



III Semana Acadêmica de Engenharia Mecânica e de Produção

## “ENGENHARIA ALÉM DO TRADICIONAL E O IMPACTO DA INDÚSTRIA 4.0”

24 a 26 de setembro de 2018 no campus Viçosa da UFV  
Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica – DEP  
Universidade Federal de Viçosa – UFV

### PLANEJAMENTO DO PROJETO DE UM TANQUE METÁLICO COM USO DA METODOLOGIA PMBOK EM UMA EMPRESA DE CALDEIRARIA INDUSTRIAL DO CENTRO-OESTE MINEIRO

**Priscilla Carolina Santos Costa, Gabriela Pereira Toledo, Nedson Antônio Campos**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica

Avenida Peter Henry Rolfs – 36.570-900 – Viçosa – Minas Gerais

priscilla.santos@ufv.br, gabriela.toledo@ufv.br, nedson.campos@ufv.br

**Resumo:** O mercado de produtos químicos está em notória expansão visto a necessidade de lidar com a escassez de água, principalmente, no segundo semestre ao longo dos últimos anos. Além do Sudeste, as regiões Nordeste e Centro-Oeste vêm numa crescente expansão de consumo desse tipo de produto. Uma empresa de caldeiraria industrial, capaz de fabricar os tanques reservatórios para esses produtos químicos, foi objeto de estudo do presente artigo visando planejar o projeto do Tanque para Armazenamento de Ácido, em aço carbono ASTM A-36, com capacidade para 100 m<sup>3</sup>. A organização enfrentou nos últimos anos problemas com relação ao prazo estipulado e custos envolvidos da fabricação à instalação do equipamento. A metodologia de gerenciamento PMBOK foi utilizada para traçar todos os parâmetros inerentes ao planejamento do projeto, delimitando-se partes interessadas, requisitos, premissas e escopo do projeto do Tanque. Desta forma, com o auxílio dos *softwares MS Project e Excel*, construiu-se o cronograma do projeto e estimou-se os custos do empreendimento, fornecendo à organização bases para tomada de decisão.

Palavras-chave: PMBOK, *MS Project*, planejamento de projeto, caldeiraria industrial.

## 1. INTRODUÇÃO

A caldeiraria industrial compreende a fabricação e/ou montagem de peças e equipamentos em geral a partir da conformação de materiais metálicos: chapas, tarugos, barras chatas, cantoneiras, dentre outros. Assim, processos como corte, dobra, soldagem e calandragem são inerentes à manufatura dos produtos neste ramo da indústria Metalmeccânica. Conforme relata a pesquisa: “Perfil dos Fabricantes de Estruturas de Aço” realizada pelo Centro Brasileiro da Construção em Aço e a Associação Brasileira de Construção Metálica, 2014, o setor demonstra evolução na capacidade produtiva e participação na construção e economia brasileiras, empregando aproximadamente 31 mil trabalhadores e faturando cerca 9,1 bilhões de reais por ano.

A empresa de caldeiraria industrial CMV, objeto deste estudo, localizada na cidade de Arcos-MG, se enquadra como empresa de pequeno porte e está há 20 anos no mercado. Detém atualmente 33 colaboradores distribuídos nos setores de fabricação e administrativo. O setor administrativo da organização é subdividido nas seguintes diretorias: industrial, comercial, recursos humanos, segurança do trabalho e engenharia. Uma considerável demanda anual da organização, correspondente à aproximadamente 30% do seu faturamento, é a fabricação, montagem e instalação de tanques em aço carbono para armazenamento de ácido com capacidade de 100 m<sup>3</sup>.

Os tanques de armazenamento são caracterizados como estruturas cilíndricas, verticais, com superfície metálica e com aplicação nos mais diversos setores da indústria, visando armazenar combustíveis, água, derivados de petróleo e substâncias químicas diversas. (Silva *et al.*, 2016).

O processo de fabricação dos tanques envolve a participação e sinergia de todos os setores da empresa e, conforme constatação dos diretores da organização, nos anos de 2014 e 2015, a execução do serviço não propiciou resultados satisfatórios devido à falta de planejamento, com uma descrição clara do escopo de trabalho, o cronograma de atividades e previsão dos custos. Nos anos citados, a empresa finalizou o projeto com atraso e teve prejuízo financeiro, pois o valor fechado em contrato não comportou os gastos com a instalação do tanque, realizada no estado do Rio de Janeiro.

As nove áreas de conhecimento da gestão de projetos, segundo o Guia PMBOK, integração, escopo, tempo, custo, recursos humanos, comunicação, risco e aquisições, exigem que a organização detenha um escritório de projetos (EGP) que padronize, documente, coordene e dê suporte às práticas do gerenciamento dos projetos. Percebe-se, portanto, que as organizações brasileiras, ainda nos dias atuais, têm baixa adesão aos preceitos de gestão de projetos. (MANGELLI, 2013)

Segundo a definição do Guia PMBOK, “projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo.” (PMI, 2013). Desta forma, o presente estudo se propõe a analisar os parâmetros para construção, montagem e instalação do tanque metálico, visando atender às expectativas dos stakeholders envolvidos.

## 2. OBJETIVOS

Planejar, utilizando a metodologia PMBOK e o software *MS Project*, o projeto do Tanque de Aço Carbono ASTM A-36 para armazenamento de ácido, com capacidade de 100 m<sup>3</sup>, fabricado na empresa de Caldeiraria Industrial CMV, visando obter um cronograma e previsão de custos de todas as etapas do empreendimento.

## 3. METODOLOGIA

“O gerenciamento de projetos é a aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos seus requisitos.” (PMI, 2013). Ainda segundo o Guia PMBOK, o gerenciamento de projetos contempla cinco grandes grupos de processos: Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle e, Encerramento.

Para o planejamento do projeto em questão, serão apontadas as seguintes questões:

- Definição das partes interessadas e suas perspectivas;
- Determinação do escopo;
- Fronteiras, restrições e premissas do projeto;
- Especificações técnicas;
- Cronograma e
- Previsão de custos.

Com o auxílio dos *softwares MS Project e Excel*, serão construídos, respectivamente, o cronograma do projeto e uma planilha com a previsão dos custos.

## 4. RESULTADOS

A partir de entrevistas com o Diretor Industrial, Técnico de Segurança do Trabalho e Engenheiro responsáveis pela empresa CMV, e total anuência da mesma, obteve-se todas as informações seguintes, organizadas conforme orientação da metodologia PMBOK.

### 4.1 Partes interessadas do projeto e suas perspectivas

As partes interessadas, *stakeholders*, com seus respectivos graus de interação e tratamento seguem na Tab. 1:

Tabela 1 – Detalhamento das partes interessadas no projeto Tanque em Aço Carbono

Parte interessada	Interesse	Grau de poder	Tratamento
Cliente	5	5	Gerenciar com atenção
Colaborador	4	4	Gerenciar com atenção
Empresa terceirizada (jateamento e pintura)	2	4	Manter satisfeito
Equipe de projeto	5	5	Gerenciar com atenção
Fornecedores de matéria prima	3	1	Manter informado
Transportadora do tanque	3	2	Manter informado
Órgão DER (Departamento de Estradas de Rodagem)	1	4	Manter satisfeito
Laboratório de Análise	5	1	Manter informado

#### 4.2 Partes interessadas do projeto e suas perspectivas

Expõe-se na Tab. 2 todos os requisitos observados no projeto, atentando-se às características, funções e especificidades inerentes ao mesmo. Destaca-se ainda que os requisitos, classificados em funcional, de projeto, de qualidade, suporte ou treinamento, impactam diretamente na viabilidade técnica e satisfação dos stakeholders.

Tabela 2 – Detalhamento dos requisitos do projeto Tanque em Aço Carbono

ID	Descrição do requisito	Classificação do requisito	Parte interessada
1	Capacidade de 100m <sup>3</sup>	Funcional, de projeto	Contratante
2	Conformidade com Normas Regulamentadoras (NR12 e NR 18)	De projeto	Contratante
3	Certificado de todos os materiais utilizados	De projeto, de qualidade	Contratante
4	Solda conforme norma AWS	De projeto, funcional e de qualidade	Contratante e Contratada
5	Certificado de Inspeção de solda (Líquido Penetrante)	Funcional e de qualidade	Contratante e Contratada
6	Treinamento de Trabalho em Altura	Suporte ou Treinamento	Contratante e Contratada
7	Treinamento de Trabalho em Espaço Confinado	Suporte ou Treinamento	Contratante e Contratada

#### 4.3 Escopo do projeto

Apresenta-se aqui o escopo do projeto do Tanque, especificando-se as etapas, pacotes e atividades necessárias para sua fabricação, montagem, instalação e, conseqüentemente, entrega ao cliente e finalização do projeto.

##### 4.3.1 Descrição do escopo do produto do projeto

O projeto: um tanque metálico reservatório de ácido com capacidade de 100 m<sup>3</sup>, detém 14 (quatorze) pacotes de trabalho para que o mesmo seja manufaturado e entregue ao cliente com todas as condições e premissas adotadas.

##### 4.3.2 Entregas do projeto

As entregas do projeto e, por consequência, parte dos critérios de sucesso do mesmo são:

- Tanque Metálico com capacidade de 100 m<sup>3</sup> para armazenamento de ácido;
- Instalação do tanque em local determinado pelo cliente;

- Relatório final com todos os certificados técnicos e de qualidade de insumos, materiais e processos de fabricação;
- ART – Anotação de Responsabilidade Técnica.

### 4.3.3 Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

Pode-se observar na Fig. 1 a EAP Gráfica, contemplando a organização hierárquica dos pacotes que compõem o projeto do Tanque:

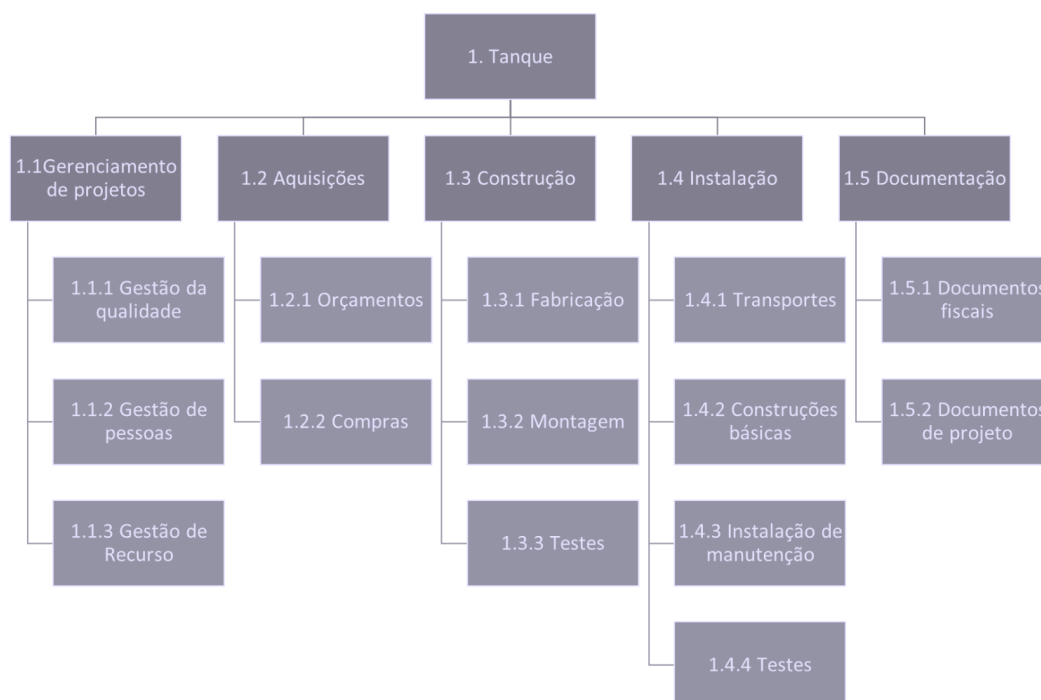


Figura 1 – EAP Gráfica

Abaixo é descrito o dicionário da EAP – Estrutura Analítica do Projeto:

1. Tanque
  - 1.1 Gerenciamento de Projetos: Conjunto de atividades de gerenciamento e planejamento dos setores envolvidos
    - 1.1.1 Gestão da Qualidade: Gerenciamento dos processos e ferramentas que impliquem direta ou indiretamente na Qualidade do projeto
    - 1.1.2 Gestão de Pessoas: Gerenciamento dos recursos humanos do projeto (Stakeholders)
    - 1.1.3 Gestão de Recursos: Gerenciamento dos recursos financeiros do projeto.
  - 1.2 Aquisições: Obtenção de materiais, ferramentas e insumos inerentes ao projeto
    - 1.2.1 Orçamentos: realização de orçamentos para cada demanda de aquisição
    - 1.2.2 Compras: efetivação da ordem de compra para cada demanda
  - 1.3 Construção: Execução do objeto proposto no projeto
    - 1.3.1 Fabricação: manufatura do tanque
    - 1.3.2 Montagem: realização da montagem das partes fabricadas
    - 1.3.3 Testes: realização dos testes mecânicos e de qualidade exigidos por norma e pelo cliente
  - 1.4 Instalação: Possibilitar que o tanque seja alocado nas dependências da empresa do cliente
    - 1.4.1 Transportes: logística de transporte das peças manufaturadas e montadas

1.4.2 Construções básicas: construção das estruturas de suporte, base, chumbadores para receber o tanque

1.4.3 Instalação de Manutenção: construção das estruturas que possibilitarão manutenção e alocação do tanque no local determinado

1.4.4 Testes: realização dos testes pós-montagem

1.5 Documentação: Confeção da documentação para arquivo e entrega ao cliente

1.5.1 Documentos Fiscais: Confeção dos documentos fiscais

1.5.2 Documentos do Projeto: Confeção dos documentos de projeto (quesitos técnicos).

#### **4.4 Fronteiras do projeto**

São ações consideradas foras do escopo e, portanto, não são responsabilidades da Contratada:

- Definir o local de instalação do tanque;
- Analisar a viabilidade ou preparar o solo para instalação do tanque;
- Manusear o material ácido para realizar o abastecimento do tanque;
- Manutenções posteriores à instalação.

#### **4.5 Restrições do projeto**

São restrições organizacionais, ambientais ou externas deste projeto:

- Orçamento do Projeto inferior a R\$ 150.000,00;
- Data limite de fabricação e instalação do Tanque: 30/12/2018;
- Para o transporte do tanque devem ser analisadas as dimensões máximas permitidas pelo Departamento de Estradas de Rodagem;
- Os colaboradores que irão realizar a instalação do tanque devem possuir treinamento de Trabalho em Altura e trabalho em Espaço Confinado, conforme Normas Regulamentadoras vigentes.

#### **4.6 Premissas do projeto**

São premissas organizacionais, ambientais ou externas deste projeto:

- A empresa Contratante disponibilizará um responsável para acompanhar a equipe durante a instalação, 8 horas/dia;
- A alimentação dos colaboradores ocorrerá na sede da empresa Contratante durante o período de instalação do Tanque.

#### **4.7 Especificações técnicas do projeto**

São especificações técnicas deste objeto:

- Superfícies Interna e Externa Jateadas e com Acabamento em Tinta Epóxi;
- Soldas Conforme Norma AWS;
- Certificados de Inspeção de Solda (Líquido Penetrante);
- Anotação de Responsabilidade técnica.

#### **4.8 Cronograma de atividades**

O projeto tem início para o dia 02/07/2018 e finda-se no dia 12/11/2018, contendo, portanto, uma duração total de 93 dias. Salienta-se que a condição de prazo para fabricação, montagem e instalação foi atendida – Prazo máximo: 30/12/2018, visando atender às condições do mercado. Na Fig. 2 está exposto parte do cronograma construído para o Projeto do Tanque, com o respectivo Gráfico Gantt:

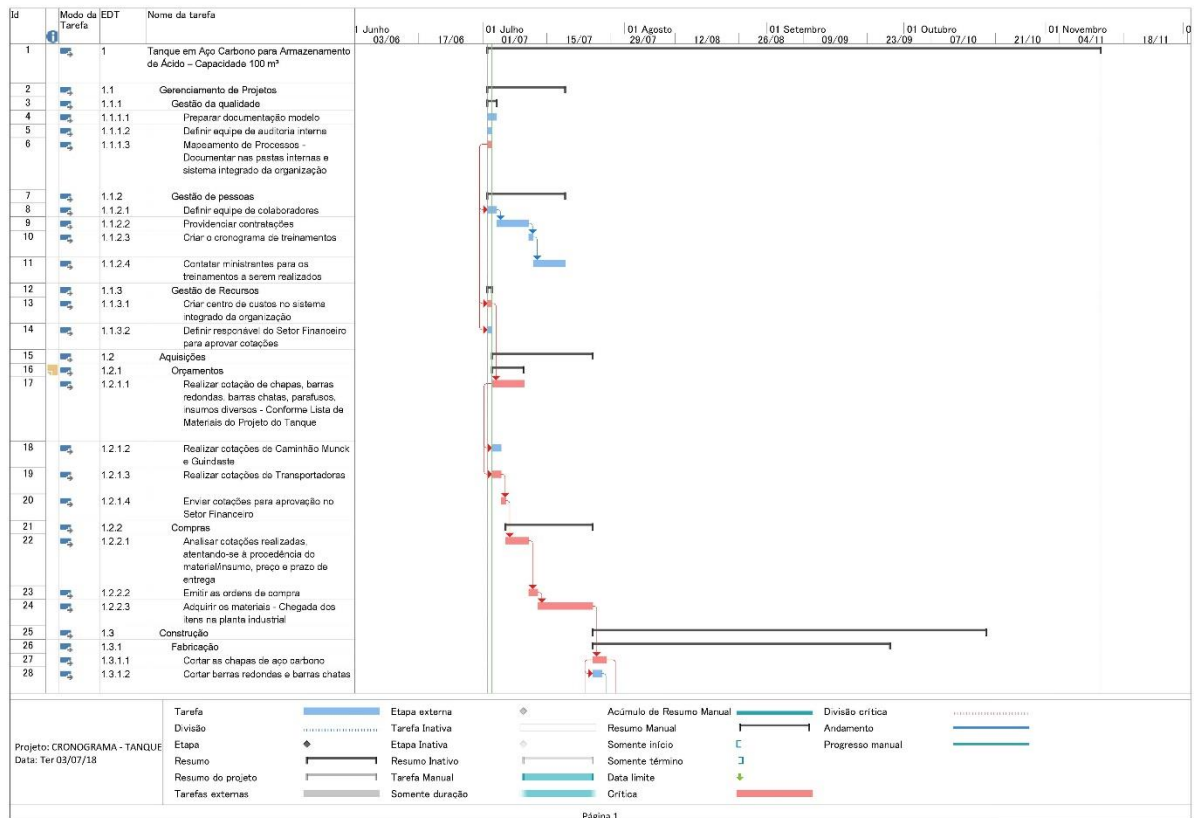


Figura 2 - Cronograma do Projeto Tanque Metálico (*Software MS Project*)

#### 4.9 Custo do Projeto

O projeto apresentou custo total de R\$ 112.048,10 (Cento e Doze Mil e Quarenta e Oito Reais e Dez Centavos) e ateu-se à condição de valor máximo de R\$ 150.000,0 (Cento e Cinquenta Mil Reais). Enfatiza-se que são pacotes críticos, com os maiores custos envolvidos: Fabricação, Construções Básicas e Instalação de Manutenção, devendo ser pontos de atenção para que não haja extrapolação no orçamento. A planilha com o detalhamento dos custos se encontra no Anexo II – Planilha de Custos Tanque em Aço Carbono para Armazenamento de Ácido. Na Fig. 3 é exposta parte da planilha para o levantamento de custos. Para cada tarefa expôs-se os recursos utilizados, a quantidade, valor unitário e total do mesmo:

EAP	Tarefa	CUSTO POR TAREFA			Valor unitário	Custo
		Recurso	Unidade	Quantidade		
1.	Tanque em Aço Carbono para Armazenamento de ácido - Capacidade 100 m <sup>3</sup>					
1.1	Gerenciamento de Projetos				R\$	758,20
1.1.1	Gestão da qualidade				R\$	215,70
1.1.1.1	Preparar documentação Modelo	Estagiário	Horas	5	R\$ 8,90	R\$ 44,50
1.1.1.2	Definir Equipe de Auditoria Interna	Engenheiro Mecânico	Horas	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00
1.1.1.3	Maapeamento de Processos - Documentar nas pastas internas e sistema integrado da organização	Estagiário	Horas	8	R\$ 8,90	R\$ 71,20
1.1.2	Gestão de pessoas				R\$	515,00
1.1.2.1	Definir equipe de colaboradores	Gerente de RH	Horas	2	R\$ 25,00	R\$ 100,00
1.1.2.2	Providenciar contratações	Engenheiro	Horas	2	R\$ 100,00	R\$ 200,00
1.1.2.3	Criar o cronograma de treinamentos	Gerente de RH	Horas	10	R\$ 4,00	R\$ 40,00
1.1.2.4	Contatar ministrantes para os treinamentos a serem realizados	Gerente de RH	Horas	5	R\$ 25,00	R\$ 125,00
1.1.3	Gestão de Recursos				R\$	27,50
1.1.3.1	Criar centro de custos no Sistema Integrado da Organização	Gerente de Suprimentos	Horas	0,5	R\$ 25,00	R\$ 12,50
1.1.3.2	Definir Responsável do setor Financeiro para aprovar cotações	Gerente de Projetos	Horas	0,5	R\$ 30,00	R\$ 15,00
1.2	Aquisições				R\$	17.309,00
1.2.1.	Orçamentos				R\$	500,00
1.2.1.1	Realizar cotação de chapas, barras reiondas, barras chatas, parafusos, insumos diversos - Conforme Lista de Material do projeto do Tanque	Gerente de Suprimentos	Horas	12	R\$ 25,00	R\$ 300,00
1.2.1.2	Realizar cotações de caminhão Múnck e Guinaste	Gerente de Suprimentos	Horas	3	R\$ 25,00	R\$ 75,00
1.2.1.3	Realizar cotação de Transportadoras	Gerente de Suprimentos	Horas	4	R\$ 25,00	R\$ 100,00

Figura 3 - Detalhe Tabela de Custos do Projeto do Tanque Metálico

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ramo de caldeiraria industrial enquadra-se no nicho de fabricação de estruturas de aço em geral, que detém quase 90% das organizações produzindo até 10 mil toneladas/ano, conforme pesquisa da CBCA e ABCEM. A organização CMV LTDA, objeto deste estudo, apresenta patamar de produção similar e, enfrentou nos últimos anos impasses para atender o seu principal cliente, uma empresa de produtos químicos para tratamento de água que demandava de tanques reservatórios para os mesmos. A metodologia PMBOK foi utilizada visando analisar e documentar o projeto de um Tanque de Aço Carbono ASTM A-36 para armazenamento de ácido, com capacidade de 100 m<sup>3</sup>, atentando-se aos pontos mencionados pela metodologia: requisitos, partes interessadas, escopo, especificações técnicas, premissas, restrições, fronteiras, cronograma e escopo.

Com a utilização dos *softwares MS Project e Excel*, construiu-se o cronograma do projeto e estimou-se os custos do empreendimento. O cronograma final contemplou 93 dias úteis de projeto e o custo estimado foi de R\$ 112.048,10 (Cento e Doze Mil e Quarenta e Oito Reais e Dez Centavos). Desta forma, a organização tem em mãos uma ferramenta para tomada de decisão que auxiliará no acompanhamento do projeto pelas óticas de execução no prazo e controle de custos.

Salienta-se que a metodologia PMBOK é bem mais complexa e não se restringe aos pontos analisados. Optou-se, todavia, a aplicá-la parcialmente, atendendo às necessidades operacionais, organizacionais, de cultura e maturidade da organização.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a empresa CMV LTDA pela disponibilidade e confiança. Ao Sr. Itair Martins de Oliveira, proprietário e Diretor Industrial da organização, e a todos os colaboradores que proporcionaram que esta pesquisa acontecesse, nossos sinceros agradecimentos.

## REFERÊNCIAS

CBCA, ABCEM, 2014. “Perfil dos Fabricantes de Estruturas de Aço: Resumo Executivo – Pesquisa 2014”. Criactive Assessoria Comercial, 2014.

MANGELLI, L.S.L.P. “Gestão de projetos e o Guia PMBOK: um estudo sobre o nível de uso do Guia PMBOK nas empresas brasileiras.” Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas da Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 2013.

PMI. “Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos: Guia PMBOK.” 5. ed., 2013.

SILVA, M.L. “Tratamento anticorrosivo da superfície interna em tanques de armazenamento de derivados do petróleo com resina epóxi.” Revista Científica Semana Acadêmica Forataleza Ano MMXVI, Nº 000085, Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/artigo/tratamento-anticorrosivo-da-superficie-interna-em-tanques-de-armazenamento-de-derivados-do.>>