“A habilidade das partes interessadas para influenciar o projecto é normalmente mais alta durante os estágios iniciais, e declina paulatinamente à medida que o projecto avança. O Gestor de projectos é responsável pelo envolvimento e gestão das várias partes interessadas do projecto, e pode requisitar a assistência do patrocinador do projecto conforme necessário. A gestão activa do envolvimento das partes interessadas diminui o risco do projecto não atingir suas metas e objectivos.” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 13.3)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) O Gestor do Projecto gere, controla e mantém durante todo o projecto um bom relacionamento com todas as partes interessadas (cliente, fornecedores, empresa de montagem), com a finalidade de atender as suas necessidades e resolver os problemas que possam surgir. 2) O nível de satisfação do cliente e outras partes interessadas pode ser medido através dos procedimentos de qualidade incluídos no Sistema Integrado de Gestão.	As actividades da empresa estão parcialmente alinhadas com o processo 13.3 do PMBoK.	Ainda que a empresa tem uma longa trajectória neste tipo de projectos e o trabalho dos Gestores de Projecto é geralmente apreciado pelos clientes, seria conveniente elaborar um plano de gestão das partes interessadas e controlar a implementação do mesmo.

4.6 GRUPO DE PROCESSOS DE MONITORIZAÇÃO E CONTROLO

O grupo de processos de monitorização e controle consiste nos processos necessários para acompanhar, analisar e organizar o progresso e o desempenho do projecto; identificar quaisquer áreas nas quais serão necessárias mudanças no plano; e iniciar as respectivas mudanças. O principal benefício deste grupo de processos é a medição e análise do desempenho do projecto a intervalos regulares, em ocorrências apropriadas ou em condições excepcionais, a fim de identificar as variações no plano de gestão do projecto. Este Grupo de Processos inclui os seguintes processos [21]:

- Monitorar e controlar o trabalho do projecto
- Realizar o controlo integrado de mudanças
- Validar o alcance
- Controlar o alcance
- Controlar o cronograma
- Controlar os custos
- Controlar a qualidade
- Controlar as comunicações
- Controlar os riscos
- Controlar as aquisições/compras
- Controlar o envolvimento das partes interessadas

Monitorizar e controlar o trabalho do projecto (4.4): “Monitorizar e controlar o trabalho do projecto é o processo de acompanhamento, análise e registo do progresso para atender aos objectivos de desempenho definidos no plano de gestão do projecto. O principal benefício deste processo é permitir às partes interessadas entendam a situação actual do projecto, os passos tomados, e as previsões do orçamento, cronograma e alcance.”...“A monitorização é um aspecto da gestão executado do início ao fim do projecto. Ele inclui a recolha, medição e distribuição das informações de desempenho e a avaliação das medições e tendências para efectuar melhorias no processo.”...“O controlo inclui a determinação de acções correctivas ou preventivas, ou o replaneamento e acompanhamento dos planos de acção para determinar se as acções tomadas resolveram o problema de desempenho.” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 4.4)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
<p>1) O trabalho do projecto é controlado de acordo com o Plano de Qualidade para o Projecto e o Plano de Segurança e Meio Ambiente desenvolvidos na fase de iniciação de acordo como o procedimento de qualidade “<i>Comercialización, diseño y ejecución de proyectos</i>” (Anexo B).</p> <p>2) O Gestor do Projecto acompanha o desenvolvimento dos trabalhos do projecto através do:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Supervisionamento do desenvolvimento do projecto de execução. • Reuniões com os fornecedores de material. • Reuniões com o supervisor da montagem da torre. • Reuniões com os departamentos da empresa envolvidos no projecto: Gerência, Compras, Contabilidade e Recursos Humanos. • Visitas durante a construção da torre. <p>3) A pessoa designada pela empresa para a qualidade verifica se as actividades de gestão do projecto estão de acordo com os procedimentos de qualidade.</p> <p>4) O Gestor do Projecto implementa ou ordena a implementação de mudanças nos trabalhos do projecto. Estas mudanças são geridas e registradas através do procedimentos de qualidade: “PG-07 No conformidades, reclamaciones y acciones preventivas y correctivas”.</p> <p>5) Durante o projecto em estudo não foram realizadas alterações nos planos ou documentos técnicos do projecto em estudo.</p>	<p>As actividades da empresa estão bem alinhadas com o processo 4.4 do PMBoK.</p>	<p>Não há recomendações</p>

Realizar o controlo integrado das mudanças (4.5): “Realizar o controlo integrado de mudanças é o processo de rever todas as solicitações de mudança, aprovar e gerir as mudanças”...“O processo Realizar o controle integrado de mudanças é conduzido do início ao fim do projecto, e é de responsabilidade final do Gestor de Projectos.”...“As mudanças podem ser solicitadas por qualquer parte interessada envolvida no projecto. Embora possam ser iniciadas verbalmente, tais mudanças devem ser sempre registadas por escrito e lançadas no sistema de gestão de mudanças e/ou no sistema de gestão de configurações.”...“Todas as requisições de mudança documentadas precisam de ser aprovadas ou rejeitadas por uma pessoa responsável, geralmente o Patrocinador ou o Gestor do Projecto.”...“Solicitações de mudança aprovadas podem requerer novas ou revisões das estimativas de custos, sequenciamento de actividades, datas de cronograma, requisitos de recursos e análise de alternativas de resposta aos riscos. Essas mudanças podem exigir ajustes no plano de gestão, ou em outros documentos do projecto. O nível de controlo de mudança aplicado depende da área de aplicação...requisitos contratuais e o contexto e ambiente no qual o projecto é executado. Pode ser necessária a aprovação do cliente ou do patrocinador.” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 4.5)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
<p>1) As mudanças no projecto são geridas pelo Gestor do Projecto e a pessoa designada pela empresa para a qualidade, seguindo os procedimentos do Sistema Integrado de Gestão da empresa, em particular o procedimento “<i>PG-07 No conformidades, reclamaciones, acciones preventivas y correctivas</i>”. As mudanças são registadas no expediente do projecto mas também noutros registos de outros departamentos, incluindo: contabilidade, compras e recursos humanos. Todos estes registos estão controlados pelo Sistema Integrado de Gestão.</p> <p>2) As mudanças no projecto são controladas pelo Gestor do Projecto, que informa das mesmas ao cliente e os Directores da empresa através de relatórios de desempenho, de acordo com os acordos estabelecidos na fase de iniciação.</p> <p>3) As eventuais mudanças em termos de prazos, custos, qualidade do serviço e do produto podem dar lugar a penalidades para a empresa.</p> <p>4) No caso do projecto em estudo houve alterações nos prazos de entrega da torre de arrefecimento que não deram lugar a penalidades para a empresa, pois as demoras foram atribuídas ao cliente. Estas alterações foram aprovadas pelos Directores da empresa e registadas no cronograma do projecto. O cliente foi informado dos novos prazos de entrega pelas vias de comunicação estabelecidas.</p>	<p>As actividades da empresa estão bem alinhadas com o processo 4.5 do PMBoK.</p>	<p>Não há recomendações</p>

Validar o alcance (5.5): “Validar o alcance é o processo de formalização da aceitação das entregas concluídas do projecto. O principal benefício deste processo é que ele proporciona objectividade ao processo de aceitação e aumenta a probabilidade da aceitação final do produto, serviço ou resultado, através da validação de cada entrega.”...“As entregas verificadas obtidas são revistas com o cliente ou patrocinador para assegurar que foram concluídas satisfatoriamente e receberam a aceitação formal pelo cliente.”...“O processo Validar o alcance é diferente do processo Controlar a qualidade pois o primeiro está principalmente interessado na aceitação das entregas, enquanto o controle da qualidade se interessa principalmente com a precisão das entregas e o cumprimento dos requisitos de qualidade especificados nas entregas.” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 5.5)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) O contrato entre a empresa e o cliente estabelece os prazos de entregas e pagamentos que têm que ser cumpridos pela empresa. 2) O Gestor do Projecto é o responsável para que as entregas parciais estabelecidas na especificação técnica do cliente (Anexo A) sejam feitas nos prazos previstos e de acordo com o estabelecido no contrato. 3) O Gestor do projecto fornece informação ao cliente e Directores da empresa através de relatórios, emails e reuniões de trabalho, ainda que não toda esta informação é arquivada no expediente do projecto.	As actividades da empresa parcialmente alinhadas com o processo 5.5 do PMBoK. No expediente do projecto não existe nenhum documento que permita verificar a rastreabilidade das entregas concluídas e aceites pelo cliente.	Introduzir um registro que inclua a seguinte informação: <ul style="list-style-type: none"> • Mudanças no projecto aceites pelo cliente; • Entregas parciais do projecto e a sua aceitação pelo cliente; • Alterações nos documentos do projecto respectivos. de acordo com o apartado 5.5.3 do PMBoK

Controlar o alcance (5.6): “Controlar o alcance é o processo de monitorização do progresso do alcance do projecto e do alcance do produto e gestão das mudanças feitas na linha de base do alcance. O principal benefício deste processo é permitir que a linha de base do alcance seja mantida ao longo de todo o projecto.”...“O controlo do alcance do projecto assegura que todas as mudanças solicitadas e acções correctivas ou preventivas recomendadas sejam processadas através do processo Realizar o controle integrado de mudanças. O controlo do alcance é usado também para gerir as mudanças reais quando essas ocorrem e é integrado aos outros processos de controlo.” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 5.6)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
<p>1) O alcance do Projecto está perfeitamente definido através de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O contrato com o cliente; • A especificação técnica da torre de arrefecimento; • O projecto de execução (planos, cálculos estruturais e térmicos, documentação técnica, etc.) desenvolvida durante a execução do projecto. <p>2) No caso de haver alterações no alcance do projecto, estas alterações são geridas conforme aos procedimentos de qualidade incluídos no Sistema Integrado de Gestão da empresa e são informadas ao cliente, que terá que concordar por escrito com estas alterações.</p> <p>3) Da mesma forma se procederá no caso de que o cliente solicite alterações no alcance projecto, durante o ciclo de vida do mesmo.</p> <p>4) As eventuais alterações são realizadas pelo Gestor do Projecto com o prévio acordo do cliente e os Directores da empresa.</p> <p>5) No caso do projecto em estudo apenas houve alterações nos prazos de entrega, mas não nas especificações técnicas da torre.</p>	<p>As actividades da empresa estão bem alinhadas com o processo 5.6 do PMBoK.</p>	<p>Não há recomendações</p>

Controlar o cronograma (6.7): “Controlar o cronograma é o processo de monitorização do andamento das actividades do projecto para actualização no seu progresso e gestão das mudanças feitas na linha de base do cronograma para realizar o planeado. O principal benefício deste processo é fornecer os meios de reconhecer o desvio do planeado e tomar medidas correctivas e preventivas, minimizando assim o risco.”... “A actualização no modelo do cronograma requer o conhecimento do desempenho real até a data presente.”... “O processo Controlar o cronograma está relacionado com:

- A determinação da situação actual do cronograma do projecto comparando a quantidade total de trabalho entregue e aceito em relação às estimativas do trabalho concluído para o ciclo de tempo transcorrido;
- A condução de revisões retrospectivas a fim de corrigir os processos e melhorá-los, se necessário;
- A priorização do plano de trabalho restante;
- A determinação se houve mudança no cronograma do projecto” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 6.7)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) O controlo do cronograma e realizado pelo Gestor do Projecto através da ferramenta informática <i>Microsoft Project</i> . O programa Microsoft Project possibilita a criação, modificação e registro das mudanças de acordo com o estabelecido no processo 6.7.2.2 do PMBoK. 2) No projecto em estudo foram precisas ate 5 mudanças no cronograma do projecto, devido a demoras nos tempos das entregas. A última versão do mesmo encontra-se no <i>Anexo K</i> deste trabalho. 3) Todas as alterações realizadas são registadas no expediente do projecto e no mesmo cronograma por o Director do Projecto e pela pessoa responsável da qualidade para o projecto.	As actividades da empresa estão bem alinhadas com o processo 6.7 do PMBoK.	Não há recomendações

Controlar os custos (7.4): “Controlar os custos é o processo de monitorização do andamento do projecto para actualização no seu orçamento e gestão das mudanças feitas na linha de base de custos. O principal benefício deste processo é fornecer os meios de se reconhecer a variação do planeado a fim de tomar medidas correctivas e preventivas, minimizando assim o risco.”...“A actualização no orçamento requer o conhecimento dos custos reais gastos até a presente data.”

“O controlo de custos do projecto inclui:

- Assegurar que os desembolsos de custos não excedam os recursos financeiros autorizados por período, por componente de EAP, por actividade, e no total do projecto;
- Monitorizar o desempenho de custos para isolar e entender as variações a partir da linha de base de custos aprovada;
- Monitorizar o desempenho do trabalho em relação aos recursos financeiros gastos;
- Evitar que mudanças não aprovadas sejam incluídas no relato do custo ou do uso de recursos;
- Informar as partes interessadas apropriadas a respeito de todas as mudanças aprovadas e custos associados; e
- Levar os excessos de custos não previstos para dentro dos limites aceitáveis.” [21] (PMBOK 5ªEdicao, Ref. 7.4)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) A monitorização dos custos e realizado principalmente pelo Departamento de compras da empresa. Os dados são registados e comparados com o orçamento do projecto para monitorizar que os gastos estão em todo momento de acordo com a estimativa de gastos e o orçamento do projecto. 2) As facturas e outros documentos financeiros são registados no expediente do projecto e na base de dados de contabilidade da empresa. 3) Qualquer deviação nos gastos é informada ao Gestor do Projecto e os Directores da empresa.	As actividades da empresa estão bem alinhadas com o processo 7.4 do PMBoK.	Não há recomendações

Controlar a qualidade (8.3): “Controlar a qualidade é o processo de monitorização e registo dos resultados da execução das actividades de qualidade para avaliar o desempenho e recomendar as mudanças necessárias. Os principais benefícios deste processo incluem: (1) identificar as causas da baixa qualidade do processo ou do produto e recomendar e/ou tomar medidas para eliminá-las; e (2) validar a conformidade das entregas e do trabalho do projecto com os requisitos necessários à aceitação final especificados pelas principais partes interessadas.”...“O processo Controlar a qualidade usa um conjunto de técnicas e tarefas operacionais para verificar se a saída entregue cumprirá os requisitos.” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 8.3)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
<p>1) O controlo da qualidade dos materiais e realizado durante todo o ciclo de vida do Projecto através do programa de pontos de inspecção (PPI's).</p> <p>2) O controlo da qualidade do produto final (torre de arrefecimento) e feito através de umas provas finais de desempenho que incluem: Provas térmicas (Anexo J); Provas de desempenho (arranque, operação, parada).</p> <p>3) As provas anteriores são realizadas antes da entrega da torre ao cliente. Estas provas são feitas por técnicos da empresa com a presença de técnicos contratados pelo cliente.</p> <p>4) O resultado das provas e incluído no expediente do projecto. Caso o resultado das provas não sejam satisfatórias, actuar-se-á de acordo com o procedimento de qualidade “<i>Comercialización, diseño y ejecución de proyectos</i>” (Anexo B) e realizaram-se as modificações oportunas.</p>	<p>As actividades da empresa estão bem alinhadas com o processo 8.3 do PMBoK.</p>	<p>Não há recomendações</p>

Controlar as comunicações (10.3): “Controlar as comunicações é o processo de monitorizar e controlar as comunicações no decorrer de todo o ciclo de vida do projecto para assegurar que as necessidades de informação das partes interessadas do projecto sejam atendidas. O principal benefício deste processo é a garantia de um fluxo óptimo de informações entre todos os participantes das comunicações, em qualquer momento.”...“Elementos de comunicação específicos, tais como questões ou principais indicadores de desempenho (por exemplo, cronograma, custos e qualidade reais versus planeados) podem accionar uma revisão imediata, enquanto outros não. O impacto e as repercussões das comunicações do projecto devem ser cuidadosamente avaliados e controlados para assegurar que a mensagem correta seja entregue à audiência correta, no tempo certo.” [21] (PMBok 5ª Edição, Ref. 10.3)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) O Gestor do projecto controla as comunicações com as diferentes partes interessadas com base aos acordos estabelecidos nas reuniões iniciais. 2) O Gestor do projecto controla que todas as informações relativas ao desempenho do projecto, prazos e custos estejam a disposição do cliente e os Directores da empresa. 3) Os relatórios e outras comunicações (emails) são registados no expediente do projecto. 4) No caso de alguma comunicação possa produzir alguma mudança no projecto, se devera actuar conforme aos procedimentos de qualidade conteúdos no Plano Integrado de Gestão.	As actividades da empresa estão parcialmente alinhadas com o processo 10.3 do PMBoK. Não existe um plano de gestão das comunicações, com o que não pode haver um controlo sob o mesmo.	Implementar, controlar e registar um plano de gestão das comunicações de acordo com o processo 10.1

Controlar os riscos (11.6): “Controlar os riscos é o processo de implementação de planos de respostas aos riscos, acompanhamento dos riscos identificados, monitorização dos riscos residuais, identificação de novos riscos e avaliação da eficácia do processo de riscos durante todo o projecto. O principal benefício desse processo é a melhoria do grau de eficiência da abordagem dos riscos no decorrer de todo o ciclo de vida do projecto a fim de otimizar continuamente as respostas aos riscos.”...“As respostas planeadas aos riscos que estão incluídas no registo dos riscos são executadas durante o ciclo de vida do projecto, mas o trabalho do projecto deve ser continuamente monitorizado em busca de riscos novos, modificados e desactualizados.”...“O processo Controlar os riscos pode envolver a escolha de estratégias alternativas, a execução de um plano de contingência ou alternativo, a adopção de acções correctivas e a modificação do plano de gestão do projecto.”...“**O processo Controlar os riscos também engloba a actualização nos activos de processos organizacionais, incluindo os bancos de dados de lições aprendidas e os modelos de gestão dos riscos do projecto, para benefício de projectos futuros.**” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 11.6)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) O Gestor do Projecto analisa e controla os riscos durante o ciclo de vida do Projecto. 2) Este controlo é feito com base a experiencia do Gestor do Projecto e a experiencia da própria empresa (mais de 50 anos) neste tipo de projectos. 3) Não há um registo das actividades de controlo dos riscos, caso estes se produzirem.	As actividades da empresa não estão alinhadas com o processo 11.6 do PMBoK. Não existem políticas ou procedimentos relacionados ca gestão dos riscos nos projectos de torres de arrefecimento.	Identificar e analisar os riscos. Planear a gestão dos riscos e as respostas aos mesmos de acordo com os processos 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5 do PMBoK. Fazer um controlo documentado dos riscos de acordo com o processo 11.6.

Controlar as aquisições/compras (12.3): “Controlar as aquisições é o processo de gestão das relações de aquisições, monitorização do desempenho do contrato e realizações de mudanças e correcções nos contratos, conforme necessário. O principal benefício desse processo é a garantia de que o desempenho tanto do fornecedor assim como do comprador cumprem os requisitos de aquisição, de acordo com os termos do acordo legal.”...“Quer o comprador quer o fornecedor administram o contrato de aquisição com objectivos semelhantes. Cada um precisa de assegurar que ambas as partes cumpram suas obrigações contratuais e que seus próprios direitos legais sejam protegidos.”...”O processo Controlar as aquisições também tem um componente de gestão financeiro que envolve a monitorização dos pagamentos ao fornecedor.”...“O processo Controlar as aquisições analisa e documenta o desempenho do fornecedor com base no contrato, e estabelece acções correctivas quando necessário. Essa revisão do desempenho pode ser usada como uma medida da competência do fornecedor para realizar trabalhos similares em projectos futuros.” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 12.3)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) O controlo das licitações e compras de materiais e equipamentos e supervisionado pelo Gestor do Projecto com a colaboração do Departamento de Compras, de acordo com o Procedimento de Qualidade “Comercialización, Diseño y Ejecución de Proyectos” (Anexo B). 2) O desempenho da empresa que faz a montagem da torre é supervisionado presencialmente pelo Gestor do Projecto. 3) Ao final deste processo o Gestor do Projecto controla que: <ul style="list-style-type: none"> - Todos os materiais e equipamentos foram comprados; - Que todos os processos de licitação foram efectuados; - Que os materiais e equipamentos cumprem com as normas qualidade exigidos; - Que o transporte do material e equipamentos foi adequado; - Que a empresa que se ocupa da montagem da torre faz o seu trabalho apropriadamente de acordo com os objectivos definidos. Finalmente O Gestor do Projecto envia ao Departamento de Compras informação sob o serviço prestado pelos diferentes fornecedores e empresas contratadas.	As actividades da empresa estão alinhadas com o processo 12.3 do PMBoK.	Não há recomendações

Controlar o envolvimento das partes interessadas (13.4): “Controlar o envolvimento das partes interessadas é o processo de monitorizar os relacionamentos das partes interessadas no projecto em geral, e ajustar as estratégias e planos para o envolvimento das mesmas. O principal benefício desse processo é a manutenção ou aumento da eficiência e eficácia das actividades de envolvimento das partes interessadas à medida que o projecto se desenvolve e o seu ambiente muda.”...“As actividades de envolvimento das partes interessadas **estão incluídas no plano de gestão das partes interessadas e são executadas durante o ciclo de vida do projecto**. O nível de envolvimento das partes interessadas deve ser continuamente controlado.” [21] (PMBOK 5ªEdicao, Ref. 13.4)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) Os Gestor do Projecto matem um contacto permanente com todas as partes interessadas no projecto incluindo: o cliente, fornecedores, Directores e pessoal da empresa envolvidos no projecto e empresa encarregada pela construção da torre. 2) O sistema integrado de gestão da empresa inclui procedimentos para medir a satisfação de clientes e outras partes interessadas. 3) As informações, solicitações de mudança, relatórios e outros documentos fornecidos pelas partes interessadas são registados no expediente do projecto.	As actividades da empresa estão parcialmente alinhadas com o processo 13.4 do PMBoK. Dentro do Projecto em estudo não existe um processo formal de monitorização do relacionamento com as partes interessadas. Da mesma forma que não existe um documento formal de gestão ou identificação das partes interessadas, não existe tampouco um documento que controle o envolvimento da empresa com as partes interessadas, pelo menos ao nível do Projecto em estudo.	Desenhar, implementar e controlar um plano de gestão das partes interessadas de acordo com os processos 13.1, 13.2, 13.3 e 13.4

4.7 GRUPO DE PROCESSOS DE ENCERRAMENTO

O Grupo de processos de encerramento inclui os processos usados para finalizar formalmente todas as actividades de um projecto ou de uma fase do projecto, entregar o produto terminado para outros ou encerrar um projecto cancelado. Este grupo de processos, quando terminado, verifica se os processos definidos estão terminados dentro de todos os grupos de processos para encerrar o projecto ou uma fase do projecto, conforme adequado, e estabelece formalmente que o projecto ou a fase do projecto está concluída.

No encerramento do projecto ou da fase, podem ocorrer as seguintes actividades:

- Obter a aceitação pelo cliente ou patrocinador para encerrar formalmente o projecto ou fase,
- Fazer a revisão pós-projecto ou de final de fase,
- Registrar os impactos de adequação de qualquer processo,
- Documentar as lições aprendidas,
- Aplicar as actualizações apropriadas aos activos de processos organizacionais,
- Arquivar todos os documentos relevantes do projecto no sistema de informações de gestão de projectos para serem usados como dados históricos,
- Encerrar todas as actividades de aquisições, assegurando a rescisão de todos os acordos relevantes, e
- Executar a avaliação dos membros da equipa e libertar os recursos do projecto [21].

O Grupo de processos de encerramento inclui os seguintes processos de gestão de projectos:

- Encerrar o projecto ou fase;
- Encerrar as aquisições.

Encerrar o projecto ou fase (4.6): “Encerrar o projecto ou fase é o processo de finalização de todas as actividades de todos os grupos de processos de gestão do projecto para encerrar formalmente o projecto ou a fase. O principal benefício deste processo é o fornecimento de lições aprendidas, o encerramento formal do trabalho do projecto e a libertação dos recursos organizacionais para utilização em novos empreendimentos.”...“Durante o encerramento do projecto, o Gestor do projecto deve rever todas as informações prévias dos encerramentos de fases anteriores, assegurando que todo o trabalho do projecto está completo e que o projecto alcançou seus objectivos.”...“Isso inclui todas as...actividades necessárias para colectar registos do projecto ou da fase, auditar o projecto quanto ao seu êxito ou fracasso, **colectar lições aprendidas e arquivar informações do projecto para o uso futuro da organização.**” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 4.6)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) A linha de base para verificar se os trabalhos foram feitos de acordo com as especificações do cliente são: A especificação técnica do cliente e o contrato de serviço assinado com o cliente. 2) As provas e critérios de aceitação da torre construída foram definidos na fase iniciação do projecto, e especificados no contrato entre cliente-empresa. 3) A torre de arrefecimento é provisionalmente aceiteada pelo cliente após da sua construção e é finalmente aceiteada após dos testes finais realizados com base nos acordos entre empresa e cliente (recepção provisoria no contrato <i>EPC</i>). 4) Apos da aceitação do cliente, o projecto e encerrado através de um documento formal e os documentos do projecto são arquivados pela empresa na sua base de dados.	As actividades da empresa estão parcialmente alinhadas com o processo 4.6 do PMBoK. Não existe um registo das lições aprendidas após ter finalizado o projecto. Não existe uma avaliação das metodologias de gestão implementadas.	Implementar um registo de Informações históricas dos projectos (incluindo melhores praticas e lições aprendidas) de acordo com o apartado 4.6.3.2 do PMBoK

Encerrar as aquisições (12.4): “Encerrar as aquisições é o processo de finalizar todas as aquisições do projecto. O principal benefício deste processo é a documentação dos acordos e outros documentos relacionados, para consultas futuras.”...“O processo Encerrar as aquisições também envolve actividades administrativas como finalização das reivindicações em aberto, actualização nos registos para reflectir os resultados finais e arquivamento dessas informações para uso futuro. O processo Encerrar as aquisições aborda cada contrato aplicável ao projecto, ou uma fase do projecto.”...“Os termos e condições do contrato podem recomendar procedimentos específicos para o encerramento do acordo. O processo Encerrar as aquisições apoia o processo Encerrar o projecto ou fase (Seção 4.6) assegurando que os acordos contratuais sejam concluídos ou cancelados.” [21] (PMBok 5ªEdicao, Ref. 12.4)

Actividades da empresa	Cumprimento com o PMBoK	Recomendações
1) Este processo é levado a cabo pelo Departamento de Compras da empresa durante a fase de execução do projecto. 2) Após serem realizados todos os processos de: compra, transporte de materiais e equipamentos e apos de ter-se verificado a qualidade dos mesmos, através dos PPI's, o Departamento de compras encerra as aquisições para o projecto. Os contratos são encerrados com as diferentes partes interessadas que participaram no projecto. 3) No fim deste processo, os fornecedores são avaliados e os novos fornecedores são incluídos na lista de fornecedores aprovados. 4) A informação sobre novos fornecedores, avaliação e contratos realizados e registada no expediente do projecto e na base de dados da empresa.	As actividades da empresa estão alinhadas com o processo 12.4 do PMBoK.	Não há recomendações

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Como já foi dito no começo deste trabalho, a empresa que projectou e construiu a torre não tem implementado nenhuma metodologia de gestão de projectos. No entanto, tem implementado um sistema integrado de gestão que cobre as áreas de: qualidade; ambiente e segurança. Dentro deste sistema integrado, a empresa apenas utiliza como base para a gestão de projectos de construção de torres de arrefecimento um único procedimento de qualidade (Anexo B). Durante o desenvolvimento dos projectos, as actividades de gestão deste procedimento são complementadas por outros procedimentos incluídos no sistema integrado, e que são utilizados por vários departamentos da empresa, incluindo os de compras, contabilidade, segurança e saúde e melhora contínua.

A utilização deste sistema integrado de gestão contempla as seguintes fraquezas quando comparado com os sistemas de gestão de projectos:

- Os sistemas de qualidade (incluído neste caso num sistema integrado de gestão) não foram sistemas desenhados para abordar as actividades específicas de gestão de projectos, são de facto, sistemas que envolvem de forma geral as actividades de todos os departamentos da empresa (Projectos, Recursos Humanos, Contabilidade, Compras, etc.), e visam a sua melhora contínua no seu conjunto. Por outra parte a empresa não tem implementadas as recomendações da norma ISO 10006:2003 sob a aplicação da gestão da qualidade a projectos.
- Os procedimentos deste sistema integrado de gestão não incluem os detalhes e os pormenores de um sistema de gestão de projectos, abordando esta área de uma forma muito geral. (O guia PMBoK inclui mais de 400 páginas de recomendações);
- Neste caso as actividades de gestão de projectos não estão unificadas num documento único. Assim é o caso dos procedimentos de compra de materiais, controlo de custos, comunicação com as partes interessadas, retroalimentação, que não formam parte do procedimento base para a gestão de projectos (Anexo B);

- O sistema integrado de gestão não inclui procedimentos para cobrir certas áreas de conhecimento consideradas essenciais pelo PMBoK como são: a gestão de riscos e a gestão das partes interessadas.

Após desta análise pode-se concluir que de forma geral a empresa cumpre com as recomendações do guia PMBoK em muitos dos aspectos práticos. Não é tanto assim nos aspectos formais donde se pode concluir que ainda são muitas as actividades de gestão que não estão documentadas como é requerido pelos sistemas de gestão de projectos.

Seguindo as recomendações do PMBoK, estas seriam, de forma geral, os aspectos mais importantes a melhorar no âmbito da gestão de projectos da empresa:

1. Os procedimentos actuais não estão incluídos num documento único que aborde todas as actividades de gestão de projectos e que sirva como um guia para os Directores de Projectos;
2. Muitas actividades de gestão não estão documentadas (ver análise) o que não permite identificar de forma simples e ordenada o progresso do projecto, nem sequer permitindo que os documentos do projecto possam ser utilizados como referência para outros projectos similares, na forma de melhores práticas e lições aprendidas;
3. Ainda que existem procedimentos relativos ao relacionamento entre empresa e cliente, não existe um procedimento formal que permita identificar e satisfazer as necessidades das partes interessadas no projecto. Isto poderia ser um problema, especialmente em projectos de torres de arrefecimento que se desenvolvam noutros países em que não se tem experiência previa. Neste caso há uma necessidade de identificar as diferentes partes interessadas no projecto, incluindo o cliente e outros como: empresas fornecedoras de material e de serviços locais; autoridades locais, governamentais, ambientais, aduaneiras que vão autorizar o projecto; a empresa que vai montar a torre; as empresas que vão a transportar os materiais, etc.
4. Não existe nenhuma política ou procedimento relacionado com a gestão de riscos. Tal como no ponto anterior, isto pode ser um problema sério quando a empresa desenvolve projectos que nunca foram anteriormente feitos. Nestes casos é fundamental conhecer e avaliar quais são os riscos potenciais, quais são as perdas de dinheiro potenciais e quais são os meios de que se dispõem para fazer frente a estes riscos.

Relativamente as técnicas de gestão de projectos, é importante dizer que não há, de momento, nenhuma obrigatoriedade no cumprimento das recomendações do PMBoK ou de qualquer outro padrão de gestão de projectos por parte das empresas, no entanto, como já foi dito ao começo deste trabalho, este padrão é uma referência internacional no âmbito da gestão de projectos. Nos dias de hoje são já muitas as empresas que estão a adoptar as recomendações do PMBoK nos seus sistemas de gestão, uma vez que são aceites pela comunidade internacional como um conjunto de boas praticas na gestão de qualquer projecto. Como já aconteceu no passado com outras normas (ISO 9001:2008, ISO 14000, etc.) é provável que no futuro, organizações de reconhecido prestígio nos sectores público e privado possam estabelecer a obrigatoriedade do cumprimento de certos padrões ou normas internacionais de gestão de projectos. Isto fará provavelmente, com que outras empresas se vejam obrigadas a fazer o mesmo, com o objectivo de ganhar competitividade a nível internacional.

Mas há que dizer também que há umas certas particularidades na implementação das recomendações do PMBoK que merece a pena destacar:

1. O PMBoK é um padrão que é aplicável a qualquer tipo de projecto, não só a projectos de engenharia. Isto pode ser visto como uma vantagem (caso a empresa desenvolva diversas actividades, além de projectos de engenharia) mas também pode ser uma desvantagem, já que é sempre preciso adaptar as suas recomendações à actividade específica (neste caso, ao projecto de torres de arrefecimento). É preciso ter em conta que o projecto de torres de arrefecimento envolve tarefas específicas tais como: a licitação prévia, as relações contractuais, a segurança e saúde dos trabalhadores, a qualidade dos materiais, o anteprojecto e projecto detalhado da torre. Estas áreas não são abordadas com grande extensão no PMBoK. Este facto foi provavelmente a razão pela qual, no ano 2007, o PMI publicara um anexo a versão original chamada “*Construction Extension to the PMBoK*”, precisamente para cobrir com maior detalhe as actividades de gestão de projectos desenvolvidas em actividades de construção.
2. Igualmente, e devido também a que o PMBoK é aplicável a qualquer projecto desenvolvido em qualquer âmbito, este padrão utiliza um vocabulário próprio e muito geral de gestão de projectos, que não inclui a terminologia própria utilizada nos contratos e projectos de engenharia e construção.

3. O enquadramento dos processos dentro dos ciclos de processos definidos no PMBoK (Iniciação, Planificação, Execução e Monitoramento, Encerramento) pode não ser sempre aplicável as particularidades de todos os projectos. (PMBoK 5ª Edição, pag.52: “*Os processos de gestão de projectos são mostrados no grupo de processos em que a maior parte das actividades ocorre*”). Desta maneira, no caso do projecto da torre de arrefecimento, o processo encerrar as aquisições é feito durante a execução do projecto, não no encerramento (como define o PMBoK). Da mesma maneira, alguns dos processos enquadrados no PMBoK no planeamento (estimar os custos, colectar os requisitos, determinar o orçamento, definir o alcance) são feitos na avaliação do projecto, quando a empresa desenvolve a oferta técnico-económica. A empresa precisa de desenvolver o anteprojecto da torre e o cálculo dos seus custos no momento de se apresentar ao processo de licitação, o que faz com que parte dos trabalhos seja feita antes da assinatura do contrato de desenho e construção da torre (iniciação formal do projecto). Desta forma, para implementar as recomendações do PMBoK, seria preciso reordenar os processos dentro dos ciclos de processos que formariam parte dum possível manual de projectos baseados neste padrão internacional.
4. O PMBoK foi desenhado para poder ser aplicado aos projectos mais rigorosos. Isto envolve: projectos a grande escala, que precisem do investimento de grandes quantidades de dinheiro e/ou projectos inovadores que nunca se tenham feito com anteriormente. Isto faz com que os 47 processos que formam parte do PMBoK sejam dificilmente aplicáveis ou sejam inessários a projectos comuns de pequeno tamanho. Assim, no caso do projecto da torre de arrefecimento, não seria preciso planificar como se vai fazer o cronograma, ou com que programa informático se vai fazer o controlo dos custos, posto que são actividades que estão integradas na dinâmica de funcionamento da empresa, e já foram feitas para projectos similares anteriormente. Como já foi dito, seria preciso adaptar os 47 processos do PMBoK a actividade específica de construção das torres de arrefecimento, tendo em conta que alguns dos processos não seriam necessários na maioria dos projectos. Este facto é reconhecido por o próprio PMBoK no Capítulo 3: “*Os Gestores de projectos e suas equipas devem abordar com cuidado cada processo e as suas entradas e saídas e determinar quais são aplicáveis ao projecto em que estão trabalhando.*” [21].

5. O PMBoK, tal como muitas outras normas (ISO, etc.), requer que muitos dos processos estejam documentados, o que indirectamente gera mais trabalho burocrático para os Directores de Projecto ou os seus assistentes.

Finalmente é importante dar uma serie de recomendações, que seriam aplicáveis, caso a empresa queira implementar as disposições deste padrão internacional no futuro:

1. Primeiramente seria preciso informar ao pessoal da empresa envolvido na gestão de projectos da decisão da implementação de uma nova metodologia nesta área. Seria importante contar com o apoio dos Directores da empresa e especialmente dos Directores de Projecto neste sentido. Tem que haver um compromisso claro e evidente de cumprimento e aceitação das regras do PMBoK por parte dos trabalhadores envolvidos nesta área.
2. Seguidamente seria preciso treinar aos Directores de Projecto e outras pessoas (como podem ser representantes de qualidade) envolvidas nas técnicas de gestão de projectos. Neste sentido o PMI oferece uma grande variedade de cursos de formação em diferentes países, incluindo Portugal.
3. O seguinte passo seria desenvolver um manual de gestão de projectos, cobrindo todas as áreas do PMBoK, e adaptando cada processo a cada actividade da empresa no âmbito do projecto de torres de arrefecimento. Para isto seria preciso ter em conta os resultados duma análise prévia, como a que foi feita neste trabalho. O fundamental nesta fase seria dispor de um documento único que cobrisse todas as áreas de gestão de projectos e que servisse de guia para os Directores de Projecto. Este manual incluiria definições, instruções e formatos para desenvolver o projecto.
4. Uma vez desenvolvido o manual de gestão de projectos, seria preciso a sua conexão com o sistema integrado de gestão e o sistema informático da empresa, para permitir que todos os documentos gerados durante a gestão do projecto sejam administrados e arquivados de forma segura.
5. Finalmente seria preciso fazer uma ou varias experiências piloto com o novo sistema de gestão, para conhecer o seu funcionamento.
6. Dependendo dos resultados das provas piloto, o novo manual de gestão estaria pronto para ser aplicado ou não, e no último caso precisaria de novas alterações.

6. BIBLIOGRAFIA

1. NUNES MATOS F.M. (2010). *Projecto de uma Torre de Arrefecimento de 3MW de Potência Térmica*. Dissertação.
2. SERIGHELLI SAMPAIO F. (2013). *Torre de Resfriamento: Modelagem, Simulação e Testes Experimentais para apoio ao ensino de Engenharia Mecânica*. Projecto de Graduação.
3. Portal da SPX Cooling. *History of Cooling Towers*. [online]
Disponível em: <http://spxcooling.com/history>
[Acedido em 2 de Julho de 2014]
4. San José/Santa Clara Water Pollution Control Plant. (2002). *Guidelines for Managing Water in Cooling Systems*.
5. ESINDUS S.A. *Material de trabalho e projecto fornecido pela empresa* (2014).
6. SPX Cooling Technologies, Inc. Ltd. (2009). *Cooling Tower Fundamentals*.
7. Portal do: Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering Prince of Songkla University, (Hat Yai, Songkhla Thailand). *Fotografias e Imagens*. [online]
Disponível em: <http://www.en.eng.psu.ac.th/>
[Acedido em 2 de Fevereiro de 2015]
8. Portal do EBAH: Rede social para o compartilhamento académico (Brasil). *Fotografias e Imagens*. [online]
Disponível em: www.ebah.com.br.
[Acedido em 2 de Fevereiro de 2015]
9. CASTRO J. *Apontamentos de Refrigeração* (2014). Universidade Federal do Vale de São Francisco (Brasil).
10. Portal da: Baltimore Aircoil Company Fotografias e Imagens. [online]
Disponível em <http://www.baltimoreaircoil.eu/>
[Acedido em 19 de Fevereiro de 2015]
11. PONTREMOLÉZ, N.S. *Estudo de caso: Diagnóstico de um sistema de reuso de água em torres de resfriamento* (2009). Monografia.
12. Portal do: Chemical Engineering site. *Fotografias e Imagens*. [online]
Disponível em: www.chemicalengineeringsite.com.
[Acedido em 19 de Janeiro de 2015]

13. KERN, D.Q. (1965). *Process Heat Transfer*.
14. DE MELLO, L.C. (2009). *Influência de variáveis de processo no desempenho de torre de resfriamento*. Dissertação.
15. Daeil Aqua Co. (2003) *Cooling Tower Thermal Design*.
16. Página web do: Chemical Engineering Resources. *Fotografias e Imagens*. [online]
Disponível em: <http://www.cheresources.com/>
[Acedido em 18 de Dezembro de 2014]
17. Portal de: Alpina Equipamentos, Brasil. *Fotografias e Imagens*. [online]
Disponível em: <http://www.alpinaequipamentos.com.br/>
[Acedido em 15 de Agosto de 2014]
18. Portal de: Instituto de Educação Tecnológica (IETEC) Brasil. Revista Techoje. *Artigo: Gerência por projetos: refinando a gerência de projectos* [online]
Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/104
[Acedido em 15 de Julho de 2015]
19. Portal de: Instituto Sagres - Política e Gestão Estratégica Aplicadas. Brasília DF *Artigo: História do Gerenciamento de Projectos* [online]
Disponível em: <http://www.sagres.org.br/artigos/historiagerenciamento.pdf>
[Acedido em 15 de Julho de 2014]
20. NCB – *National Competence Baseline – Referencial Brasileiro de Competências IPMA Brasil* Versão 3, revisão 3.1, completa. IPMA Brasil 2012
21. Project Management Institute (2013). *Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos. Guia PMBoK. (5ª Edição, Português do Brasil)*.
22. Portal do: Project Management Institute. *PMBoK Guide & Standards* [online]
Disponível em: <http://www.pmi.org/default.aspx>
[Acedido em 3 de Julho de 2014]
23. Portal do: PRINCE2. *Prince2: Definitions & History*. [online]
Disponível em: <https://www.prince2.com/europe/training>
[Acedido em 3 de Julho de 2014]

- 24.** Portal da: International Standardization Organization. *ISO 21500:2012 Guidance on project management* [online]:
Disponível em: www.iso.org
[Acedido em 3 de Julho de 2014]
- 25.** International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)
Volume 3, Issue 1, January 2014. *Standards ISO 21500 and PMBoK*
- 26.** Portal de Conhecimento e Experiência em Gerenciamento de Projectos. *Fotografias e Imagens*. [online]
Disponível em: <http://pmkb.com.br/sig/padroes-frameworks/iso-21500/>
[Acedido em 1 de Agosto de 2014]
- 27.** Portal do *Cooling Technology Institute*. “*CTI Toolkit*”
Disponível em: <http://www.cti.org/>
[Acedido em 1 de Março de 2015]
- 28.** Portal da: International Standardization Organization. *ISO 10006:2003:Directrizes para a qualidade na gestão de projectos* [online]:
Disponível em: www.iso.org
[Acedido em 15 de Julho de 2015]

7. ANEXOS

Anexo A: Especificação Técnica do Projecto

Anexo B: Procedimento de Qualidade para a Comercialização, Desenho e Execução de Projectos

Anexo C: Oferta Técnico-Económica da Empresa

Anexo D: Procedimento de Comunicação com o Cliente

Anexo E: Plano de Qualidade do Fornecimento e Montagem de Torres de Arrefecimento

Anexo F: Orçamento do Projecto da Torre

Anexo G: Procedimento de Provas Térmicas em Torres de Arrefecimento

Anexo H: Lista de Verificações Finais

Anexo I: Programa de Pontos de Inspeção (Exemplo)

Anexo J: Resultados das provas finais

Anexo K: Cronograma do Projecto