



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JULIANA QUINDERÉ CARNEIRO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO EM OBRAS INDUSTRIAIS:  
ESTUDO DE CASO NA REFINARIA PETROBRAS/LUBNOR**

FORTALEZA  
2013

JULIANA QUINDERÉ CARNEIRO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO EM OBRAS INDUSTRIAIS:  
ESTUDO DE CASO NA REFINARIA PETROBRAS/LUBNOR**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto

FORTALEZA  
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- C289a Carneiro, Juliana Quinderé.  
Aplicação do método da linha de balanço em obras industriais: estudo de caso na refinaria Petrobras/Lubnor / Juliana Quinderé Carneiro. – 2013.  
62 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Graduação em Engenharia Civil, Fortaleza, 2013.  
Orientação: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.
1. Petróleo-Refinaria. 2. Linha de balanço. I. Título.

JULIANA QUINDERÉ CARNEIRO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO EM OBRAS INDUSTRIAIS:  
ESTUDO DE CASO NA REFINARIA PETROBRAS/LUBNOR**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em : \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. José de Paula Barros Neto (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>ª</sup>. Ph.D. Verônica Teixeira Franco Castelo Branco (Examinadora Interna)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng. Genésio Ximenes Cabral (Examinador Externo)  
Petrobras/Lubnor

Ao meu avô, Alber Garcia Quinderé, com  
muito amor e saudade.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Recursos Humanos para o Setor Petróleo e Gás PRH-31 da Agência Nacional do Petróleo (ANP), pelo apoio financeiro dado à pesquisa que resultou nessa monografia.

Aos meus pais, Assis e Patricia, aos meus irmãos André e Renato e às minhas cunhadas-irmãs Luana e Daniela, por todo o apoio, o incentivo e o carinho dedicados a mim.

Ao meu orientador, Prof. Barros Neto, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções, incentivos e comentários valiosos.

À Prof. Verônica Castelo Branco, pela disponibilidade a qualquer hora: sem ela esse trabalho não seria o mesmo. À você, o meu carinho, a minha admiração e o meu respeito.

Aos entrevistados nessa pesquisa, os Engenheiros da Petrobras/Lubnor Genésio Ximenes e Julio Rener, por todas as informações passadas, dúvidas tiradas e por abrirem espaço em suas agendas para me receber.

Ao Luis Felipe Candido por todo o material sugerido e fornecido para elaboração desse trabalho.

Aos amigos do LMP que me apoiaram até o ultimo segundo, em especial ao Jardel, à Alessandra e ao Synardo.

À Mariana Araújo e à Marina Frota que foram uma espécie de nobreak para mim: quando minha energia caiu, me deram incentivos suficientes para me manter de pé. Elas seguraram a barra nos frequentes apagões de personalidade e trouxeram energia no tempo necessário para o meu cérebro permanecer estimulado até que a eletricidade voltasse.

Ao Leonardo Gomes por toda a força, os conselhos, as ideias compartilhadas, a ajuda e por ter tido a capacidade de transformar momentos angustiantes em lembranças leves e divertidas.

Ao Lucas Babadopulos, meu amigo-irmão que soube ouvir, ter a paciência, ter o abraço e o sorriso na hora certa. Por suavizar os momentos difíceis e por me ensinar que nessa vida é preciso aprender a curtir os segundos de escuridão.

À alguém especial que me inspirou, acreditou em mim, mesmo quando eu mesma não conseguia acreditar e me ensinou que felicidade não se planeja, felicidade se descobre.

À todos que contribuíram para que eu pudesse subir mais esse degrau.

“Un faro quieto nada sería  
guía, mientras no deje de girar  
no es la luz lo que importa en verdad  
son los 12 segundos de oscuridad.”  
(Jorge Drexler / Vitor Ramil)

## RESUMO

O planejamento de obras de grande porte vem se tornando cada vez mais importante com o intuito da diminuição de desperdícios e cumprimentos de prazos e custos. A Linha de Balanço (LOB) é recomendada por diversos autores como uma das ferramentas que melhor auxilia o planejamento de obras que apresentam serviços repetitivos. O objetivo desse trabalho é analisar a aplicação do método da LOB em obras da indústria do petróleo. Para isso, foi escolhido a metodologia de estudo de caso em um projeto da refinaria Petrobras/Lubnor. O projeto selecionado foi a construção de um tanque de armazenamento de Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP). A escolha desse projeto está relacionada com a sua importância em uma refinaria. Foram elaborados dois cronogramas com a utilização da ferramenta da LOB. O primeiro foi chamado de LOB 1T, englobando a construção de 1 tanque de armazenamento de CAP, onde é retratado o caso da Petrobras/Lubnor. O segundo cronograma foi feito como sugestão para comparação. Trata-se da construção de 3 tanques e foi nomeado de LOB 3T. Com os resultados da pesquisa foi concluído que a aplicação dessa técnica pode ser viável, desde que se encontre uma unidade de repetição que justifique a sua escolha.

**Palavras-chave:** Linha de Balanço. Estrutura Analítica de Projeto. Refinaria. Tanque de Armazenamento de Cimento Asfáltico de Petróleo. Planejamento.



## **ABSTRACT**

The planning of major projects is becoming more important in order of decreasing waste and attending time and costs. The Line of Balance (LOB) is recommended by many authors as one of the tools that best assists the planning of projects that have repetitive services. The aim of this study is to analyze the application of the method of the LOB in projects in the petroleum industry. For this, it was chosen the case study methodology in a project of Petrobras/Lubnor Refinery. The selected project was the construction of a Asphalt Cement Storage Tank. The choice of this project is related to its importance into the refinery. Two schedules were prepared using the LOB tool. The first is called the LOB 1T, comprising the construction of one storage tank, where it is describe the case of Petrobras/Lubnor. The second schedule was done as a suggestion for comparison. It is the construction of 3 tanks and it was identified LOB 3T. With the survey results it was concluded that the application of this technique may be usable, provided that there is a repeating unit that justifies its choice.

**Keywords:** Line of Balance. Work Breakdown Structure. Refinery. Asphalt Cement Storage Tank. Planning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de EAP .....	22
Figura 2 – Aplicação da LOB no <i>Empire State Building</i> .....	25
Figura 3 – Nomenclatura de um tanque .....	27
Figura 4 – Elementos de um tanque de armazenamento .....	28
Figura 5 – Classificação de tanques de armazenamento convencionais segundo a natureza do seu teto.....	29
Figura 6 – Tipos de precedência entre atividades.....	35
Figura 7 – Alternativas para mudanças na programação por conflito de atividades.....	35
Figura 8 – Localização do novo tanque de CAP .....	37
Figura 9 – Execução de movimentação de terra do tanque .....	38
Figura 10 – Execução de anel para fundação .....	39
Figura 11 – Finalização de fundação do tanque (sapatas e anel).....	39
Figura 12 – Colocação das chapas de fundo.....	40
Figura 13 – Colocação das chapas do costado .....	40
Figura 14 – Teto do tanque de armazenamento.....	41
Figura 15 – Execução de pintura .....	42
Figura 16 – Execução do isolamento térmico .....	43
Figura 17 – Método de construção do tanque de armazenamento .....	44
Figura 18 – Montagem da EAP .....	45
Figura 19 – LOB 1T – Etapa de Fundação.....	48
Figura 20 – LOB 1T – Etapa de Montagem dos Aneis .....	48
Figura 21 – LOB 3T – Etapa Montagem dos Anéis e do Teto.....	49
Figura 22 – LOB 3T – Etapa Fundação.....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis da EAP .....	21
Tabela 2 – Recomendações de tipos de tanque .....	31
Tabela 3 – Tabela de índices de produtividade .....	46
Tabela 4 – Resumo dos pacotes de trabalho.....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANP	Agência Nacional do Petróleo
API	<i>American Petroleum Institute</i>
Asfor	Fábrica de Asfalto de Fortaleza
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
CIPP	Complexo Industrial e Portuário do Pecém
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
EU	Estados Unidos
ICMS	Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços
LOB	<i>Line of Balance</i>
Lubnor	Lubrificantes e Derivados de Petróleo do Nordeste
NBR	Norma Brasileira
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2</b>	<b>PROBLEMA E QUESTÕES DE PESQUISA</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
<b>1.4</b>	<b>DIVISÃO DA MONOGRAFIA (ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO)</b> .....	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>GENERALIDADES SOBRE PLANEJAMENTO DE PROJETOS</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2.1</b>	<b><i>NÍVEIS DO PLANEJAMENTO</i></b> .....	<b>20</b>
<b>2.2.2</b>	<b><i>ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO</i></b> .....	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>APRESENTAÇÃO DAS PRINCIPAIS TÉCNICAS DE PLANEJAMENTO</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3.1</b>	<b><i>PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE (PERT) / CRITICAL PATH METHOD (CPM)</i></b> .....	<b>22</b>
<b>2.3.2</b>	<b><i>GRÁFICO DE GANTT</i></b> .....	<b>23</b>
<b>2.3.3</b>	<b><i>LINHA DE BALANÇO</i></b> .....	<b>24</b>
<b>2.4</b>	<b>TANQUES DE ARMAZENAMENTO</b> .....	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>32</b>
<b>3.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	<b>32</b>
<b>3.2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>32</b>
<b>3.3</b>	<b>VISITAS TÉCNICAS E ENTREVISTAS</b> .....	<b>32</b>

<b>3.4 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>32</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>37</b>
<b>4.3 ESCOPO DO PROJETO PARA A MONTAGEM DA LINHA DE BALANÇO ....</b>	<b>37</b>
<b>4.3.1 BASE .....</b>	<b>38</b>
<b>4.3.2 FUNDAÇÃO .....</b>	<b>38</b>
<b>4.3.3 FUNDO .....</b>	<b>39</b>
<b>4.3.4 COSTADO .....</b>	<b>40</b>
<b>4.3.5 TETO .....</b>	<b>41</b>
<b>4.3.6 TESTE HIDROSTÁTICO .....</b>	<b>41</b>
<b>4.3.7 PINTURA EXTERNA E INTERNA NAS SOLDAS .....</b>	<b>41</b>
<b>4.3.8 ISOLAMENTO TÉRMICO .....</b>	<b>42</b>
<b>4.4 MÉTODO DE CONSTRUÇÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>4.5 APLICAÇÃO DO MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO NA EXECUÇÃO DO PROJETO .....</b>	<b>44</b>
<b>4.5.1 DEFINIÇÃO DE UNIDADE BÁSICA, MONTAGEM DE PACOTES DE TRABALHO E EAP .....</b>	<b>45</b>
<b>4.5.2 MONTAGEM DAS LINHAS DE BALANÇO .....</b>	<b>47</b>
<b>5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....</b>	<b>51</b>
<b>5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>51</b>
<b>5.2 CONCLUSÕES.....</b>	<b>51</b>
<b>5.3 SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS .....</b>	<b>52</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA APLICADA AO SETOR DE PLANEJAMENTO DA PETROBRAS/LUBNOR .....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICE B – QUANTITATIVOS DO TANQUE .....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE C – ESTRUTURA ANALÍTICA COMPLETA DO PROJETO.....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE D – PACOTES DE TRABALHO .....</b>	<b>60</b>
<b>APÊNDICE E – LINHA DE BALANÇO: LOB 1T .....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE F – LINHA DE BALANÇO: LOB 3T.....</b>	<b>62</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações Iniciais

Com a grande competitividade do mercado, seu dinamismo e sua volatilidade, as empresas de construção civil têm buscado técnicas para melhorar a sua produtividade, assim como para diminuir desperdícios e custos. Para alcançar esse objetivo, essas construtoras têm feito a análise das filosofias de produção utilizadas atualmente, como também têm procurado novas técnicas.

De acordo com Carneiro (2009), com o cenário de um mundo globalizado e o aumento contínuo da concorrência, o gerenciamento de projetos ganhou importância significativa. A utilização apropriada de boas práticas, de ferramentas e de técnicas vem trazendo resultados positivos que auxiliam na implantação do conceito de melhoria contínua, objetivo das organizações em qualquer indústria.

Para o sucesso de um projeto é necessário clareza dos objetivos, eficiente fluxo de informação, boa comunicação, planejamento das tarefas, recursos humanos adequados e motivados, acompanhamento e boa liderança, de modo a controlar as mudanças tão frequentes no dia a dia de um projeto. O objetivo é satisfazer o cliente final, cumprindo prazos e custos orçados. Já o insucesso de um projeto está ligado a: estimativas e planos não realistas, definição imprecisa do escopo, comunicações incompletas, pouca integração entre escopo, tempo, custo e qualidade.

Empreendimentos de grande porte merecem uma maior atenção quando o tema é planejamento. Além do alto custo, esses projetos trazem uma complexidade inerente. Estes necessitam, portanto, de um sistema de planejamento eficiente, e, como, de um modo geral, são projetos industriais, devem ser executados obedecendo um cronograma e uma sequência de atividades. Graça Foster, atual presidente da Petrobras, em entrevista com Rydlewski (2012), menciona que atrasos estão sendo frequentes nas obras da empresa. Como exemplo, ela cita a Refinaria Abreu e Lima em Pernambuco, que durou três anos além do prazo e custou nove vezes mais do que o previsto. Com esse aumento de custo, a previsão divulgada pela gestão Graça eleva o custo por barril para US\$ 87 mil, enquanto a média de refinarias de alta complexidade, recém-concluídas ou em construção no mundo, está entre US\$ 10 mil e US\$ 25 mil. É neste panorama que entra a aplicação do método da Linha de Balanço (LOB, do inglês, Line of Balance), pois a mesma proporciona uma visão ampla no acompanhamento dos prazos, das sequências e das quantidades de serviços.



O método da LOB vem sendo usado na construção civil com o propósito de auxiliar o planejamento de obras. Trata-se de uma técnica que propõe a organização da produção na forma de gráfico, facilitando a visualização do andamento, a alocação de recursos e o controle da obra. Por conta da popularidade dessa técnica na indústria da construção de edifícios, o presente trabalho visa a aplicação da técnica também em obras industriais, especificamente em uma obra da indústria do petróleo nacional.

Segundo Slack, Johnston e Chambers (2002), quanto mais complexo for o projeto em relação à quantidade de atividades, ao pessoal envolvido, e ao recursos alocados, maior será a possibilidade de erro no projeto. Isso faz com que o projeto analisado neste trabalho seja uma opção aceitável, pois possui estas características e também o risco de grandes erros na sua execução.

Um gerenciamento de projetos eficiente resulta no aumento da probabilidade de sucesso das atividades e na finalização destas conforme os prazos, os custos e o escopo planejados. Por isso, esse trabalho visa propor a utilização da ferramenta de LOB no gerenciamento de projetos industriais. Para isso, foi obtido o cronograma de um projeto específico de uma refinaria de petróleo e este foi transformado em um modelo de LOB.

A Lubrificantes e Derivados de Petróleo do Nordeste (Petrobras/Lubnor) é uma das refinarias de petróleo da Petrobras, localizada na cidade de Fortaleza, no estado do Ceará. Ela foi implantada em 1966 e na época era chamada de Fábrica de Asfalto de Fortaleza (Asfor). Atualmente, a Petrobras/Lubnor processa 8,2 mil barris de petróleo por dia e é uma das líderes nacionais em produção de Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP). É a única refinaria no Brasil a produzir lubrificantes naftênicos, produto com aplicações importantes na indústria como óleos isolantes para transformadores, amortecedores para veículos, óleos para compressores de refrigeração e para formulação de graxas especiais.

No ano de 2012, de acordo com o Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis da Agência Nacional de Petróleo (ANP, 2013), a Petrobras/Lubnor processou 7,8 mil barris/dia, o que representou 0,4% do volume refinado de petróleo no Brasil. Apesar desta baixa representatividade, o empreendimento está entre os maiores contribuintes do Estado em recolhimento de Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). A localização estratégica da Petrobras/Lubnor é um facilitador para a inserção de seus produtos no mercado externo de lubrificantes com exportações regulares para os Estados Unidos, Europa e África.

Além da Petrobras/Lubnor, uma nova refinaria será instalada no estado do Ceará, denominada Refinaria Premium II. Ela será construída no município de Caucaia (CE), a 50

km de Fortaleza, no Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP) e terá capacidade para processar 300.000 barris de petróleo por dia. A Premium II receberá investimento de US\$ 8,5 bilhões. Será uma das maiores refinarias de petróleo do mundo, segundo a Petrobras. A previsão é de que ela entre em operação em dezembro de 2017.

## 1.2 Problema e questões de pesquisa

O problema da presente pesquisa está relacionado a uma aparente ineficiência de planejamento de obras da indústria do petróleo, abordada por Rydlewski (2012), ao mesmo tempo que atualmente estão disponíveis ferramentas de planejamento e controle, como a LOB, consagradas na construção civil. Essa ineficiência de planejamento é preocupante, pois os atrasos e a incapacidade de prever o custo de grandes obras têm sido bastante comum. Portanto, existe um desperdício considerável de recursos que potencialmente poderiam ser evitados, caso outras ferramentas fossem utilizadas.

Diante do problema apresentado, podem ser formuladas algumas perguntas que facilitarão o entendimento do assunto, de forma a ajudar na solução do problema.

- a) Há similaridades entre obras da construção civil e obras da indústria do petróleo, que permitam considerar ferramentas semelhantes de planejamento?
- b) É possível a utilização do método da LOB em obras da indústria do petróleo?
- c) Quais são as vantagens do uso da LOB quando comparada ao uso do cronograma utilizado pela Petrobras/Lubnor?
- d) O volume/porte de obras da indústria do petróleo no Ceará justificam o uso de ferramentas de planejamento diferentes das ferramentas de uso corrente?

## 1.3 Objetivos

O objetivo geral do presente trabalho é verificar, por meio de um estudo de caso, o potencial da utilização da ferramenta LOB para o planejamento de obras da indústria do petróleo, o que não é fato comum no Brasil, já que a maioria das aplicações da ferramenta LOB é realizada predominantemente na área de edificações. Os objetivos específicos, listados abaixo, procuram responder às questões de pesquisa apresentadas no item 1.2., fornecendo também as atividades a serem realizadas.

- a) Identificar as similaridades entre as obras da construção civil e as obras da indústria do petróleo;

- b) Analisar as técnicas de planejamento utilizadas no Ceará em obras da indústria do petróleo;
- c) Analisar a possibilidade de diversificar os lotes de unidades de repetição para a utilização dos mesmos na LOB;
- d) Apresentar a metodologia adequada para a estruturação de uma LOB para obras da indústria do petróleo;
- e) Verificar as dificuldades encontradas para a elaboração da programação do estudo de caso, utilizando a técnica da LOB, com atenção à escolha da unidade de repetição e às atividades que não se repetem;
- f) Analisar as vantagens e as desvantagens do método da LOB para planejamento de obras industriais.

#### **1.4 Divisão da monografia (estruturação do trabalho)**

A monografia irá se dividir da seguinte forma:

O Capítulo 1 (Introdução) trata da contextualização e da justificativa do tema, do problema e das questões de pesquisa, dos objetivos e da divisão da monografia.

O Capítulo 2 (Fundamentação Teórica) apresenta uma revisão bibliográfica sobre o tema, fornecendo o embasamento teórico necessário para o entendimento do problema.

O Capítulo 3 (Metodologia) tem como objetivo explicar toda a ação desenvolvida no método (caminho) do trabalho de pesquisa. Serão explicados os instrumentos utilizados, a divisão do trabalho, o tratamento dos dados, ou seja, tudo que se utilizou neste trabalho.

O Capítulo 4 (Estudo de Caso) traz descrito o estudo de caso escolhido, apresentando a aplicação do método da LOB. Serão mostrados os resultados obtidos com a utilização do método proposto.

O Capítulo 5 (Conclusões e Recomendações) apresenta as conclusões da pesquisa, recomendações obtidas com esse estudo e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Considerações Iniciais

Para a realização desse trabalho, procurou-se estudar diversos conceitos qualitativos e quantitativos. Os conhecimentos buscados foram desde ferramentas de gestão da produção até a metodologia para a construção de tanques de armazenamento de petróleo.

### 2.2 Generalidades sobre planejamento de projetos

Segundo Meredith e Shafer (2002) *apud* Schramm (2009), o planejamento de um projeto é provavelmente o elemento mais importante para o seu sucesso. É neste estágio que ocorrem decisões que impactam fortemente na consecução dos seus objetivos e nas metas de desempenho. Para Matos (2006), a expressão planejamento faz com que se pense em um conjunto de processos que estabelece uma coordenação de ações ou tomadas de decisões, objetivando um resultado.

Para minimizar impactos negativos, recomenda-se produzir um planejamento lógico e racional. É importante ter um instrumento que seja baseado em critérios técnicos, seja fácil de manusear e interpretar. Muitas construtoras brasileiras não encaram o planejamento como um processo complexo, mas sim como mais uma tarefa sem grande importância, o que provoca o não cumprimento das metas previstas inicialmente (ROCHA, 2009).

Caso um planejamento seja ineficiente, ele pode trazer consequências negativas tanto para a obra quanto para a empresa que a executa. Exemplos dessas consequências são prazos não cumpridos, orçamento de maior custo do que o previsto, atrasos injustificáveis, problemas no relacionamento entre o construtor e o seu cliente (MATTOS, 2010).

Já um bom planejamento prévio otimiza a execução e minimiza perdas, falhas e improvisações, que possam vir a ocorrer na obra. A função do planejamento é servir de ferramenta que gerencie e controle toda a fase de execução, utilizando o cronograma e o orçamento para balizar os prazos e os custos da obra (MATOS, 2006). Mattos (2010) cita que os principais benefícios que o planejamento proporciona são: conhecimento completo da obra, rapidez na hora da tomada de decisões e na identificação de situações desfavoráveis, referência para o acompanhamento físico e financeiro do andamento do projeto, otimização de recursos, criação de dados históricos.

De acordo com Meredith e Shafer (2002) *apud* Schramm (2009), existem alguns itens necessários para o planejamento de um projeto. Essas necessidades são: o conhecimento das atividades a serem executadas, a ordem em que essas atividades devem ocorrer, as suas durações e quando os respectivos recursos de produção serão necessários. Além disso, o planejamento de um projeto deve ser considerado um processo contínuo e que não acaba com o início da sua execução. Não basta apenas estabelecer um plano e executá-lo. O plano precisa ser atualizado frequentemente para refletir a execução do projeto e as mudanças autorizadas. Já que até mesmo as orientações básicas e os objetivos, que normalmente são válidos por um tempo mais longo podem mudar durante o projeto (XAVIER *et al.*, 2005).

### **2.2.1 Níveis do planejamento**

De acordo com Bulhões e Formoso (2005), o planejamento de uma obra pode ser hierarquizado nos níveis de longo, médio e curto prazo.

- a) Planejamento de longo prazo: é o primeiro planejamento a nível tático. O objetivo desse nível de planejamento é gerar um plano mestre da obra com todas as etapas de produção do projeto;
- b) Planejamento de médio prazo ou *look-ahead* (“olhar para frente”): seu papel é o de vincular o planejamento de longo prazo com os planos operacionais. Tem uma duração média entre 4 e 12 semanas. É nesse nível de planejamento onde são realizadas as análises e as remoções de restrições;
- c) Planejamento de curto prazo: seu objetivo é orientar diretamente a execução da obra. Em geral, este é realizado semanalmente. É responsável por atribuir recursos materiais e mão de obra às atividades programadas no planejamento de médio prazo.

### **2.2.2 Estrutura Analítica de Projeto**

Para a elaboração do planejamento de um projeto é necessário o conhecimento integral deste. Esse conhecimento só é obtido com a análise detalhada de todas as etapas do projeto. Para isso, é necessário dividir o projeto em partes menores, até atingir um componente de tamanho adequado ao planejamento.

Um recurso muito utilizado para essa decomposição é a Estrutura Analítica de Projeto (EAP). A EAP é uma aplicação prática do princípio analítico de Descartes de decompor um problema complexo em pequenos problemas mais simples e mais fáceis de serem resolvidos.

Conforme citado por Almeida (2006), na EAP o projeto é dividido em elementos que servem como base para a definição do trabalho a ser realizado para atingir os objetivos do projeto.

A EAP é estruturada de forma hierárquica (do mais geral para o mais específico) e em forma de árvore. Cada nível descendente da EAP representa uma definição gradualmente mais detalhada da definição do trabalho do projeto. Segundo o PMBOK (2008), a EAP deve ser decomposta em pacotes de trabalho até um nível que seja fácil de gerenciar. Ela deve ser completa, organizada e pequena o suficiente para que o progresso possa ser medido, mas não detalhada o suficiente para se tornar, ela mesma, um obstáculo para a realização do projeto. Outra função da EAP é permitir a integração entre orçamento, planejamento e execução, fornecendo assim, ao gerente responsável pelo projeto, um instrumento completo de gerenciamento e controle de todas as atividades que serão realizadas.

Segundo Almeida (2006), a divisão do projeto é feita segundo elementos decorrentes do tipo de projeto. É sugerido, inclusive, obedecer a sequência mostrada na Tabela 1. A EAP pode ter a decomposição em quatro níveis, usando-se os componentes físicos do projeto. Em seguida segue a definição de cada nível de projeto e um exemplo de uma EAP parcial, para a construção de uma subestação na Figura 1.

Tabela 1 – Níveis da EAP

<b>Nível</b>	<b>Partição</b>	<b>Elementos usuais</b>
I	O projeto todo	Projeto, produto, processo
II	Subdivisão maior	Sistema ou atividade primária
III	Subdivisão menor	Subsistema ou atividade secundária
IV	Componentes ou tarefas	Componentes maiores ou tarefas

Fonte: Almeida (2006).

- a) 1º Nível (Área física): corresponde, no exemplo, ao primeiro nível de divisão, representando os grandes componentes do projeto, caracterizado por suas áreas ocupadas fisicamente;
- b) 2º Nível (Item principal): é o segundo nível de partição e caracteriza os elementos principais de cada área;
- c) 3º Nível (Sistema): é o terceiro nível de partição e permite a subdivisão de um item principal, no caso deste ser muito grande;
- d) 4º Nível (Pacote de trabalho): quarto nível de partição, caracteriza os tipos e as quantidades de serviço gerenciáveis para fins de planejamento (nele compreendida a orçamentação), de programação e de controle.

Figura 1 – Exemplo de EAP



Fonte: Almeida (2006).

### 2.3 Apresentação das principais técnicas de planejamento

A escolha de uma técnica de planejamento adequada pode evitar decisões erradas como, por exemplo, a escolha de métodos construtivos equivocados. Existem várias técnicas de programação de planejamento para um projeto. As que serão abordadas nesse trabalho serão o Gráfico de Gantt e a LOB.

#### 2.3.1 Program Evaluation and Review Technique (PERT) / Critical Path Method (CPM)

As técnicas denominadas PERT e CPM foram independentemente desenvolvidas para a gestão e controle de projetos em torno de 1950, porém a grande semelhança entre estas fez com que o termo PERT/CPM fosse utilizado corriqueiramente como apenas uma técnica.

O planejamento com os métodos PERT/CPM é realizado através de uma rede, apresentando uma sequência lógica do planejamento, com as interdependências entre as operações, a fim de alcançar um determinado objetivo. São colocadas na rede as durações das tarefas, para permitir uma análise de otimização de tempo e/ou de custo e programação em calendário (OLIVEIRA, RESENDE e VILLAR, 2008).

A principal diferença entre os métodos PERT e CPM está na diferença de tratamento das estimativas e na capacidade de incluir atividades repetitivas ou não repetitivas. Enquanto

o CPM utiliza uma única estimativa de tempo para cada atividade, baseada no conhecimento prévio adquirido em trabalhos idênticos, o PERT emprega três estimativas: tempo otimista, tempo mais provável e tempo pessimista.

As redes PERT/CPM apresentam vantagens como: possibilidade de previsão de custos, elaboração de cronogramas físico-financeiros e fluxo de caixa, e definição da duração do projeto em função da sequência de execução das tarefas.

Prado (2002) cita como desvantagens a dificuldade de leitura dos gráficos, em função do grande número de atividades e inter-relacionamentos. Dessa forma, a rede fica muito grande e tem-se a necessidade de acompanhamento e controle do andamento das atividades que possuem pequeno tempo de execução.

### **2.3.2 *Gráfico de Gantt***

O método do gráfico de Gantt foi desenvolvido pelo engenheiro industrial norte americano Henry L. Gantt em 1913 e aplicado na área militar durante a primeira guerra mundial (ICHIHARA, 1998). O gráfico de Gantt foi criado com o objetivo de melhorar a produção fabril. Porém, na década de 30, a construção civil passou a utilizá-lo como ferramenta de planejamento de obra. A técnica trata-se de um gráfico de barras horizontais onde cada barra representa uma atividade do projeto. Na direção horizontal encontram-se as durações em escala de tempo e na direção vertical encontram-se todas as etapas de construção e suas atividades. Segundo Schmitt (1992), as etapas para o uso do gráfico de Gantt são: definir a estrutura da programação (por meio da análise de projeto e da definição das atividades que irão ocorrer na obra) e construir o gráfico de barras.

O gráfico de Gantt tem como vantagem a clareza, a simplicidade e o poder de comunicação. A maior desvantagem desta técnica corresponde ao fato desta não apresentar uma definição clara das relações de dependência entre as diversas atividades. Em projetos longos, este tipo de representação pode se tornar confuso devido à falta de clareza na visualização dos inter-relacionamentos das atividades e na visão geral do projeto. Este método também é falho no aspecto gerencial, visto que o mesmo não é capaz de informar, com eficiência, quais atividades devem ser realizadas no caso de ocorrerem atrasos na obra. Os gráficos são omissos na representação de localizações, na representação da continuidade das tarefas, na movimentação das equipes e na percepção completa da obra (SOUSA e MONTEIRO, 2011).

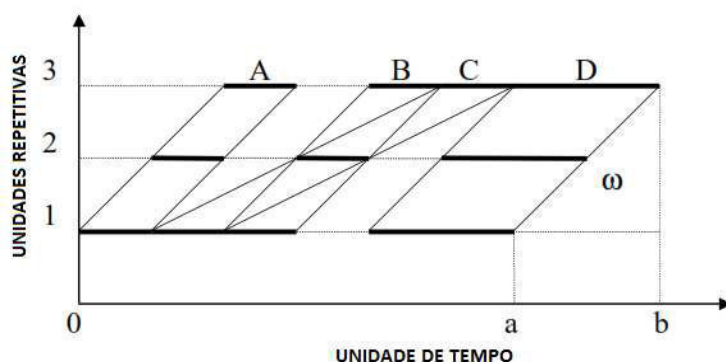


### 2.3.3 Linha de Balanço

A Linha de Balanço (LOB) é um cronograma de barras em duas dimensões. Ela representa no eixo vertical as unidades repetitivas e cada barra contínua representa uma atividade. O tempo é representado no eixo horizontal (MENDES JUNIOR, 1999). A LOB permite a visualização de várias informações a respeito das atividades, tais como quem vai executar, onde, quando e em que ritmo (MATOS, 2006).

O Gráfico 1 consiste em um exemplo da LOB. As atividades contínuas encontram-se programadas com as indicações A, B, C e D. Conforme explicado, o eixo vertical contém a sequência das unidades repetitivas a serem executadas. O eixo horizontal é relativo às unidades de tempo. Nesse eixo, percebe-se o tempo “b” igual ao prazo de execução do projeto. O ponto “a” é igual ao término das atividades na unidade repetitiva 1. O ângulo  $\omega$  é a razão de produção do projeto (ICHIAHARA, 1997).

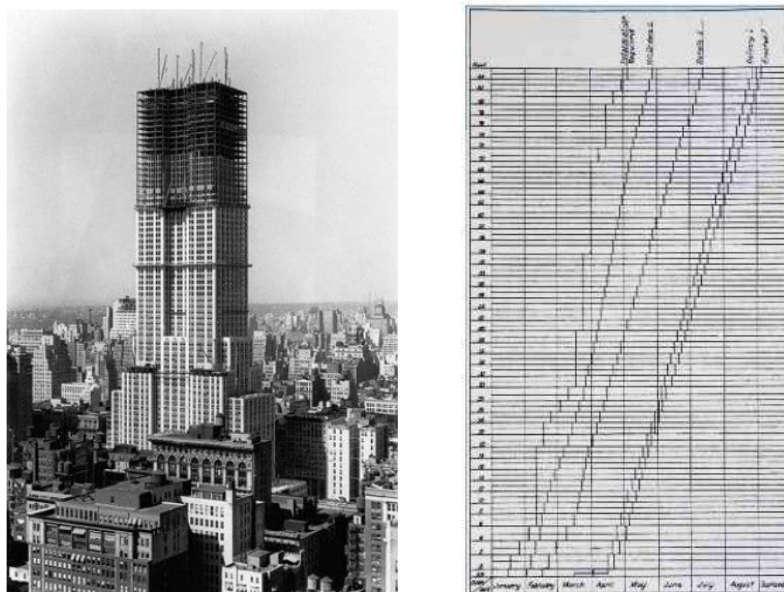
Gráfico 1 – Exemplo de LOB



Fonte: Ichihara (1997).

Segundo Sousa e Monteiro (2011), a primeira vez que aplicaram uma técnica semelhante ao que é definido atualmente como LOB foi na década de 30, na construção do *Empire State Building* (Figura 2) em Nova Iorque, nos Estados Unidos (EU). Nesse planejamento, o pavimento era a unidade de controle e as atividades seguiram a filosofia de produção em linha de montagem contínua e alinhada. O controle das atividades nessa construção foi bem rígido, sendo o avanço das atividades monitorado todos os dias e as equipes de trabalho conferidas três vezes ao dia, assegurando que estavam no local certo. A técnica funcionou com tanta eficiência que o edifício, com 102 andares, levou 18 meses para ser concluído.

Figura 2 – Aplicação da LOB no *Empire State Building*



Fonte: Empire State Building (2013).

Mattos (2010) cita que a formalização conceitual da técnica aconteceu em 1941 pela *Goodyear Tire & Rubber Company*, nos EU, sob a orientação de George E. Foub. Ela também foi aplicada na década de 50 com sucesso para o planejamento e o controle da produção da Marinha norte-americana, durante a segunda guerra mundial.

No Brasil, a técnica de LOB ainda é pouco aplicada. Ela foi introduzida a partir da década de 70 no planejamento da construção de conjuntos habitacionais. Porém vem adquirindo espaço nos canteiros de obra, já que não se encontra, com facilidade, outra técnica de programação que permite a interpretação de tantos tipos de informações de uma só vez (MATOS, 2006).

Qualquer técnica de planejamento possui vantagens e desvantagens. A seguir, serão listados os maiores benefícios e as desvantagens da utilização da LOB.

- a) Com a LOB o utilizador tem rapidamente acesso, e de fácil interpretação, a uma série de informações: atividades programadas para determinada data ou localização, intervalos temporais ou espaciais entre atividades, ritmo de produção, comparação visual entre os ritmos de produção das várias atividades, descontinuidade das atividades, dependência entre as atividades, comparação entre as atividades conforme planejado, verificado e previsto, alarme e avisos – datas limite que convem não ultrapassar dispostas no gráfico sob a forma de pontos (SOUSA e MONTEIRO, 2011);

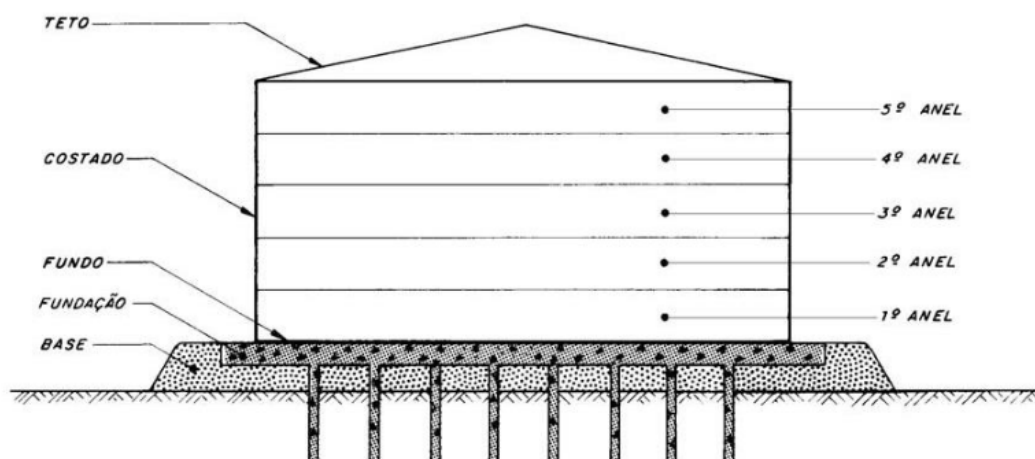
- b) Facilita a programação da continuidade de trabalho das equipes ao longo das repetições nas unidades (MENDES JUNIOR, 2009);
- c) Quando em uma construção existem múltiplas repetições de uma mesma etapa de produção, pode-se obter um efeito de treinamento na equipe de trabalho que as executa, que leva a um aumento de produtividade. Denomina-se isto de efeito aprendizagem. Segundo Gehbauer *et al.* (2002), o tempo gasto para a execução poderia se desenvolver da seguinte forma: na primeira execução é considerado 100%, 80% para a segunda, 64% para a terceira, 51% para a quarta, 41% para a quinta;
- d) Possibilita, de forma rápida e eficaz, a simulação de diversas alternativas estratégicas relacionadas à execução das atividades. Tais simulações são importantes devido à existência de fatores que podem determinar uma alteração no ritmo e nos prazos da obra, tais como: fluxo de caixa, disponibilidade de materiais no mercado, alterações de projetos por parte dos clientes, etc. Outro ponto a ser observado é que a LOB permite a determinação da quantidade de operários que estarão em exercício durante todo o decorrer da obra, possibilitando, assim, uma previsão dos gastos com mão de obra mês a mês (FERRAZ *et al.*, 2005);
- e) Especialização da mão-de-obra, tornando o operário conhecedor apenas da tarefa que executa o que pode ser sanado usando o conceito de LOB também para células de produção;
- f) Necessidade de se manter um eficiente departamento de compras de materiais ou estabelecer locais para a estocagem destes, em função da utilização gradual dos materiais previstos na programação;
- g) Necessidade de se programar a parte os serviços não repetitivos (PINHEIRO, 2009).

## **2.4 Tanques de armazenamento**

Segundo Barros (1998), tanques de armazenamento são equipamentos de caldeiraria pesada, sujeitos à pressão, aproximadamente atmosférica, destinados, principalmente, ao armazenamento de petróleo e de seus derivados. Os tanques de armazenamento são equipamentos muito importantes em refinarias de petróleo. Estes são utilizados para armazenar vários tipos de produtos (matérias primas, insumos e produtos finais) em grandes quantidades. Os tanques podem ter variadas dimensões desde 100 barris (16m<sup>3</sup>) até aproximadamente 550.000 barris (87.500m<sup>3</sup>), formas, tipos, e podem ser constituídos por

diversos materiais, sendo o mais comum o aço-carbono. Uma das funções mais importantes destas estruturas é possibilitar a manutenção de estoques estratégicos, garantindo a continuidade operacional em casos de interrupção do fornecimento de algum produto. Os componentes típicos de um tanque de armazenamento convencional são: base, fundação, fundo, costado e teto, conforme indicado na Figura 3.

Figura 3 – Nomenclatura de um tanque



Fonte: Costa (2011).

A base corresponde à parte do tanque onde será implementada a fundação. A fundação é a estrutura que suporta o peso do tanque e do fluido nele contido, transmitindo estes esforços à base. O fundo é a superfície inferior do tanque, impermeável, sobre a qual está o líquido armazenado. Este deve ser quimicamente compatível com o fluido. O costado é a superfície lateral do tanque, feita, geralmente, de chapas metálicas unidas por soldagem elétrica. O teto é a parte superior do tanque, que evita a saída dos eventuais vapores originados do fluido armazenado, bem como, a entrada de chuva, entre outros. Além desses componentes, os tanques possuem acessórios, indicados na Figura 4.

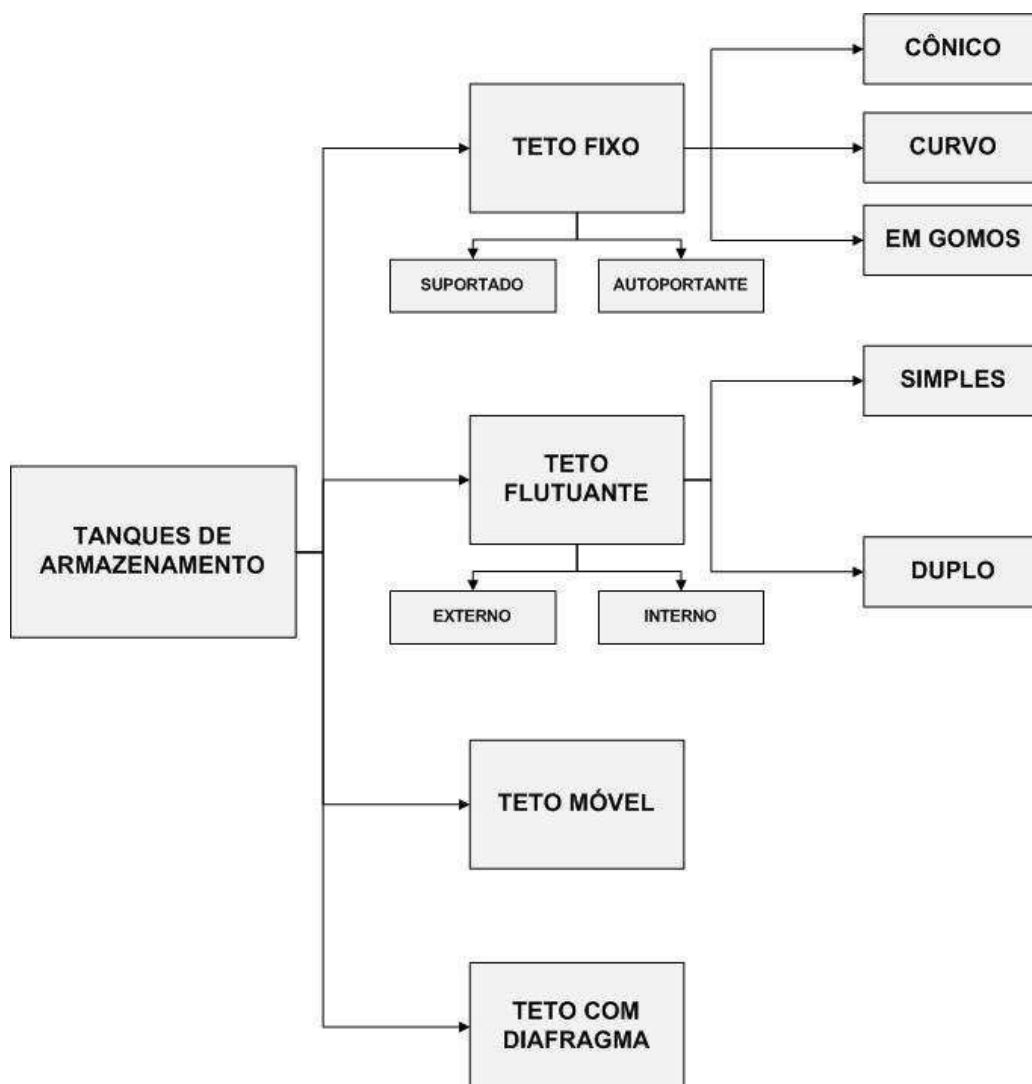
Figura 4 – Elementos de um tanque de armazenamento



Fonte: Retirada da NBR 7821 (1983).

A construção de um tanque, normalmente, é regulamentada pela norma americana API 650 *Welded Steel Tanks for Oil Storage* (2011) do *American Petroleum Institute* (API). Essa norma trata das especificações sobre material, projeto, fabricação, montagem e testes. No Brasil, utiliza-se, também, a norma NBR 7821 (1983) “Tanques Soldados para Armazenamento de Petróleo e Derivados”, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os tanques são classificados de acordo com o tipo construtivo do seu teto, de acordo com a Figura 5.

Figura 5 – Classificação de tanques de armazenamento convencionais segundo a natureza do seu teto



Fonte: Adaptado de Alves (2013).

Os tanques de teto fixo possuem seus tetos ligados à parte superior de seus costados. Estes são considerados autoportantes quando apoiados, exclusivamente, na periferia do costado. Já quando estes possuem uma estrutura de sustentação (estrutura interna de perfis metálicos), os tanques são chamados de suportados. Dependendo da forma do teto fixo, podem apresentar os seguintes tipos construtivos:

- a) Teto Cônico (*Cone Roof*): apresenta a forma semelhante a um cone reto;
- b) Teto Curvo (*Dome Roof*): apresenta a forma parecida à uma calota esférica;
- c) Teto em Gomos (*Umbrelia Roof*): é uma variação do teto curvo, no qual todas as seções horizontais terão a forma de um polígono regular, com número de lados iguais ao número de chapas utilizadas nesta região do teto.

Os tanques de teto flutuante possuem tetos diretamente apoiados na superfície do líquido armazenado, no qual flutuam, acompanhando sua movimentação durante os períodos de esvazamento e enchimento. Esses tanques são utilizados com o objetivo de minimizar as perdas por evaporação devido à movimentação de produto. O teto flutuante apresenta os principais tipos construtivos:

- a) Teto Flutuante Simples (*Single Deck or Pan-Type Floating-Roof*): consiste, essencialmente, de um lençol de chapas. O teto é enrijecido por uma estrutura metálica, na sua parte superior, para lhe conferir a necessária estabilidade. É o tipo mais simples. A fluabilidade é precária. Dos tipos de teto flutuante é o que apresenta maior perda por evaporação, pois o teto está em contato direto com o produto armazenado e transmite, mais facilmente, a energia solar incidente;
- b) Teto Flutuante Duplo (*Double-Deck Floating-Roof*): possui dois lençóis de chapas ligados, internamente, por uma estrutura metálica formando compartimentos estanques. Este tipo de tanque apresenta a menor perda por evaporação, pois os lençóis de chapas formam um colchão de ar que funciona como isolamento térmico.

Em tanques de teto móvel, no seu interior existe uma câmara de vapor cuja pressão é responsável pela movimentação do teto. Já em tanques de teto diafragma, os tetos são fixos ao costado, mas estes apresentam a possibilidade de variar o volume do espaço vapor em consequência da modificação da pressão de armazenamento. A variação do espaço vapor é realizada pela deformação de um componente interno que funciona como uma membrana flexível. O diafragma flexível normalmente é de material plástico (neoprene, nylon etc.) resistente ao produto armazenado sob a forma líquida ou vapor.

A definição do tipo de teto é feita a partir do produto que será armazenado no tanque. A norma da Petrobras N-270 (2010) faz recomendações quanto essa escolha, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Recomendações de tipos de tanque

<b>Tipo de Tanque</b>	<b>Produto Armazenado</b>
<b>Tanques de teto fixo</b>	Nafta Pesada Querosene Óleo Diesel Resíduo de Vácuo Óleo Combustível Óleo Lubrificante Asfalto e Cimento Asfáltico Lastro de Navio
<b>Tanques de teto flutuante interno</b>	Produtos Leves da Faixa da Gasolina Nafta Leve Gasolina de Aviação (GAV) Petróleo Cru Biodiesel Querosene de Aviação (QAV) Álcool Etílico Hidratado Metanol Óleo Diesel Classe I e II
<b>Tanques de teto flutuante</b>	Produtos Leves da Faixa da Gasolina Nafta Leve Álcool Etílico Hidratado Metanol Óleo Diesel Classe I e II

Fonte: Petrobras N-270 (2010).

Parque de armazenamento é a área destinada à armazenagem e à transferência de produtos, onde se situam os tanques, armazéns e bombas de transferência. Os parques de tanques são classificados em três tipos de acordo com suas capacidades de armazenamento:

- a) Pequenos: com capacidade igual ou inferior a 10.000m<sup>3</sup>;
- b) Médios: com capacidade entre 10.000m<sup>3</sup> e 40.000m<sup>3</sup>;
- c) Grandes: com capacidade maior do que 40.000m<sup>3</sup>.

Segundo Barros (1998), a escolha do local para a construção de um parque de armazenamento merece minucioso estudo e planejamento. A natureza do solo deve ser analisada com o objetivo de minimizar os custos de fundação. O local escolhido deverá apresentar área suficiente para as expansões futuras, como também facilidade de operação, onde as condições de sucção das bombas de movimentação do produto armazenado não tenham dificuldades. A área a ser ocupada pelo parque de armazenamento deverá ser de fácil acesso, completamente limpa e desmatada.



### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Considerações Iniciais**

Na etapa de metodologia foi feita uma descrição detalhada das técnicas utilizadas nas atividades de pesquisa. Ou seja, foi exposto o caminho percorrido para a obtenção dos resultados do presente trabalho. O método de pesquisa desse trabalho divide-se em: revisão bibliográfica, visitas técnicas/entrevistas e estudo de caso.

#### **3.2 Revisão Bibliográfica**

Primeiramente, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o planejamento de processos de produção tanto na construção de edifícios, como na construção de obras industriais. Conduziu-se, então, uma análise comparativa entre os elementos de planejamento das duas áreas pesquisadas. Visando assim, contemplar as peculiaridades, as similaridades, as diferenças (justificáveis ou não), os pontos positivos e negativos de cada setor. Foi realizado, também, uma revisão bibliográfica sobre a técnica da LOB. Para esse levantamento bibliográfico foram utilizadas teses, dissertações, artigos e normas.

#### **3.3 Visitas Técnicas e Entrevistas**

Foram realizadas visitas ao setor de planejamento da refinaria Petrobras/Lubnor. O objetivo da primeira visita foi a coleta de dados e informações sobre a metodologia aplicada, atualmente, para o planejamento de obras internas da Petrobras/Lubnor. Já em um segundo momento, o objetivo foi a escolha da obra para a aplicação do estudo de caso. Após a escolha da obra, foram analisados os projetos e foi feita uma revisão bibliográfica sobre o tipo de obra, suas etapas e sua forma de execução. Para cada visita foi elaborado um questionário, conforme Apêndice A, como forma de ferramenta para a coleta de informações.

#### **3.4 Estudo de Caso**

Para obter um modelo de planejamento e execução de atividades em LOB, foi utilizado o método de estudo de caso. Dessa forma, foi possível alcançar uma abordagem prática do problema de modo a se obter uma solução que fosse possível de se aplicar. Nesse

estudo, a obra escolhida para a análise foi a construção de um tanque de armazenamento. Foram analisados os projetos, de forma que, primeiramente, fosse entendido a rede lógica de predecessoras desse tipo de obra.

Em seguida, partiu-se para a montagem da LOB. Foi necessária a definição de um modelo simplificado para a obra, determinando as atividades que seriam consideradas nesse modelo. Juntamente com a definição de pacotes de trabalho, foram analisadas as restrições de projeto (ordem de execução e limitações construtivas), de forma que a elaboração da LOB chegasse próxima da realidade.

Para a montagem da LOB foi utilizado o programa *MS-Project*, e foram adotados os seguintes passos:

- a) Definição de unidade básica, montagem de pacotes de trabalho e EAP

Para tornar o entendimento do projeto, este foi desmembrado em porções menores. Slack *et al.* (1997) apud Schramm (2009), acreditam que, com esse desmembramento, é possível tornar o planejamento e o controle do projeto menos complexo já que essas porções são dotadas de seus próprios objetivos, em termos de prazo, de custo e de qualidade.

O primeiro passo para simplificar o projeto foi determinar a unidade de repetição, também chamada de unidade básica, e suas precedências. De acordo com Maziero (1990), unidade básica significa “o tipo de unidade que compõe o projeto e deve ser repetida até a sua conclusão”. Ou seja, foram criadas unidades com capacidade de reproduzir um conjunto de operações a serem repetidas no projeto, sendo que esta divisão dependeu do tipo e da dimensão do projeto. Nessa etapa, tomou-se o cuidado em relação aos níveis de partição para que os mesmos não excedam de modo a tornar o projeto muito detalhado e difícil de ser gerenciado (LIMMER, 1996). Em seguida, elaborou-se o parcelamento dessa unidade em pacotes de trabalho, que, segundo Gehbauer *et al.* (2002), são macro atividades claramente definidas que, quando somadas, contemplam todas as etapas da execução de uma obra. Os pacotes de trabalho são gerados em função do atendimento dos objetivos do projeto. Nesses pacotes, são alocadas as quantidades de serviços e definida a quantidade de mão de obra em cada um (MENDES JUNIOR e HEINECK, 1998).

No entanto, para adotar a quantidade de serviços de cada pacote, foi necessário analisar os projetos e fazer o levantamento dos quantitativos referentes a cada atividade contida no pacote. Uma observação importante é que quando se adotou a “pacotização” dos serviços, a LOB se tornou simplificada, já que esta representou as datas para a execução das células, e não mais para cada atividade isoladamente. Com isso, a própria análise e as decisões de alteração passaram a ser mais fáceis e rápidas (FERRAZ *et al.*, 2005). Após a

etapa de definição dos pacotes de trabalho foi possível o desenvolvimento de uma EAP que, conforme definido no item 2.2.2, é a decomposição hierárquica do projeto, em forma de diagrama de árvore, onde deve estar presente todo o escopo do projeto.

- b) Determinação do tempo de ciclo, do índice de produtividade, do tamanho da equipe

O ritmo de execução de cada atividade foi fundamentado na taxa de produtividade da equipe que a executa. Os índices de produtividade indicam o número de horas de trabalho por unidade produzida. Para o planejamento, esses índices são coletados em bancos de dados de obras anteriores, orçamentistas, planejadores e gerentes de obras experientes. Para estimar a quantidade de dias para 1 operário executar aquela atividade, é necessário dividir a quantidade de serviço pelo índice de produtividade da atividade, conforme fórmula a seguir.

$$D = \frac{QS \times IP}{EQ \times JT}$$

Onde:

D – Duração da atividade;

QS – Quantidade do Serviço;

IP – Índice de Produtividade;

EQ – Tamanho da Equipe (número de operários);

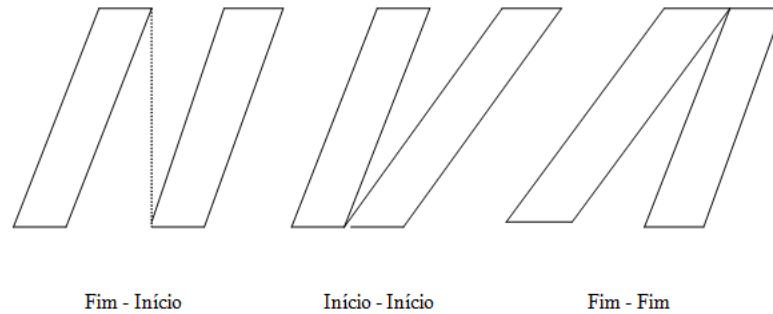
JT – Jornada de Trabalho (8,8h por dia).

Caso seja necessário diminuir a quantidade de dias, é possível aumentar a equipe, dividindo o total de serviço de 1 operário pela quantidade de operários adotados para a nova equipe.

- c) Sequenciamento de atividades

Em seguida, foi feita a rede de atividades a partir de uma sequência lógica de precedências executáveis pela obra. As ligações entre as atividades repetitivas foram de três tipos, de acordo com a Figura 6. Obtendo-se, assim, a duração da unidade básica com a soma das durações de cada atividade necessária.

Figura 6 – Tipos de precedência entre atividades

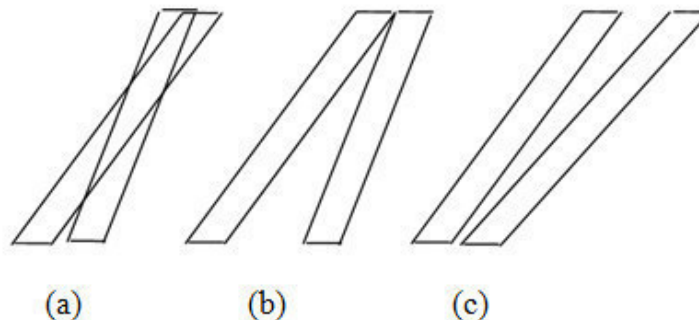


Fonte: Mendes Junior, Heineck (1997).

d) Eliminação de folgas entre atividades

Como as durações calculadas não são iguais ou múltiplas do mesmo ritmo, existiu um desbalanceamento de ritmo. Com isso, houve interceptação da curva de um processo sobre um ou mais processos posteriores por conta da diferença de inclinação da linha de cada atividade. Essas folgas no tempo, sempre que possível, devem ser evitadas, pois podem causar paradas nas tarefas, utilização ineficiente de equipamentos e ociosidade nas equipes, aumento de custos, bem como atraso no prazo final da entrega da obra. Nessa etapa, foi verificado se a linha de uma atividade cruzava com a de outra atividade, como indica Figura 7 (a). Quando isso aconteceu, foram tomadas algumas providencias como: retardar o início da atividade, como indica a Figura 7 (b); ou mudar o ritmo colocando mais uma equipe, como indica a Figura 7 (c).

Figura 7 – Alternativas para mudanças na programação por conflito de atividades



Fonte: Mendes Junior, Heineck (1997).

e) Montagem do gráfico da LOB

O próximo passo foi a montagem do gráfico da LOB. Nesse gráfico, o tempo fica demonstrado no eixo horizontal e no eixo vertical fica a unidade de repetição. O tempo de

duração de uma atividade é dado pelo comprimento da barra de cada atividade no gráfico. A inclinação da linha, que representou o avanço da produção em direção ao eixo tempo, mostra a velocidade da execução dos trabalhos. Com a montagem da LOB pode-se encontrar todas as informações necessárias para a programação de uma obra como: o que deve ser feito, quem deve fazer, onde fazer e quando fazer.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo, será apresentado o estudo de caso escolhido. Será exposta também a aplicação do método da LOB.

### 4.2 Considerações sobre o Estudo de Caso

O projeto consiste na construção de um tanque de armazenamento da Petrobras/Lubnor, de teto fixo, com estrutura autoportante. O material armazenado é o CAP com capacidade de 3.400m<sup>3</sup>. O tanque está localizado conforme Figura 8, e suas dimensões são de 17,17m de diâmetro e 14,64m de altura.

Figura 8 – Localização do novo tanque de CAP



Fonte: Arquivo Petrobras/Lubnor (2013).

### 4.3 Escopo do Projeto para a Montagem da Linha de Balanço

Para esse trabalho, algumas simplificações foram adotadas para a LOB da construção do tanque. Dessa forma, foram selecionadas as atividades de construção do tanque de armazenamento. Não foi considerado um tanque com todas as suas etapas de obra por conta da dificuldade de encontrar informações. As atividades consideradas no modelo foram: fundação, montagem das chapas da base, montagem, pintura e isolamento térmico dos anéis

do costado, montagem do teto. Atividades como bases para a tubulação, dique de contenção, proteção catódica, bases para plataformas, aterramento e colocação dos acessórios do tanque não foram consideradas no modelo. A seguir, segue a descrição de cada atividade. No Apêndice B constam os quantitativos, de acordo com os projetos analisados durante as entrevistas.

#### **4.3.1 Base**

A base do tanque refere-se a movimentação de terra inicial, conforme Figura 9. É nesta etapa que ocorreram as atividades de bota fora, reaterro e compactação do solo.

Figura 9 – Execução de movimentação de terra do tanque



Fonte: Arquivo Petrobras/Lubnor (2013).

#### **4.3.2 Fundação**

As fundações são formadas por uma cinta circunferencial em concreto armado sob o costado, conforme Figura 10. Foram consideradas as seguintes tarefas resumidas: escavação, compactação de base e lastro de concreto magro, execução de formas e montagem da armadura, concretagem da estrutura de concreto, execução de sete sapatas para suporte do teto (escavação, formas, armaduras e concretagem). Na Figura 11 é mostrada a finalização das fundações do tanque.

Figura 10 – Execução de anel para fundação



Fonte: Arquivo Petrobras/Lubnor (2013).

Figura 11 – Finalização de fundação do tanque (sapatas e anel)



Fonte: Arquivo Petrobras/Lubnor (2013).

### 4.3.3 Fundo

O fundo é formado por tiras de chapas de aço superpostas, unidas através de soldas de filete (Figura 12). Foram consideradas as seguintes tarefas resumidas: posicionamento, soldagem das chapas, inspeções e ensaios.



Figura 12 – Colocação das chapas de fundo



Fonte: Arquivo Petrobras/Lubnor (2013).

#### 4.3.4 *Costado*

As chapas são unidas por solda. A Figura 13 mostra a montagem dos anéis com a utilização de macacos hidráulicos. O costado é formado por 6 anéis, com tamanhos conforme consta no Apêndice B. Foram consideradas as seguintes tarefas resumidas: posicionamento das chapas, soldas verticais, soldas horizontais e inspeções e ensaios.

Figura 13 – Colocação das chapas do costado



Fonte: Arquivo Petrobras/Lubnor (2013).

#### **4.3.5 Teto**

A estrutura interna é formada por coluna central, coluna intermediária, coroa central, vigas radiais principais, vigas radiais secundárias, vigas transversais, cantoneira de apoio (Figura 14). Foram consideradas as seguintes tarefas resumidas: montagem de estrutura, montagem de chapas de teto, soldagem, inspeções e ensaios.

Figura 14 – Teto do tanque de armazenamento



Fonte: Arquivo Petrobras/Lubnor (2013).

#### **4.3.6 Teste Hidrostático**

O tanque foi testado com coluna d'água após execução de todos os serviços de manutenção, soldagem e pintura. A finalidade do teste hidrostático é avaliar o tanque quanto a sua resistência estrutural e a sua estanqueidade. As atividades para esse teste englobam o enchimento em quatro etapas do tanque, sendo as etapas de 25%/50%/75%/100% de água. Aguardou-se 24hs em cada etapa e esvaziou-se o tanque. De acordo com dados coletados na Petrobras/Lubnor, a média de tempo que o teste dura é de 10 dias.

#### **4.3.7 Pintura Externa e Interna nas Soldas**

No tanque em estudo não houve pintura externa completa, pois este possui isolamento térmico. Nesse caso, a pintura é feita apenas nos locais aonde foram executadas as soldas.

Foram consideradas as seguintes tarefas resumidas: montagem de andaimes, jateamento, pintura interna e externa nas soldas do tanque e desmontagem de andaimes.

Esse serviço abrange além da aplicação da tinta, as operações de inspeção visual, limpeza, tratamento da superfície, aplicação da tinta de fundo, aplicação de tinta de acabamento e controle de continuidade de película. O seu interior não precisa de proteção, salvo as estruturas de suporte e as chapas no teto, onde é aplicado uma pintura primária com a função de evitar a sua degradação e com acabamento em tinta de esmalte acrílico branco. A Figura 15 mostra a execução da pintura, com a montagem dos andaimes.

Figura 15 – Execução de pintura



Fonte: Arquivo Petrobras/Lubnor (2013).

#### **4.3.8 Isolamento Térmico**

A finalidade do isolamento térmico é diminuir a perda de calor nos tanques de produtos aquecidos. Normalmente, são isolados os tanques de asfalto e os resíduos de vácuo, pois operam em alta temperatura. Raros são os tanques que utilizam isolamento térmico externamente em função do alto custo do investimento e da manutenção do mesmo. O tanque em estudo contempla essa etapa, por conta do tipo de material armazenado, de acordo com a Figura 16.

Figura 16 – Execução do isolamento térmico

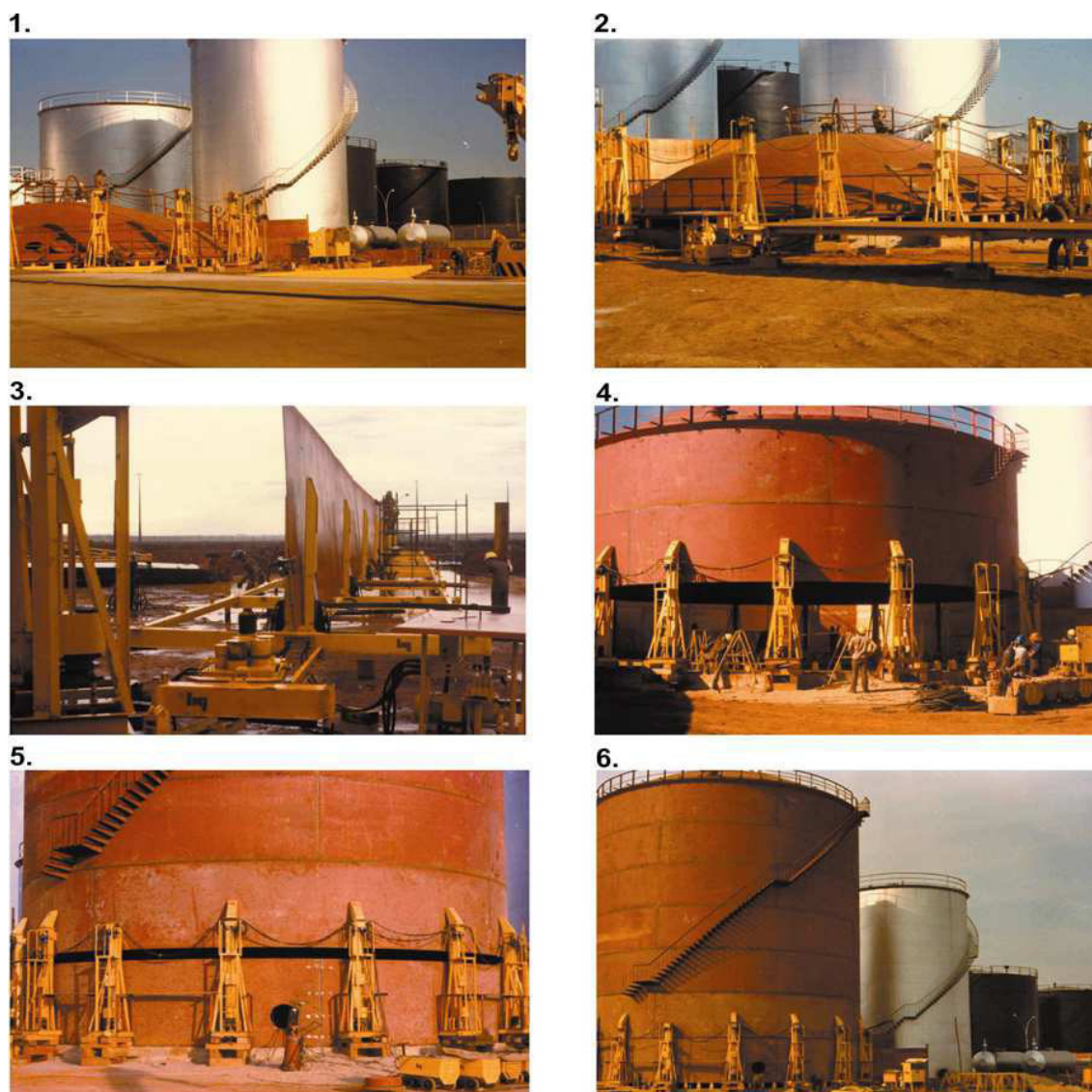


Fonte: Arquivo Petrobras/Lubnor (2013).

#### **4.4 Método de Construção**

A montagem do tanque de armazenamento é feita “de cima para baixo”, utilizando macacos hidráulicos, conforme ilustrado na Figura 17. Primeiro é feita a fundação, depois monta-se o fundo do tanque. Monta-se, no solo, o teto e o anel superior do costado (conforme quadros 1, 2 e 3 da Figura 17). Com a ajuda de macacos hidráulicos, posicionados em torno do perímetro do costado do tanque e suspende-se o anel superior e o teto até que a altura permita a montagem do próximo anel (conforme quadros 4 e 5 da Figura 17). E, assim, é feito sucessivamente até o primeiro anel, que é o último a ser montado (conforme quadro 6 da Figura 17). Dessa forma, a operação de soldagem será sempre realizada a uma altura baixa em relação ao solo, correspondente à largura da chapa do costado. Assim, evita-se o andaime e o trabalho em altura.

Figura 17 – Método de construção do tanque de armazenamento



Fonte: Apostila Montagem (2013)

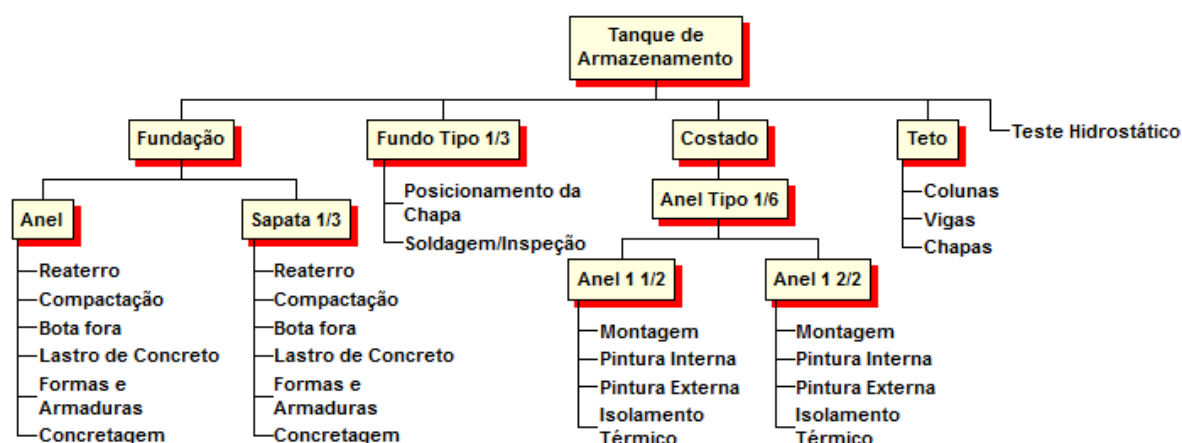
#### 4.5 Aplicação do método da Linha de Balanço na execução do projeto

Para esse trabalho foram elaboradas duas LOB. O primeiro estudo foi preparado supondo-se a construção de 1 tanque de armazenamento. Dessa forma, retrata-se o caso da Petrobras/Lubnor. Em seguida, foi feito um segundo estudo com a construção de 3 tanques de armazenamento. Dessa forma, pode-se avaliar a eficiência do método para a construção de mais de 1 tanque.

#### 4.5.1 Definição de unidade básica, montagem de pacotes de trabalho e EAP

Para efeito deste estudo, a construção do tanque foi separada em cinco etapas: Fundação, Base, Costado, Teto e Teste Hidrostático. Foi definido uma unidade repetitiva para cada etapa. O teto e o teste hidrostático foram os únicos que não possuem unidades repetitivas. Em seguida, foram definidos os pacotes e foi feita a montagem da EAP, que segue abaixo de forma resumida na Figura 18. A Nomenclatura “Sapata 1/3” significa que serão feitos três pacotes de sapatas iguais a este. Os anéis, primeiramente foram divididos ao meio (conforme nomenclatura “Anel 1 1/2” e “Anel 1 2/2”). Em seguida, foram feitos seis pacotes com a nomenclatura “Anel 1/6”, sendo a fração “1/6” referente a posição do anel no tanque. A EAP completa segue no Apêndice C.

Figura 18 – Montagem da EAP



Fonte: Elaborada pela autora.

Para a determinação da duração dos pacotes de trabalho, foi necessário definir índices de produtividades para cada atividade. Os índices de produtividade, para a etapa de aço, foram considerados com base nos trabalhos publicados por Almeida (2006) e Simonsen (2004). Os índices de produtividade referentes à etapa civil foram coletados no mercado em empresas de planejamento de obras. Por falta de informação, alguns índices tiveram que ser estimados. A Tabela 3 demonstra a produtividade de cada etapa da obra, de acordo com as fontes indicadas.

Segundo Simonsen (2004), cerca de 35% dos homens-horas serão consumidas no manuseio, na montagem e no ajuste das chapas e 65% na sua soldagem. A produtividade para

o isolamento térmico foi estimada em 4 dias por anel. Já as chapas da base, foram consideradas com um índice de 40% menos dificuldade se comparada às chapas do costado.

Tabela 3 – Tabela de índices de produtividade

<b>ETAPA CALDEIRARIA</b>		
<b>Etapa</b>	<b>Produtividade</b>	<b>Fonte</b>
Montagem/Soldagem do Anel	90 Hh / T	SIMONSEN (2004)
Montagem Base - Chapas	64 Hh / T	ALMEIDA (2006)
Montagem Teto – Estrutura (colunas e vigas)	30 Hh / T	ALMEIDA (2006)
Montagem Teto – Chapas Lisa	0,214 Hh / kg	ALMEIDA (2006)
Pintura Interna / Externa	2 Hh / m <sup>2</sup>	ALMEIDA (2006)
<b>ETAPA CIVIL</b>		
<b>Etapa</b>	<b>Produtividade</b>	<b>Fonte</b>
Escavação	5,6 m <sup>3</sup> / dia	AVAL
Formas/Aço	6,4 m <sup>2</sup> / dia	AVAL

Fonte: Elaborada pela autora.

Com esses índices, foi possível a montagem dos pacotes de trabalho. Os pacotes foram montados a partir dos quantitativos e dos índices de produtividade. Com isso, foi possível estimar a duração de cada atividade e a sua mão de obra referente. Na Tabela 4, tem-se um resumo das atividades e de suas durações. Todos os pacotes constam detalhadamente no Apêndice D.

Tabela 4 – Resumo dos pacotes de trabalho

LOCAL	PROCESSO	DURAÇÃO (dias)
TETO	Coluna central, coluna poligonal e chapa	5
	Vigas, chapas e tirantes	4
	Teto Trecho 01	8
	Teto Trecho 02	9
	Teto Trecho 03	8
COSTADO	Montagem 6º Anel 1/2	4
	Montagem 6º Anel 2/2	5
	Montagem 5º Anel 1/2	4
	Montagem 5º Anel 2/2	5
	Montagem 4º Anel 1/2	6
	Montagem 4º Anel 2/2	7
	Montagem 3º Anel 1/2	8
	Montagem 3º Anel 2/2	8
	Montagem 2º Anel 1/2	12
	Montagem 2º Anel 2/2	10
	Montagem 1º Anel 1/2	7
	Montagem 1º Anel 2/2	14
BASE	Base Trecho 01	3
	Base Trecho 02	5
	Base Trecho 03	3
FUNDAÇÃO	Sapata 1 - Escavação	2
	Sapata 1 - fôrma, armadura e concreto	1
	Sapata 2 - Escavação	2
	Sapata 2 - fôrma, armadura e concreto	1
	Sapata 3 - Escavação	2
	Sapata 3 - fôrma, armadura e concreto	1
	Anel - Escavação	10
	Anel - fôrma, armadura e concreto	2

Fonte: Elaborada pela autora.

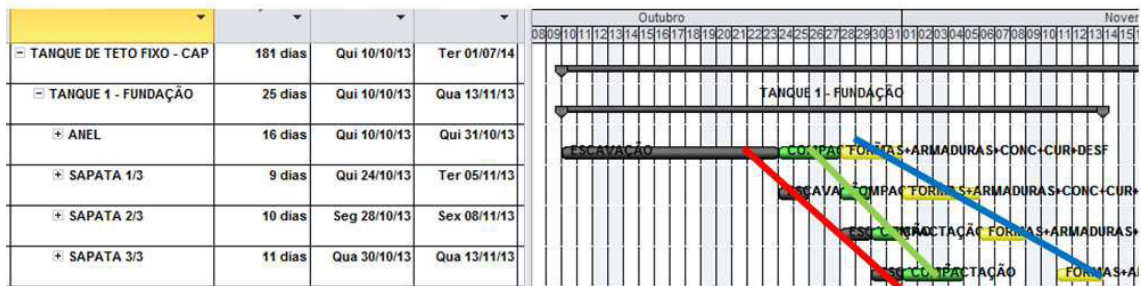
#### 4.5.2 Montagem das Linhas de Balanço

O passo seguinte foi desenhar a LOB utilizando o programa *Microsoft Office Project*. Foram elaboradas duas situações, e nomeadas por LOB 1T e LOB 3T. A LOB 1T foi elaborada para a construção de apenas 1 tanque de armazenamento, retratando o caso exposto na Petrobras/Lubnor. Na LOB 3T, tem-se a elaboração da LOB para a construção de três tanques. Em ambos os casos as unidades de repetição foram consideradas as mesmas da EAP. As duas LOB constam nos Apêndices E e F.



Na LOB 1T, pode ser visto que a parte de fundação do tanque possui um fluxo rítmico de linhas de produção, conforme Figura 19. A continuidade das atividades de escavação (linha vermelha), de compactação (linha verde) e de forma, de concretagem e de desforma (linha azul) é garantida, de forma que cada equipe possui o seu fluxo, sem interrupções, com ritmos constantes. Existiu a preocupação de que as atividades não se cruzassem. Assim, é possível diminuir os ciclos de atividades mais lentas, a fim de não deixar equipes paradas esperando, por exemplo, por liberação de serviços ou por parada de equipamentos. Na parte de montagem, cada anel foi separado em duas partes, conforme Figura 20 (linha vermelha). Desse modo, a equipe de montagem foi reduzida.

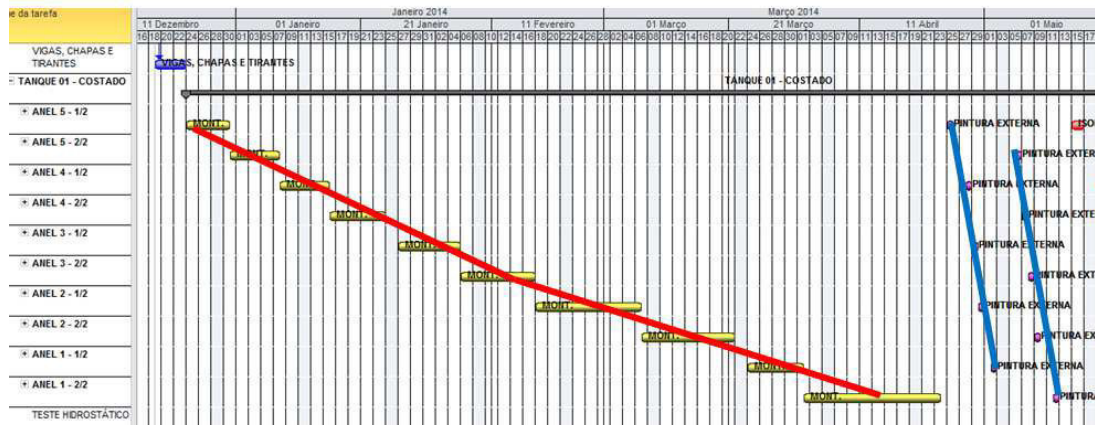
Figura 19 – LOB 1T – Etapa de Fundação



Fonte: Elaborada pela autora.

A etapa de pintura e de isolamento térmico os anéis também foram separados em 2 partes. Dessa forma, foi preciso montar os andaimes para executar o serviço, apenas uma vez, economizando, assim, esse tempo de montagem.

Figura 20 – LOB 1T – Etapa de Montagem dos Anéis

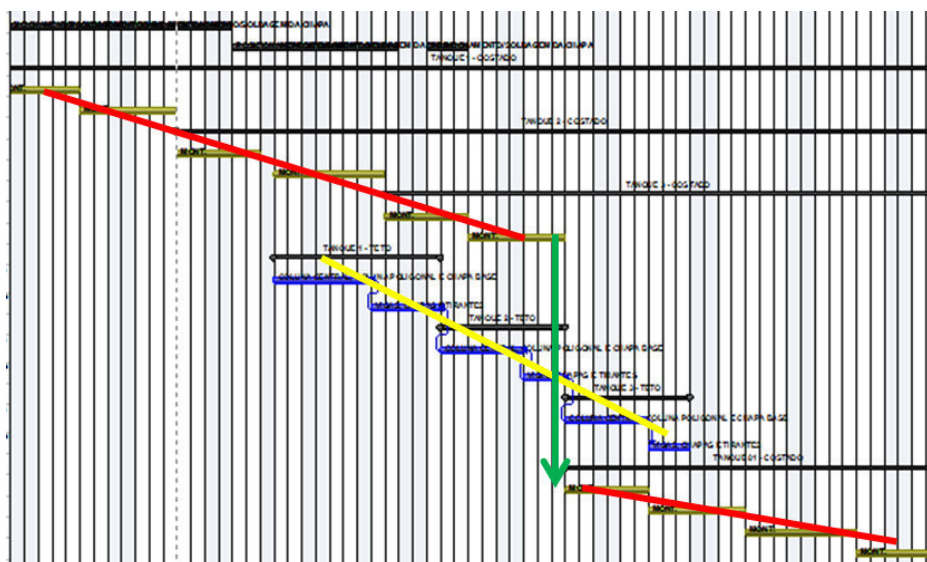


Fonte: Elaborada pela autora.

Já na LOB 3T, o aproveitamento de equipes é mais intenso. Nesse caso, é possível aproveitar equipes de um tanque para o outro. Por exemplo, a montagem do teto, que antes não era uma unidade de repetição, passou a ser (Figura 21 – linha amarela), já que esta LOB possui 3 tanques. Outra atividade importante que passou a ser contínua é o teste hidrostático, que, dessa forma, traz o aproveitamento da equipe como também, inclusive, o da água utilizada nos testes para os 3 tanques. Dessa forma, percebeu-se que o fluxo contínuo é mantido por mais tempo, logo, os benefícios serão maiores. Assim, consegue-se simular várias estratégias dos serviços adotados, de forma a analisar a melhor possibilidade para a obra, conforme simulação na Figura 21 e na Figura 22.

Na Figura 21, tem-se a montagem dos anéis representada pela linha vermelha, onde inicialmente são montados os últimos anéis de cada tanque e depois essa equipe é aproveitada para o restante da montagem do primeiro tanque. Para essa análise, pode-se observar, por exemplo, a alteração na quantidade de equipes, possibilitando o aproveitamento da mão de obra, ou o ritmo da obra. É possível perceber o aproveitamento completo de equipes. Diferente do que seria, caso a construção fosse realizada em série.

Figura 21 – LOB 3T – Etapa Montagem dos Anéis e do Teto

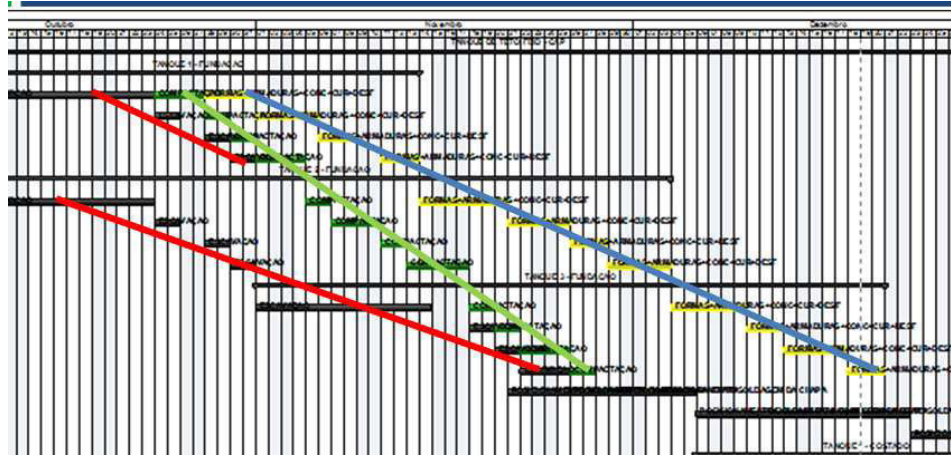


Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 22 representa a etapa de fundação dos 3 tanques. A linha vermelha representa a atividade de escavação, a linha verde a de compactação e a linha azul a de forma, de concretagem e de desforma. Com a utilização da ferramenta da LOB, podem ser feitas simulações referentes à melhor situação que cause o menor tempo sem nada acontecer entre

duas atividades. Nesse caso, optou-se por 2 equipes de escavação, pois caso o contrário, iria existir um *gap* entre os serviços.

Figura 22 – LOB 3T – Etapa Fundação



Fonte: Elaborada pela autora.

## **5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES**

### **5.1 Considerações Iniciais**

Foram analisados os planejamentos realizados pelo método da LOB neste estudo. A seguir, foram comparadas as vantagens e as desvantagens de cada método.

### **5.2 Conclusões**

Existem poucas referências bibliográficas sobre os conceitos teóricos da LOB com foco na área industrial. O motivo principal é porque o método foi criado para obras que tenham uma unidade repetitiva. Então, a aplicação do conceito do método da LOB pode ser viável em obras industriais, desde que se encontre uma unidade de repetição que justifique sua utilização. A maior dificuldade encontrada é que as atividades das unidades de repetição são diferentes umas das outras, sendo talvez este o motivo de sua pouca utilização neste segmento da construção.

Encontrada a unidade de repetição, o uso da LOB na estrutura estudada agrega relevantes melhorias no desempenho. O gerenciamento da obra é facilitado pela forma visual como este é apresentado, provocando uma interpretação fácil e rápida do planejamento da obra. Além disso, essa ferramenta fornece uma transparência da sequência dos serviços. Dessa forma, a continuidade das tarefas é estimulada, ou seja, não existe a mesma atividade a decorrer em diferentes localizações ao mesmo tempo. É importante considerar, também, que essa divisão de equipes para cada atividade proporciona um aumento na produtividade das mesmas, pois os lotes em que elas atuam são similares e com repetição constante. Assim, o entendimento do serviço torna-se cada vez maior e melhor. Logo, surge o que é chamado de efeito aprendizagem.

É preciso lembrar que a eficiência do sistema proposto será diferente para cada tipo de tanque. Isso acontece devido às particularidades existentes em cada tipo de tanque de armazenamento, já que estas são influenciadas pelo tipo de combustível que estes armazenam, pelo tamanho e pela localização do tanque.

### 5.3 Sugestões para próximos trabalhos

Tendo em vista os estudos realizados e os resultados obtidos, foram selecionadas sugestões para elaboração de novos trabalhos. Dessa forma, poderá ser dada continuidade a esse estudo, agregando valor ao tema apresentado. São sugeridos os seguintes temas para estudos futuros:

- a) Analisar se o método adotado é viável financeiramente no quesito quantidade de equipamentos solicitados para a execução do projeto, *e.g.*, quantidade de macacos hidráulicos caso fosse construído mais de 1 tanque em paralelo;
- b) Ampliar o número de atividades da LOB desse estudo de caso, *e.g.*, incluir etapas de construção de acessórios dos tanques;
- c) Coletar a produtividade real dos trabalhadores da construção da indústria do petróleo;
- d) Testar a aplicabilidade do método da LOB em outras obras industriais presentes em refinarias;
- e) Testar a aplicabilidade do método da LOB em outros tipos de tanques ou com outro método construtivo;
- f) Comparar o método da LOB com o método do Gráfico de Gantt.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis**. Rio de Janeiro: ANP, 2013

ALMEIDA, J. **Técnicas de planejamento e controle**. Rio Grande: FURG – CTI, 2006.

ALVES, L. F. F. L. **Tanques de armazenamento em concreto protendido para petróleo, derivados e biocombustíveis**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API). **API STD 650/2007: Welded Tanks for Oil Storage**. 2011.

**Apostila Montagem**. Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/81614887/Capitulo-18-Montagem>>. Acesso em: 1 out. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7821: tanques soldados para armazenamento de petróleo e derivados: procedimento**. Rio de Janeiro, 1983.

BARROS, S. M. **Tanques de Armazenamento**. Rio de Janeiro: Petrobras, 1998.

BULHÕES, I. R; FORMOSO, C. T. O papel do planejamento e controle da produção em obras de tipologias diferentes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4., 2005, Porto Alegre. **Anais**.

CARNEIRO, R. M. **Proposta de método de gerenciamento de projetos baseado em escopo e comunicação: Estudo de caso em uma empresa de perfuração de poços de petróleo offshore**. Projeto de Pós Graduação – MBA em Gerenciamento de Projetos. Niterói: UFF, 2009.

COMISSÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **N-270: Projeto de tanque de armazenamento atmosférico**. 2010.

COSTA, O. Inspeção de tanques de armazenamento. 2011. **Apostila.**

Empire State Building. Formato PDF. Disponível em <[http://www.mosaicprojects.com.au/WhitePapers/WP1021\\_LOB.pdf](http://www.mosaicprojects.com.au/WhitePapers/WP1021_LOB.pdf)>. Acesso em: 30 set. 2013.

FERRAZ, J. L. M. *et al.* Um modelo para o planejamento e controle de obras: a transição de um processo de racionalização tecnológica e administrativa para um ambiente de produção enxuta. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4., 2005, Porto Alegre. **Anais...**

GEHBAUER, F. *et al.* **Planejamento e gestão de obras:** um resultado prático da cooperação técnica Brasil – Alemanha. Curitiba: CEFET-PR, 2002.

ICHIHARA, J. A. A base filosófica da Linha de Balanço. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1997. **Anais.**

ICHIHARA, J. A. **Um método de solução heurístico para a programação de edifícios dotados de múltiplos pavimentos-tipo.** Tese de Doutorado – Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 1998.

LIMMER, C. V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1996.

MATOS, A. O. **Estudo do planejamento em linha de balanço de uma obra em paredes-paineis com aplicações de princípios da construção enxuta.** Salvador: UFBA, 2006.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras.** 1. ed. São Paulo: Pini, 2010. 420 p. ISBN 9878-8S-7266-223-9.

MAZIERO, L. T. P. **Aplicação do conceito do método da linha de balanço no planejamento de obras repetitivas:** Um levantamento das decisões fundamentais para sua aplicação. Florianópolis: UFSC, 1990.

MENDES JUNIOR, R. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos**. Tese de Doutorado – Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 1999.

MENDES JUNIOR, R.; HEINECK, L. F. M. Dados básicos para programação de edifícios com linha de balanço: estudos de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. **Anais...**

MENDES JUNIOR, R. HEINECK, L. F. M. Roteiro para Programação da Produção com Linha de Balanço em Edifícios Altos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1997, Florianópolis. **Anais...**

OLIVEIRA, A. C. C., RESENDE, S. R., VILLAR, A. M. Implementação da programação PERT no processp de desenvolvimento de software personalizado. In: Simpósio de Engenharia da Produção da Região Nordeste, 3., 2008, Bahia. **Anais**.

PRADO, R. L. **Aplicação e Acompanhamento da programação de obras de múltiplos pavimentos utilizando a técnica da Linha de Balanço**. Dissertação de Mestrado – Engenharia Civil. Florianópolis: UFSC: 2002.

PETROBRAS/LUBNOR. [Arquivo Petrobras/Lubnor]. Fortaleza, 2013.

PINHEIRO, M. B. **Considerações Gráficas sobre a ligação entre a linha de balanço e o sistema Toyota de produção**. Monografia – Engenharia Civil. Fortaleza: UFC, 2009.

Project Management Institute. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (guia PMBOK)**. PMI, 2008.

ROCHA, A. L. **Aplicação do Método da Lean Construction no planejamento de empreendimentos imobiliários residenciais**. Monografia – Engenharia Civil. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2009.

RYDLEWSKI, C. Ação: A incrível trajetória do furacão Foster, um fenômeno meteorológico que está sacudindo a poeira da maior empresa do Brasil. **Revista Época Negócios**, São Paulo, n. 69, p. 80-97, nov. 2012.



SCHMITT, C. M. Programação e controle de obras. **Apostila**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992.

SCHRAMM, F. K. **Projeto de Sistemas de Produção na Construção Civil Utilizando Simulação Computacional como ferramenta de Apoio a tomada de decisão**. Tese Doutorado – Engenharia Civil. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

SIMONSEN, O. **Aumento da produtividade das empresas de construção e montagem com vistas à melhoria da competitividade da indústria nacional**. ABEMI, 2004.

SLACK, N.; JOHNSTON, R.; CHAMBERS, S. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUSA, H.; MONTEIRO, A. Linha de Balanço: Uma nova abordagem ao planejamento e controlo na construção. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO, 2., 2011, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. **Anais**.

XAVIER, C. M. S. *et al.* **Metodologia de Gerenciamento de projetos**: Methodware. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

**APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA APLICADA AO SETOR DE  
PLANEJAMENTO DA PETROBRAS/LUBNOR**

- 1) Quais são os métodos de planejamento utilizados nas obras de uma refinaria?
- 2) O método da Linha de Balanço (LOB) é utilizado para o planejamento de obras de uma refinaria? Caso não, por quê?
- 3) As obras na refinaria sofrem muitos atrasos? Quais são os principais fatores que levam a esses atrasos? A falta de planejamento prévio é uma das causas?
- 4) Os índices de produtividade dos operários/máquinas são coletados em campo pela refinaria? Se sim, esses índices são utilizados na hora de fazer o planejamento das obras da refinaria?
- 5) Quantos tanques de armazenamento, normalmente, uma refinaria possui?
- 6) É comum a construção de um único tanque de armazenamento?
- 7) É comum a construção de vários tanques de armazenamento, ao mesmo tempo? Se sim, quantos tanques são construídos ao mesmo tempo?
- 8) É comum a utilização de macacos elétricos na montagem de tanques, de forma que: primeiro monta-se o último anel e o teto montado nesse anel, eleva-se com os macacos esse último anel e o teto. Logo após, monta-se o penúltimo anel, que depois da montagem é elevado pelos macacos e então é montado o antepenúltimo anel e assim por diante?
- 9) Quanto tempo, em média, dura a construção de um tanque de armazenamento, com capacidade média de 5.000m<sup>3</sup>? Quanto tempo dura a construção de um parque de tanques?
- 10) Qual é o tipo de fundação mais comum para esses tanques? Caso o tipo de fundação seja estaca, quantas estacas, em média, uma fundação de um tanque possui?
- 11) Qual é a altura e o comprimento dos anéis de um tanque de armazenamento - qual é o tamanho comercial desses anéis?

## APÊNDICE B – QUANTITATIVOS DO TANQUE

Chapas do Teto							
Descrição	Dimensão (m)		Área (m <sup>2</sup> )	Espessura	Qdade	Peso total (kg)	Peso de cada chapa (kg)
Chapa 01	5,98	1,79	10,7042	3/16"	9	3661	406,777778
Chapa 02	5,629	1,79	10,07591	3/16"	2	766	383
Chapa 03	5,219	1,79	9,34201	3/16"	4	1420	355
Chapa 04	2,612	1,79	4,67548	3/16"	4	711	177,75
Chapa 05	5,953	1,79	10,65587	3/16"	2	806	403
Chapa 06	2,905	1,79	5,19995	3/16"	2	395	197,5
Chapa 07	2,45	1,79	4,3855	3/16"	4	616	154
Chapa 08	2,271	1,79	4,06509	3/16"	2	309	154,5
Chapa 09	2,506	1,79	4,48574	3/16"	4	649	162,25

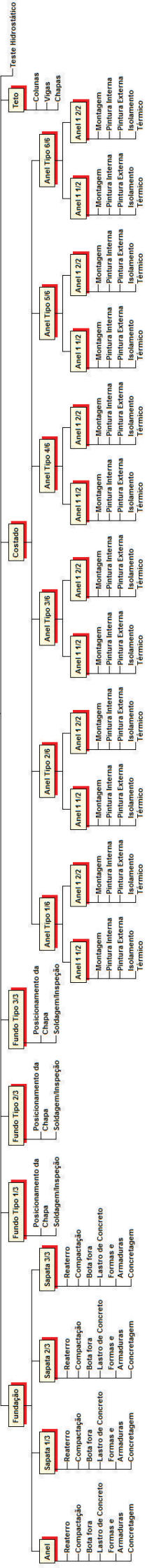
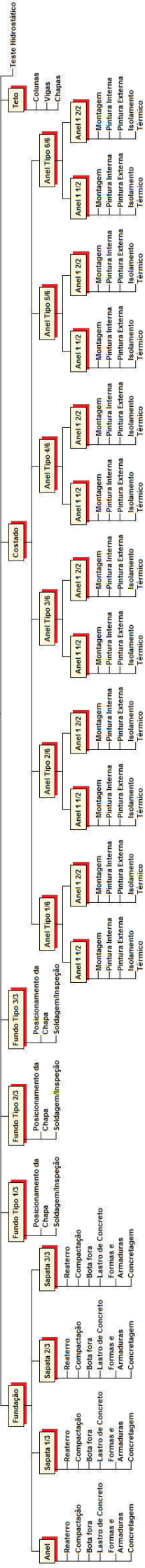
Chapas do Fundo							
Descrição	Dimensão (m)		Área (m <sup>2</sup> )	Espessura	Qdade	Peso (kg) total	Peso de cada chapa (kg)
Chapa 01	2,44	12	29,28	1/4"	1	1460	1460
Chapa 02	2,44	2,074	5,06056	1/4"	2	504	252
Chapa 03	2,44	7,667	18,70748	1/4"	4	3730	932,5
Chapa 04	2,44	4,082	9,96008	1/4"	2	993	496,5
Chapa 05	2,44	4,082	9,96008	1/4"	4	1986	496,5
Chapa 06	2,44	3,309	8,07396	1/4"	4	1610	402,5
Chapa 07	1,58	0,944	1,49152	1/4"	4	297	74,25
Chapa 08	5,354	1,101	5,894754	5/16"	9	3303	367
Chapa 09	5,354	0,924	4,947096	5/16"	1	308	308
Chapa 10	0,5	0,5	0,25	1/2"	3	75	25

Chapas do Costado							
Descrição	Dimensão (m)		Área (m <sup>2</sup> )	Espessura	Qdade	Peso (kg) total	Peso de cada chapa (kg)
Chapa 01	2,405	5,96	14,3338	1/4"	1	708	708
Chapa 02	2,405	12	28,86	1/4"	2	2851	1425,5
Chapa 03	2,405	12	28,86	1/4"	1	1425	1425
Chapa 04	2,44	5,96	14,5424	1/4"	1	718	718
Chapa 05	2,44	12	29,28	1/4"	4	5785	1446,25
Chapa 06	2,44	5,97	14,5668	3/8"	1	1085	1085
Chapa 07	2,44	12	29,28	3/8"	3	6542	2180,666667
Chapa 08	2,44	12	29,28	3/8"	1	2181	2181
Chapa 09	2,44	12	29,28	1/2"	4	11478	2869,5
Chapa 10	2,44	5,98	14,5912	1/2"	1	1430	1430
Chapa 11	2,44	5,99	14,6156	5/8"	1	1833	1833
Chapa 12	2,44	12	29,28	5/8"	3	11019	3673
Chapa 14	2,44	2,67	6,5148	5/8"	1	817	817
Chapa 15	2,44	12	29,28	5/8"	1	3673	3673
Chapa 16	2,44	12	29,28	5/8"	1	3673	3673
Chapa 17	2,44	12	29,28	5/8"	1	3673	3673
Chapa 18	2,405	12	28,86	1/4"	1	1425	1425
Chapa 19	2,44	12	29,28	5/8"	1	3673	3673
Chapa 20	2,44	12	29,28	5/8"	1	3673	3673
Chapa 21	2,44	3,32	8,1008	5/8"	1	1016	1016

Fundação - Sapata							
Descrição	Dimensão (m)		Área (m <sup>2</sup> )	Espessura	Volume	Área Forma	Área Escavação
Sapata 01	1,6	1,6	2,56	0,45	1,152	2,88	6,83
Sapata 02	1,6	1,6	2,56	0,45	1,152	2,88	6,83
Sapata 03	1,6	1,6	2,56	0,45	1,152	2,88	6,83
Anel	17,17	0,8	13,736	0,35	4,8076	10,78	14,93

**APÊNDICE C – ESTRUTURA ANALÍTICA COMPLETA DO PROJETO**

**Tanque de Armazenamento**



## APÊNDICE D – PACOTES DE TRABALHO

ATIVIDADE:		MONTAGEM ANEL				
Processo	Quant. Serviço	Produtividade 1 Operário/dia		Dias p/ 1 operário	Profissionais por equipes	
					8	
					Dias calculados	Dias Adotados
Montagem 6° Anel 1/2	2850,5	97,78	kg	29,15284	3,64	4
Montagem 6° Anel 2/2	3558,5	97,78	kg	36,39375	4,55	5
Montagem 5° Anel 1/2	2892,5	97,78	kg	29,58239	3,70	4
Montagem 5° Anel 2/2	3610,5	97,78	kg	36,92557	4,62	5
Montagem 4° Anel 1/2	4361,67	97,78	kg	44,60795	5,58	6
Montagem 4° Anel 2/2	5446,33	97,78	kg	55,70114	6,96	7
Montagem 3° Anel 1/2	5739	97,78	kg	58,69432	7,34	8
Montagem 3° Anel 2/2	7169	97,78	kg	73,31932	9,16	8
Montagem 2° Anel 1/2	9179	97,78	kg	93,87614	11,73	12
Montagem 2° Anel 2/2	7346	97,78	kg	75,12955	9,39	10
Montagem 1° Anel 1/2	5506	97,78	kg	56,31136	7,04	7
Montagem 1° Anel 2/2	11019	97,78	kg	112,6943	14,09	14
<b>Total Dias Úteis</b>				702,3886	87,79857955	90

ATIVIDADE:		MONTAGEM TETO				
Processo	Quant. Serviço	Produtividade 1 Operário/dia		Dias p/ 1 operário	Profissionais por equipes	
					10	
					Dias calculados	Dias Adotados
Coluna central, coluna poligonal e chapa base	9507,8	193,00	kg	49,26321	4,93	5
Vigas, chapas e tirantes	6098,9	193,00	kg	31,60052	3,16	4
<b>Total Dias Úteis</b>				80,86373	8,086373057	9

ATIVIDADE:		MONTAGEM CHAPAS TETO				
Processo	Quant. Serviço	Produtividade 1 Operário/dia		Dias p/ 1 operário	Profissionais por equipes	
					10	
					Dias calculados	Dias Adotados
Teto Trecho 01	3065,56	41,12	kg	74,55145	7,46	8
Teto Trecho 01	3510,89	41,12	kg	85,38154	8,54	9
Teto Trecho 01	3065,56	41,12	kg	74,55145	7,46	8
<b>Total Dias Úteis</b>				234,4844	23,44844358	25

ATIVIDADE:		MONTAGEM CHAPAS BASE				
Processo	Quant. Serviço	Produtividade 1 Operário/dia		Dias p/ 1 operário	Profissionais por equipes	
					10	
					Dias calculados	Dias Adotados
Base Trecho 01	3544	137,50	kg	25,77455	2,58	3
Base Trecho 02	7103	137,50	kg	51,65818	5,17	5
Base Trecho 03	3544	137,50	kg	25,77455	2,58	3
<b>Total Dias Úteis</b>				103,2073	10,32072727	11

ATIVIDADE:		FUNDAÇÃO SAPATA / ANEL				
Processo	Quant. Serviço	Produtividade 1 Operário/dia		Dias p/ 1 operário	Profissionais por equipes	
					2	
					Dias calculados	Dias Adotados
Sapata 1 - Escavação	20,49	5,60	m³	3,658929	1,83	2
Sapata 1 - fôrma, armadura e concreto	12,096	6,40	m³	1,89	0,95	1
Sapata 2 - Escavação	13,66	5,60	m³	2,439286	1,22	2
Sapata 2 - fôrma, armadura e concreto	8,064	6,40	m³	1,26	0,63	1
Sapata 3 - Escavação	20,49	5,60	m³	3,658929	1,83	2
Sapata 3 - fôrma, armadura e concreto	12,096	6,40	m³	1,89	0,95	1
Anel - Escavação	104,93	5,60	m³	18,7375	9,37	10
Anel - fôrma, armadura e concreto	15,5876	6,40	m³	2,435563	1,22	2
<b>Total Dias Úteis</b>				14,79714	17,99	21

**APÊNDICE E – LINHA DE BALANÇO: LOB 1T**

# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 1T

Id	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Outubro																															
					09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09
1	TANQUE DE TETO FIXO - CAP	181 dias	Qui 10/10/13	Ter 01/07/14	TANQUE DE TETO FIXO - CAP																															
2	TANQUE 1 - FUNDAÇÃO	25 dias	Qui 10/10/13	Qua 13/11/13	TANQUE 1 - FUNDAÇÃO																															
3	ANEL	16 dias	Qui 10/10/13	Qui 31/10/13	ESCAVAÇÃO																															
7	SAPATA 1/3	9 dias	Qui 24/10/13	Ter 05/11/13	ESCAVAÇÃO																															
11	SAPATA 2/3	10 dias	Seg 28/10/13	Sex 08/11/13	ESCAVAÇÃO																															
15	SAPATA 3/3	11 dias	Qua 30/10/13	Qua 13/11/13	ESCAVAÇÃO																															
19	TANQUE 1 - FUNDO	11 dias	Qui 14/11/13	Sex 29/11/13	ESCAVAÇÃO																															
20	FUNDO 1/3	3 dias	Qui 14/11/13	Ter 19/11/13	ESCAVAÇÃO																															
22	FUNDO 2/3	5 dias	Qua 20/11/13	Ter 26/11/13	ESCAVAÇÃO																															
24	FUNDO 3/3	3 dias	Qua 27/11/13	Sex 29/11/13	ESCAVAÇÃO																															
26	TANQUE 1 - COSTADO	122 dias	Seg 02/12/13	Qui 29/05/14	ESCAVAÇÃO																															
27	ANEL 6 - 1/2	111 dias	Seg 02/12/13	Qua 14/05/14	ESCAVAÇÃO																															
31	ANEL 6 - 2/2	118 dias	Sex 06/12/13	Qui 29/05/14	ESCAVAÇÃO																															
35	TANQUE 1 - TETO	7 dias	Sex 13/12/13	Seg 23/12/13	ESCAVAÇÃO																															
36	COLUNA CENTRAL, COLUNA POLIGONAL E CHAPA BASE	4 dias	Sex 13/12/13	Qua 18/12/13	ESCAVAÇÃO																															
37	VIGAS, CHAPAS E TIRANTES	3 dias	Qui 19/12/13	Seg 23/12/13	ESCAVAÇÃO																															
38	TANQUE 01 - COSTADO	129 dias	Ter 24/12/13	Ter 01/07/14	ESCAVAÇÃO																															
39	ANEL 5 - 1/2	97 dias	Ter 24/12/13	Sex 16/05/14	ESCAVAÇÃO																															
43	ANEL 5 - 2/2	104 dias	Ter 31/12/13	Seg 02/06/14	ESCAVAÇÃO																															
47	ANEL 4 - 1/2	90 dias	Qua 08/01/14	Ter 20/05/14	ESCAVAÇÃO																															
51	ANEL 4 - 2/2	95 dias	Qui 16/01/14	Qua 04/06/14	ESCAVAÇÃO																															
55	ANEL 3 - 1/2	79 dias	Seg 27/01/14	Qui 22/05/14	ESCAVAÇÃO																															
59	ANEL 3 - 2/2	82 dias	Qui 06/02/14	Sex 06/06/14	ESCAVAÇÃO																															
63	ANEL 2 - 1/2	65 dias	Ter 18/02/14	Seg 26/05/14	ESCAVAÇÃO																															
67	ANEL 2 - 2/2	64 dias	Sex 07/03/14	Ter 10/06/14	ESCAVAÇÃO																															
71	ANEL 1 - 1/2	45 dias	Seg 24/03/14	Qua 28/05/14	ESCAVAÇÃO																															
75	ANEL 1 - 2/2	49 dias	Qua 02/04/14	Qui 12/06/14	ESCAVAÇÃO																															
79	TESTE HIDROSTÁTICO	13 dias	Sex 13/06/14	Ter 01/07/14	ESCAVAÇÃO																															

Tarefa  
Resumo  
Resumo do projeto  
Agrupar por resumo  
ESCAVAÇÃO

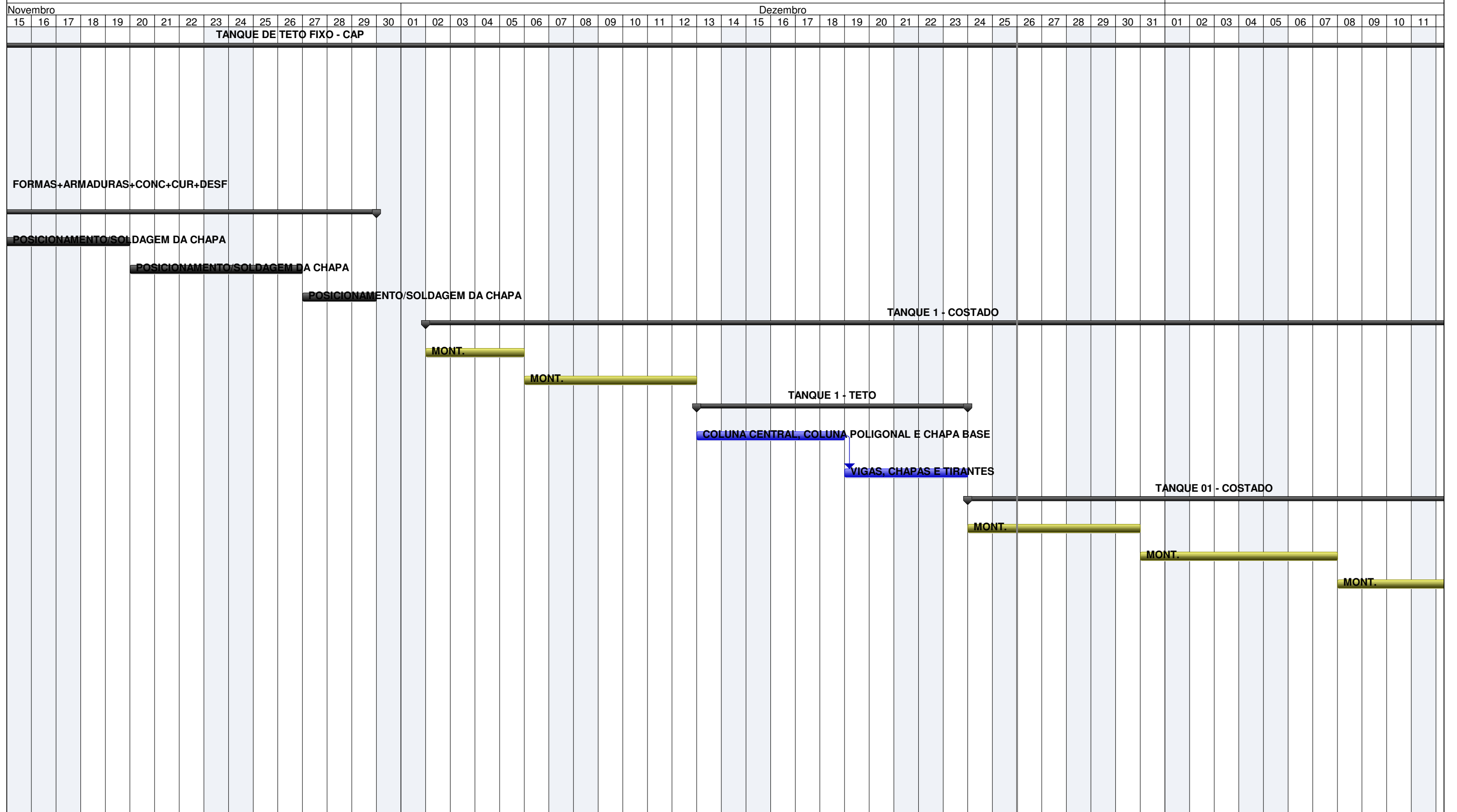
- COMPACTAÇÃO
- FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA
- PINTURA EXTERNA
- MONTAGEM DE ANEIS
- ISOLAMENTO TÉRMICO

- COLUNA CENTRAL, COLUNA POLIGONAL E CHAPA BASE
- VIGAS, CHAPAS E TIRANTES
- TESTE HIDROSTÁTICO
- Resumo Manual

- 
- 
- 
-



# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 1T

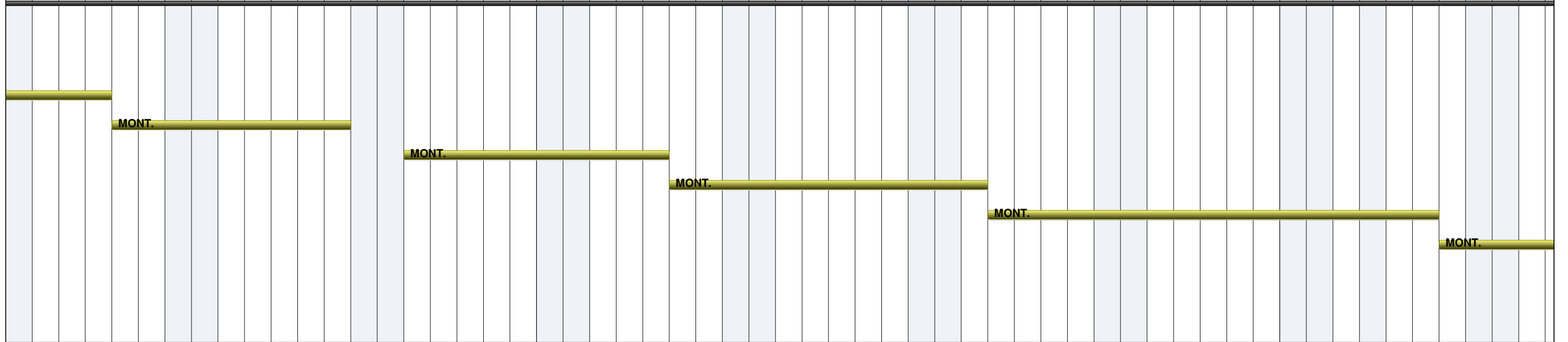
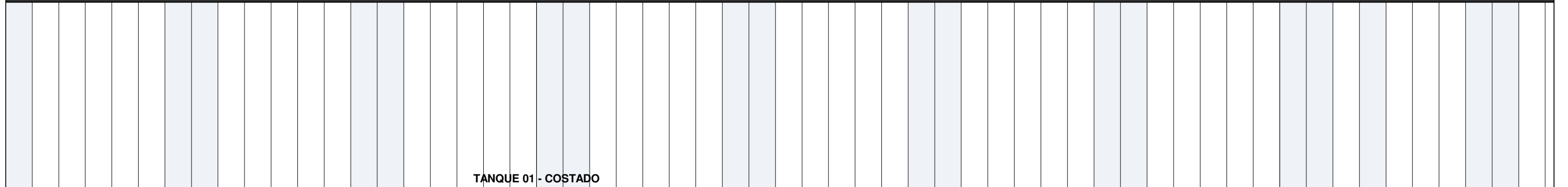
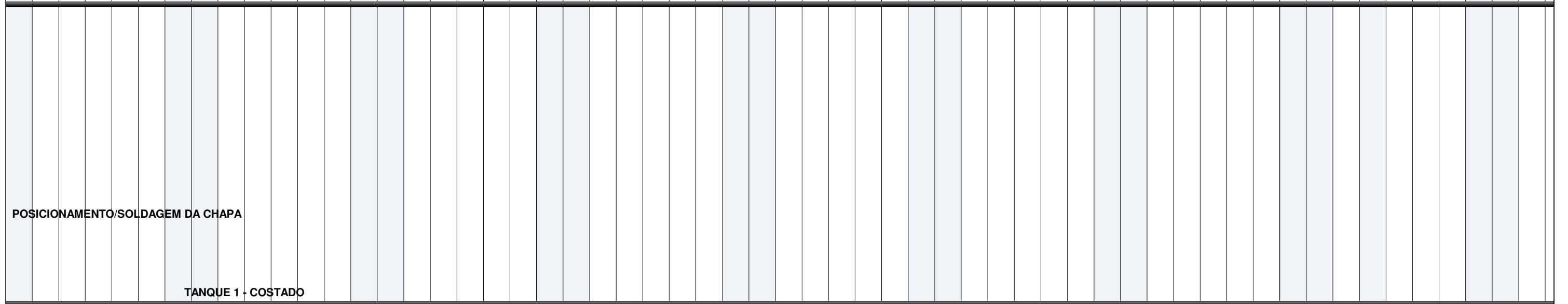


Tarefa		COMPACTAÇÃO		COLUNA CENTRAL, COLUNA POLIGONAL E CHAPA BASE	
Resumo		FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA		VIGAS, CHAPAS E TIRANTES	
Resumo do projeto		PINTURA EXTERNA		TESTE HIDROSTÁTICO	
Agrupar por resumo		MONTAGEM DE ANEIS		Resumo Manual	
ESCAVAÇÃO		ISOLAMENTO TÉRMICO			

# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 1T

Janeiro														Fevereiro																																											
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10

**TANQUE DE TETO FIXO - CAP**

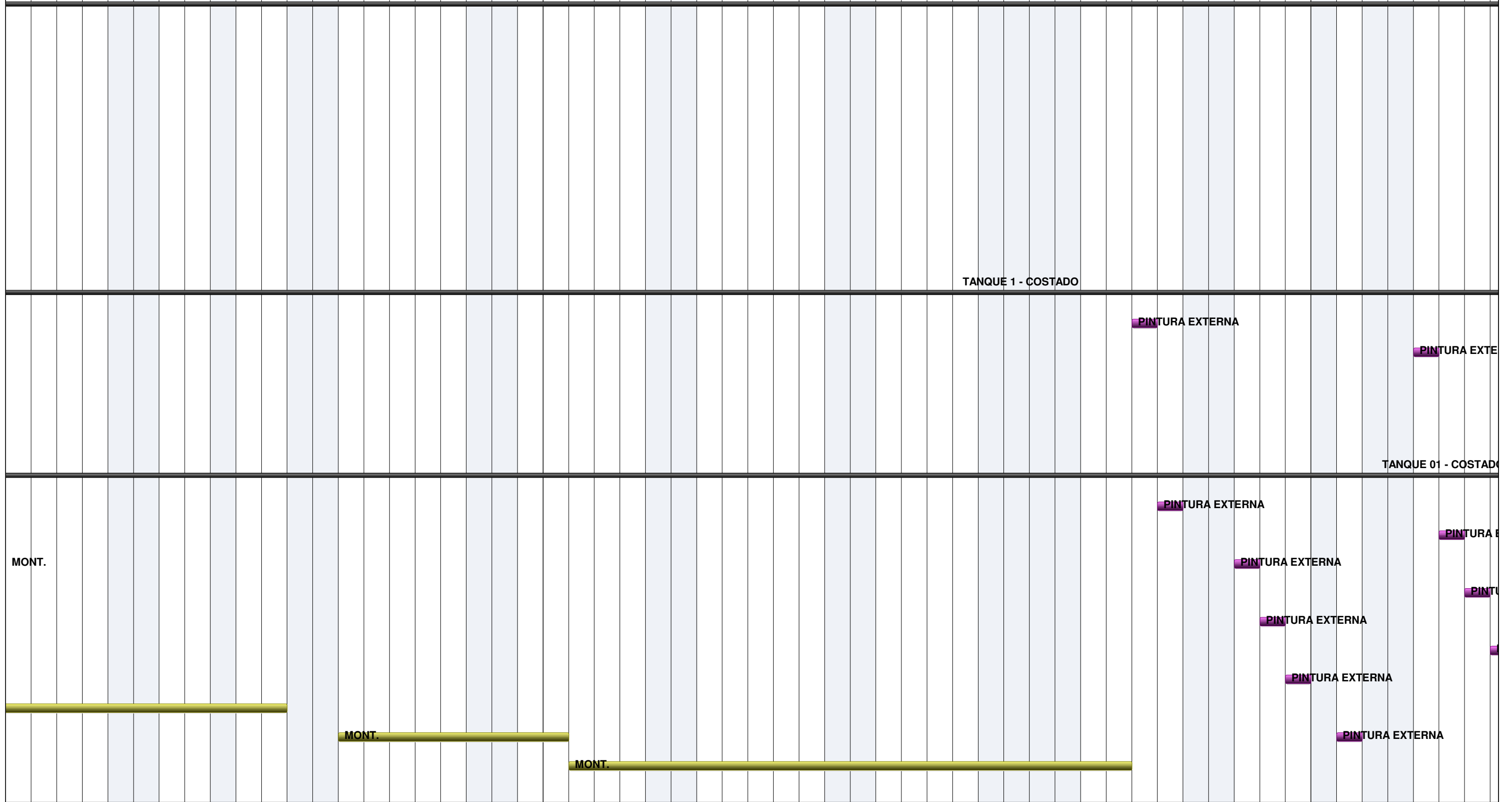


- Tarefa
- Resumo
- Resumo do projeto
- Agrupar por resumo
- ESCAVAÇÃO

	COMPACTAÇÃO		COLUNA CENTRAL, COLUNA POLIGONAL E CHAPA BASE	
	FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA		VIGAS, CHAPAS E TIRANTES	
	PINTURA EXTERNA		TESTE HIDROSTÁTICO	
	MONTAGEM DE ANEIS		Resumo Manual	
	ISOLAMENTO TÉRMICO			

# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 1T

Março															Abril																																										
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	01	02	03	04	05	06	07



Tarefa Resumo Resumo do projeto Agrupar por resumo ESCAVAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black;"></span> COMPACTAÇÃO</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></span> FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></span> PINTURA EXTERNA</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></span> MONTAGEM DE ANEIS</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: black; border: 1px solid black;"></span> ISOLAMENTO TÉRMICO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black;"></span> COLUNA CENTRAL, COLUNA POLIGONAL E CHAPA BASE</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> VIGAS, CHAPAS E TIRANTES</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black;"></span> TESTE HIDROSTÁTICO</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: olive; border: 1px solid black;"></span> Resumo Manual</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black;"></span></li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black;"></span></li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black;"></span></li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></span></li> </ul>
--	--	---	---

# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 1T

2014

Maio															Junho																																										
08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	01	02	03	04

TANQUE DE TETO FIXO - CAP

TANQUE 1 - COSTADO

ISOLAMENTO TÉRMICO

ISOLAMENTO TÉRMICO

PINTURA EXTERNA

TANQUE 01 - COSTADO

ISOLAMENTO TÉRMICO

ISOLAMENTO TÉRMICO

PINTURA EXTERNA

ISOLAMENTO TÉRMICO

PINTURA EXTERNA

ISOLAMENTO TÉRMICO

ISOLAMENTO TÉRMICO

PINTURA EXTERNA

ISOLAMENTO TÉRMICO

ISOLAMENTO TÉRMICO

MONTAGEM DE ANEIS















ISOLAMENTO TÉRMICO

ISOLAMENTO TÉRMICO

PINTURA EXTERNA

ISOLAMENTO TÉRMICO

TESTE HIDROSTÁTICO

Tarefa		COMPACTAÇÃO		COLUNA CENTRAL, COLUNA POLIGONAL E CHAPA BASE	
Resumo		FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA		VIGAS, CHAPAS E TIRANTES	
Resumo do projeto		PINTURA EXTERNA		TESTE HIDROSTÁTICO	
Agrupar por resumo		MONTAGEM DE ANEIS		Resumo Manual	
ESCAVAÇÃO		ISOLAMENTO TÉRMICO			

**APÊNDICE F – LINHA DE BALANÇO: LOB 3T**

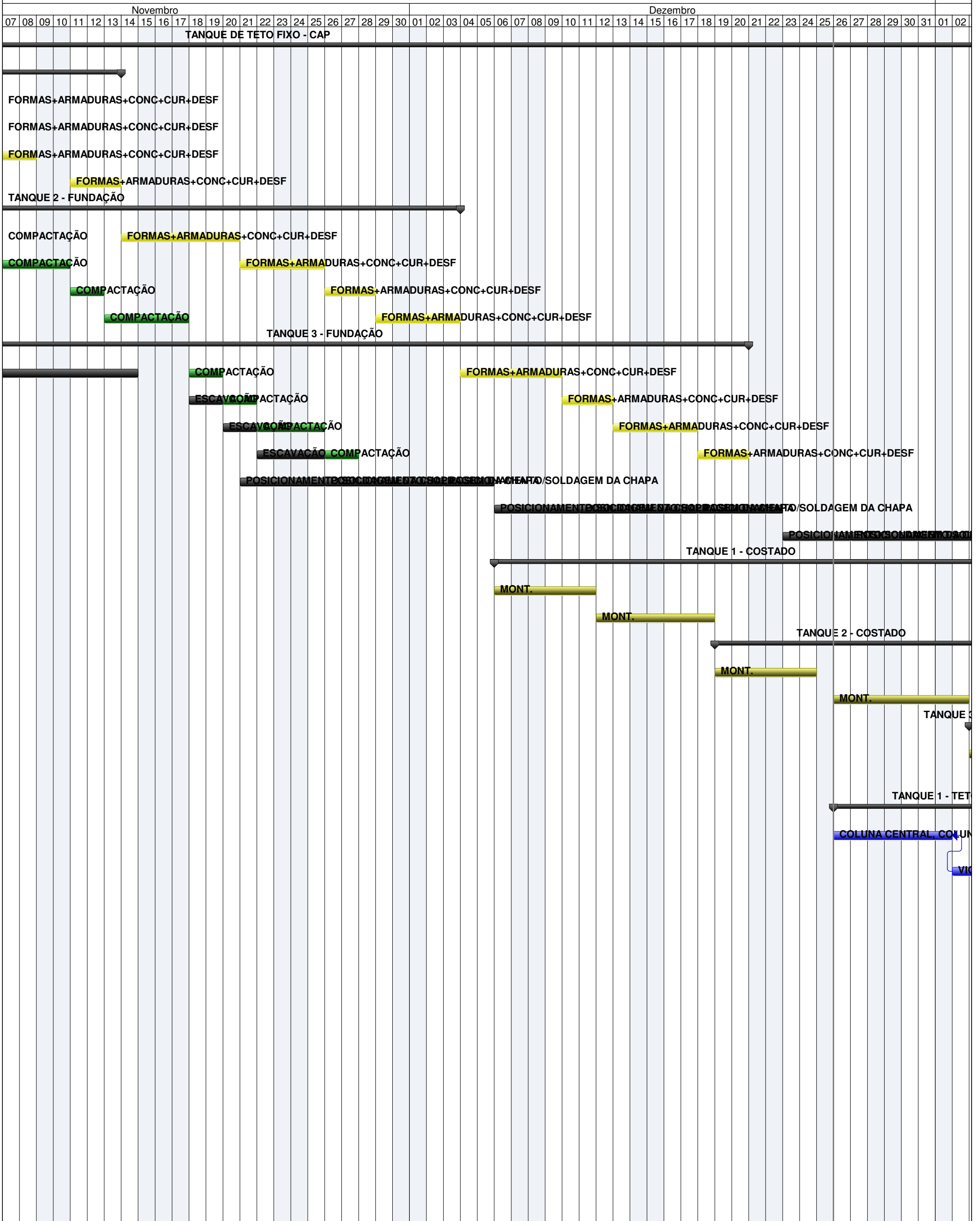
# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T

Id	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Outubro																														
					09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06		
1	TANQUE DE TETO FIXO - CAP	372 dias	Qui 10/10/13	Ter 31/03/15	TANQUE DE TETO FIXO - CAP																														
2	TANQUE 1 - FUNDAÇÃO	25 dias	Qui 10/10/13	Qua 13/11/13	TANQUE 1 - FUNDAÇÃO																														
3	ANEL	16 dias	Qui 10/10/13	Qui 31/10/13	ESCAVAÇÃO																														
7	SAPATA 1/3	9 dias	Qui 24/10/13	Ter 05/11/13	COMPACTAÇÃO																														
11	SAPATA 2/3	10 dias	Seg 28/10/13	Sex 08/11/13	FORMAS+ARMADURAS+CONC+CL																														
15	SAPATA 3/3	11 dias	Qua 30/10/13	Qua 13/11/13	ESCAVAÇÃO																														
19	TANQUE 2 - FUNDAÇÃO	38 dias	Qui 10/10/13	Ter 03/12/13	COMPACTAÇÃO																														
20	ANEL	29 dias	Qui 10/10/13	Qua 20/11/13	FORMAS+ARMADURAS																														
24	SAPATA 1/3	22 dias	Qui 24/10/13	Seg 25/11/13	ESCAVAÇÃO																														
28	SAPATA 2/3	23 dias	Seg 28/10/13	Qui 28/11/13	ESCAVAÇÃO																														
32	SAPATA 3/3	24 dias	Qua 30/10/13	Ter 03/12/13	ESCAVAÇÃO																														
36	TANQUE 3 - FUNDAÇÃO	35 dias	Sex 01/11/13	Sex 20/12/13	ESCAVAÇÃO																														
37	ANEL	26 dias	Sex 01/11/13	Seg 09/12/13	FO																														
41	SAPATA 1/3	19 dias	Seg 18/11/13	Qui 12/12/13	ESCAVAÇÃO																														
45	SAPATA 2/3	20 dias	Qua 20/11/13	Ter 17/12/13	ESCAVAÇÃO																														
49	SAPATA 3/3	21 dias	Sex 22/11/13	Sex 20/12/13	ESCAVAÇÃO																														
53	TANQUE 1 - FUNDO	11 dias	Qui 21/11/13	Sex 06/12/13	ESCAVAÇÃO																														
60	TANQUE 2 - FUNDO	11 dias	Sex 06/12/13	Seg 23/12/13	ESCAVAÇÃO																														
67	TANQUE 3 - FUNDO	11 dias	Seg 23/12/13	Qua 08/01/14	ESCAVAÇÃO																														
74	TANQUE 1 - COSTADO	263 dias	Sex 06/12/13	Qui 18/12/14	ESCAVAÇÃO																														
75	ANEL 6 - 1/2	252 dias	Sex 06/12/13	Qua 03/12/14	ESCAVAÇÃO																														
79	ANEL 6 - 2/2	259 dias	Qui 12/12/13	Qui 18/12/14	ESCAVAÇÃO																														
83	TANQUE 2 - COSTADO	277 dias	Qui 19/12/13	Qui 22/01/15	ESCAVAÇÃO																														
84	ANEL 6 - 1/2	266 dias	Qui 19/12/13	Qua 07/01/15	ESCAVAÇÃO																														
88	ANEL 6 - 2/2	273 dias	Qui 26/12/13	Qui 22/01/15	ESCAVAÇÃO																														
92	TANQUE 3 - COSTADO	291 dias	Sex 03/01/14	Qua 25/02/15	ESCAVAÇÃO																														
93	ANEL 6 - 1/2	280 dias	Sex 03/01/14	Seg 09/02/15	ESCAVAÇÃO																														
97	ANEL 6 - 2/2	287 dias	Qui 09/01/14	Qua 25/02/15	ESCAVAÇÃO																														
101	TANQUE 1 - TETO	7 dias	Qui 26/12/13	Ter 07/01/14	ESCAVAÇÃO																														
102	COLUNA CENTRAL, COLUNA POLIGONAL E CHAPA BASE	4 dias	Qui 26/12/13	Qui 02/01/14	ESCAVAÇÃO																														
103	VIGAS, CHAPAS E TIRANTES	3 dias	Qui 02/01/14	Ter 07/01/14	ESCAVAÇÃO																														
104	TANQUE 2 - TETO	7 dias	Ter 07/01/14	Qui 16/01/14	ESCAVAÇÃO																														
105	COLUNA CENTRAL, COLUNA POLIGONAL E CHAPA BASE	4 dias	Ter 07/01/14	Seg 13/01/14	ESCAVAÇÃO																														
106	VIGAS, CHAPAS E TIRANTES	3 dias	Seg 13/01/14	Qui 16/01/14	ESCAVAÇÃO																														
107	TANQUE 3 - TETO	7 dias	Qui 16/01/14	Sex 24/01/14	ESCAVAÇÃO																														
108	COLUNA CENTRAL, COLUNA POLIGONAL E CHAPA BASE	4 dias	Qui 16/01/14	Ter 21/01/14	ESCAVAÇÃO																														
109	VIGAS, CHAPAS E TIRANTES	3 dias	Qua 22/01/14	Sex 24/01/14	ESCAVAÇÃO																														
110	TANQUE 01 - COSTADO	279 dias	Qui 16/01/14	Seg 23/02/15	ESCAVAÇÃO																														
111	ANEL 5 - 1/2	227 dias	Qui 16/01/14	Sex 05/12/14	ESCAVAÇÃO																														
115	ANEL 5 - 2/2	234 dias	Qua 22/01/14	Seg 22/12/14	ESCAVAÇÃO																														
119	ANEL 4 - 1/2	220 dias	Qua 29/01/14	Ter 09/12/14	ESCAVAÇÃO																														
123	ANEL 4 - 2/2	225 dias	Qui 06/02/14	Qua 24/12/14	ESCAVAÇÃO																														
127	ANEL 3 - 1/2	209 dias	Seg 17/02/14	Qui 11/12/14	ESCAVAÇÃO																														

Tarefa		FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
Resumo		MONTAGEM DOS ANÉIS	
Resumo do projeto		PINTURA EXTERNA	
Agrupar por resumo		ISOLAMENTO TÉRMICO	
ESCAVAÇÃO		TESTE HIDROSTÁTICO	
COMPACTAÇÃO		Resumo Manual	



# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T















Tarefa		FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
Resumo		MONTAGEM DOS ANÉIS	
Resumo do projeto		PINTURA EXTERNA	
Agrupar por resumo		ISOLAMENTO TÉRMICO	
ESCAVAÇÃO		TESTE HIDROSTÁTICO	
COMPACTAÇÃO		Resumo Manual	



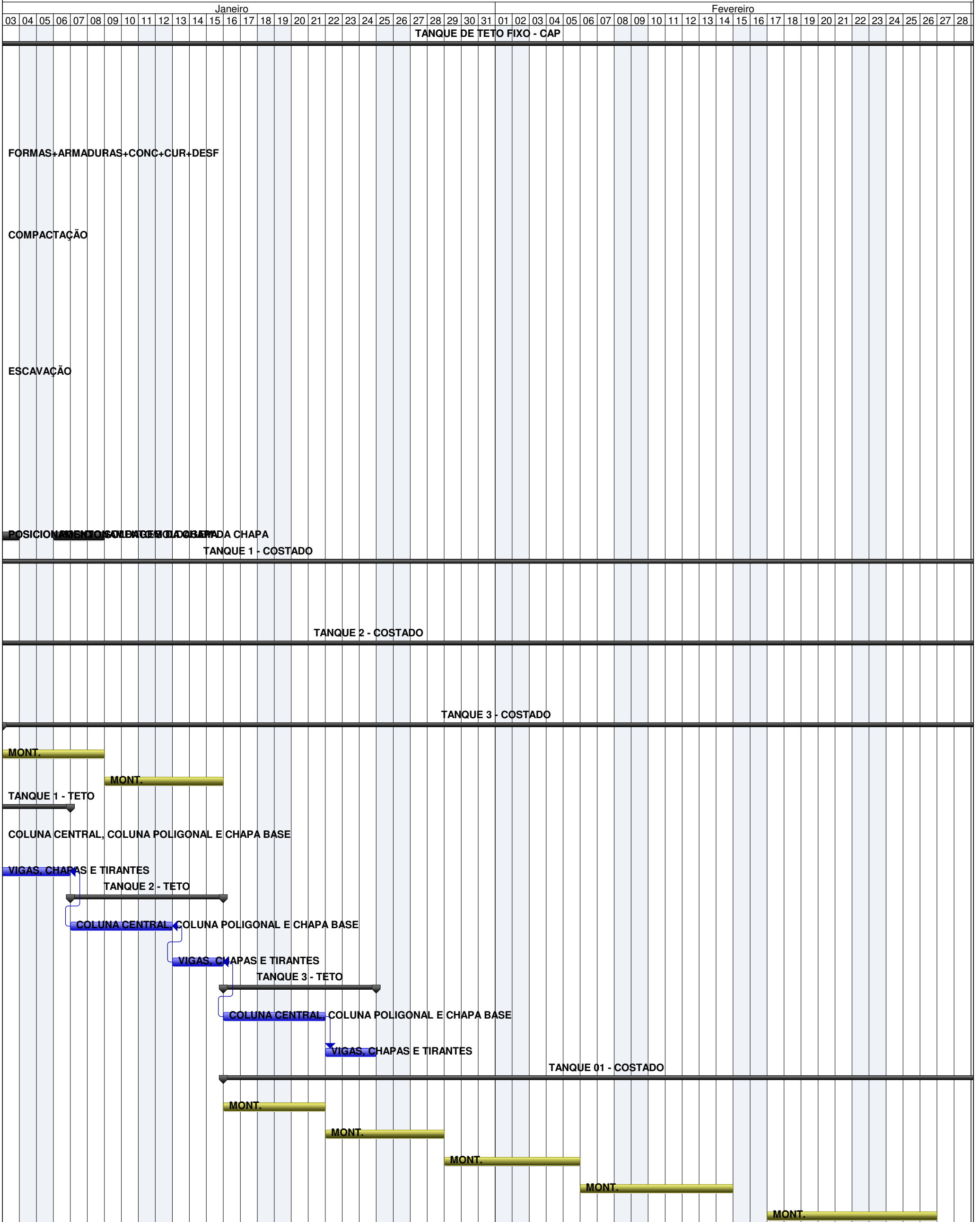
# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T

Novembro															Dezembro																																									
07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02

Tarefa  
 Resumo  
 Resumo do projeto  
 Agrupar por resumo  
 ESCAVAÇÃO  
 COMPACTAÇÃO

	FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
	MONTAGEM DOS ANÉIS	
	PINTURA EXTERNA	
	ISOLAMENTO TÉRMICO	
	TESTE HIDROSTÁTICO	
	Resumo Manual	

# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T



Tarefa  
 Resumo  
 Resumo do projeto  
 Agrupar por resumo  
 ESCAVAÇÃO  
 COMPACTAÇÃO

FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA  
 MONTAGEM DOS ANÉIS  
 PINTURA EXTERNA  
 ISOLAMENTO TÉRMICO  
 TESTE HIDROSTÁTICO  
 Resumo Manual

Legend for task types and colors used in the Gantt chart.

# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T

Janeiro															Fevereiro																																									
03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28













MONT

Tarefa		FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
Resumo		MONTAGEM DOS ANÉIS	
Resumo do projeto		PINTURA EXTERNA	
Agrupar por resumo		ISOLAMENTO TÉRMICO	
ESCAVAÇÃO		TESTE HIDROSTÁTICO	
COMPACTAÇÃO		Resumo Manual	

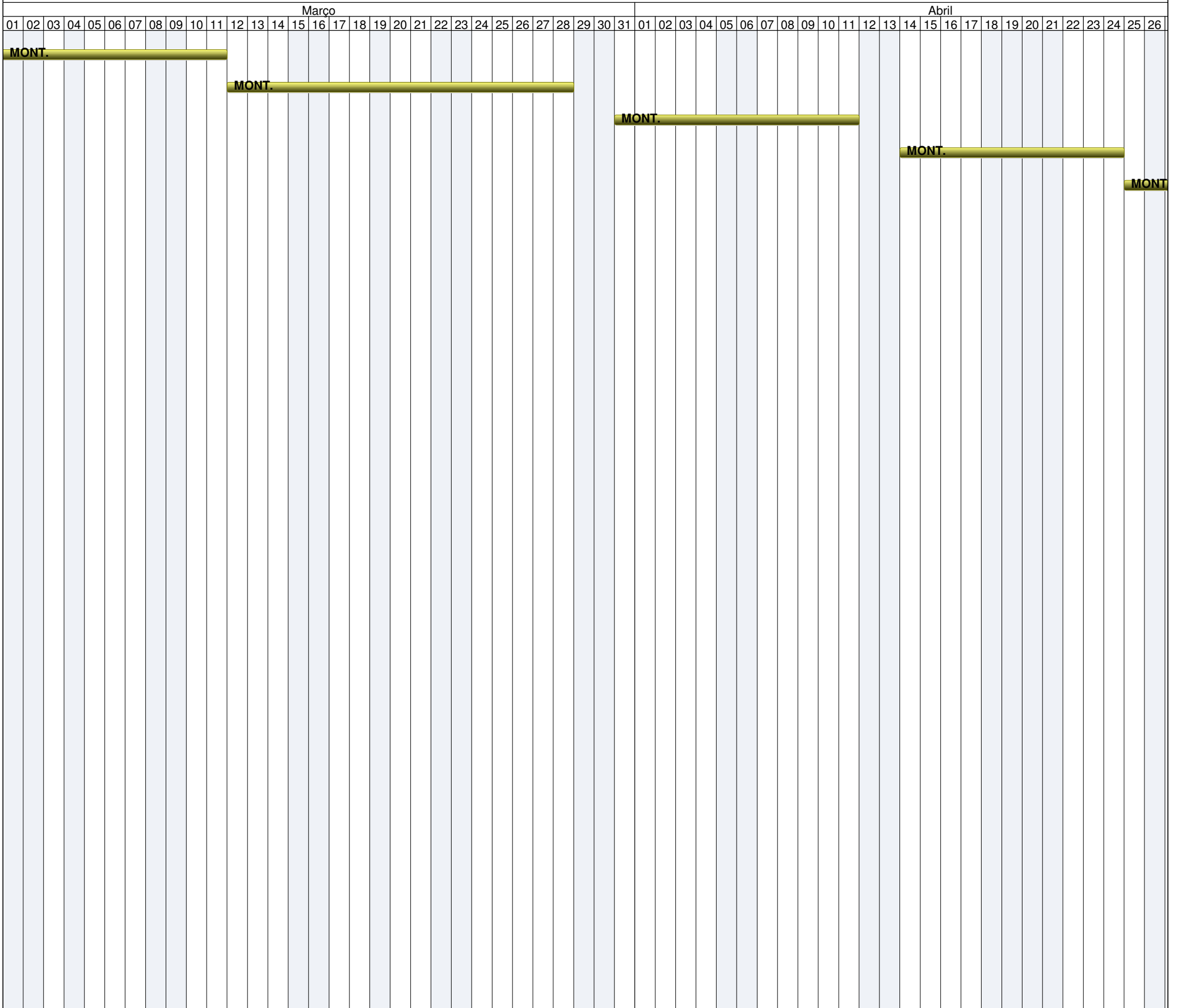
# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T

Março															Abril																																									
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<b>TANQUE DE TETO FIXO - CAP</b>																																																								
POSICIONAMENTO/SOLDAGEM DA CHAPA															TANQUE 1 - COSTADO																																									
															TANQUE 2 - COSTADO																																									
MONT. TANQUE 3 - COSTADO																																																								
VIGAS, CHAPAS E TIRANTES															TANQUE 01 - COSTADO																																									

Tarefa  
Resumo  
Resumo do projeto  
Agrupar por resumo  
ESCAVAÇÃO  
COMPACTAÇÃO

	FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
	MONTAGEM DOS ANÉIS	
	PINTURA EXTERNA	
	ISOLAMENTO TÉRMICO	
	TESTE HIDROSTÁTICO	
	Resumo Manual	

# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T



--	--

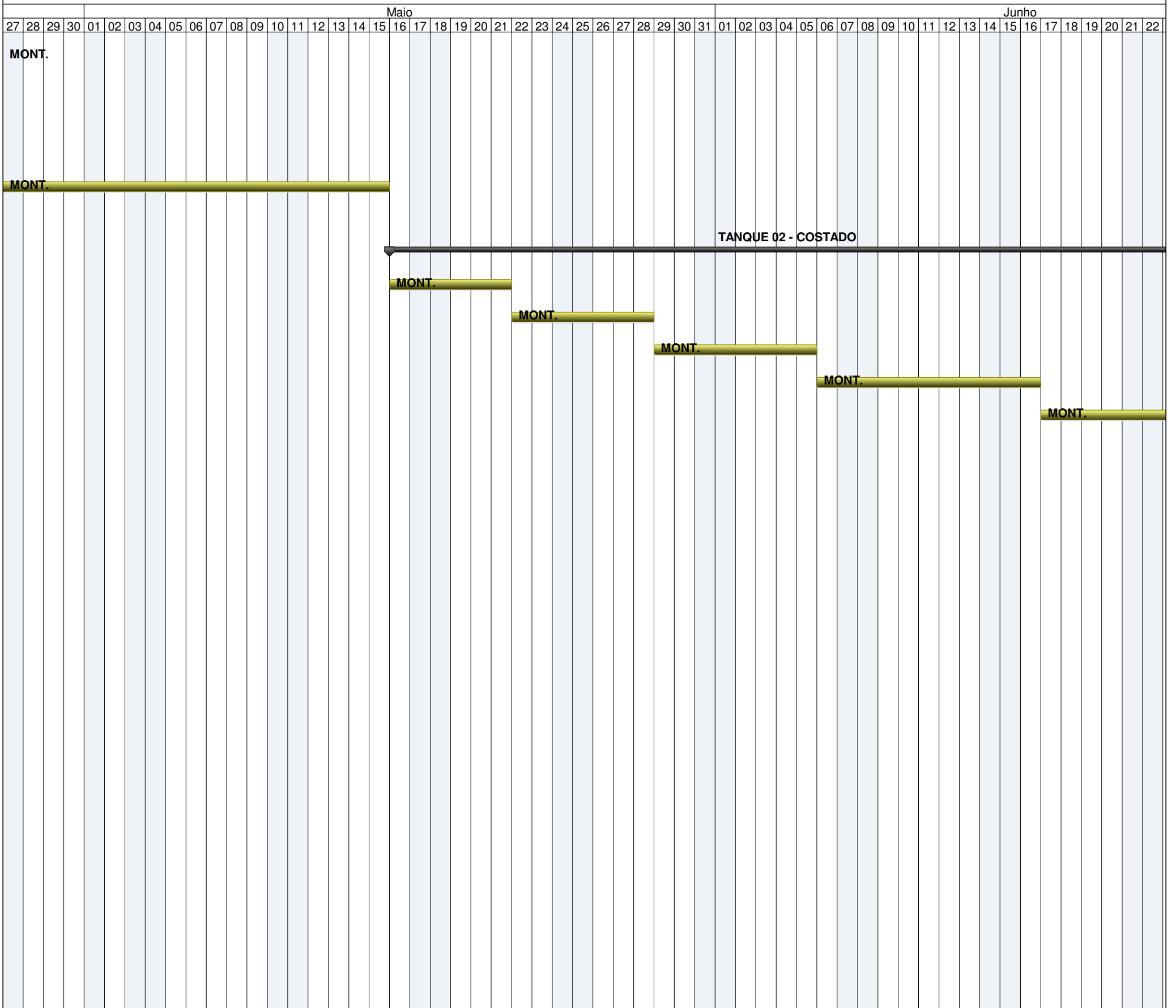
Tarefa		FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
Resumo		MONTAGEM DOS ANÉIS	
Resumo do projeto		PINTURA EXTERNA	
Agrupar por resumo		ISOLAMENTO TÉRMICO	
ESCAVAÇÃO		TESTE HIDROSTÁTICO	
COMPACTAÇÃO		Resumo Manual	

# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T

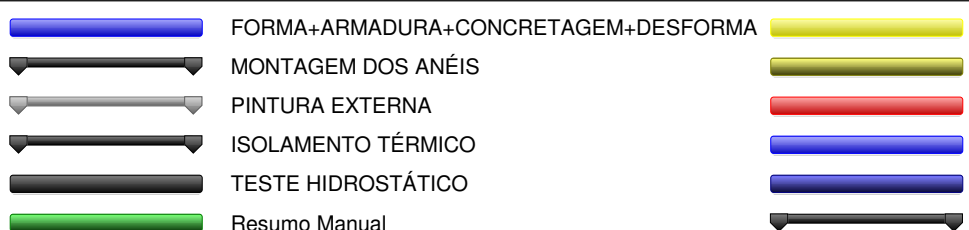
Maio															Junho																																									
27	28	29	30	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<b>TANQUE DE TETO FIXO - CAP</b>																																																								
TANQUE 1 - COSTADO																																																								
TANQUE 2 - COSTADO																																																								
TANQUE 3 - COSTADO																																																								
TANQUE 01 - COSTADO																																																								

Tarefa		FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
Resumo		MONTAGEM DOS ANÉIS	
Resumo do projeto		PINTURA EXTERNA	
Agrupar por resumo		ISOLAMENTO TÉRMICO	
ESCAVAÇÃO		TESTE HIDROSTÁTICO	
COMPACTAÇÃO		Resumo Manual	

# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T



Tarefa  
 Resumo  
 Resumo do projeto  
 Agrupar por resumo  
 ESCAVAÇÃO  
 COMPACTAÇÃO



# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T













2014

Julho

Agosto

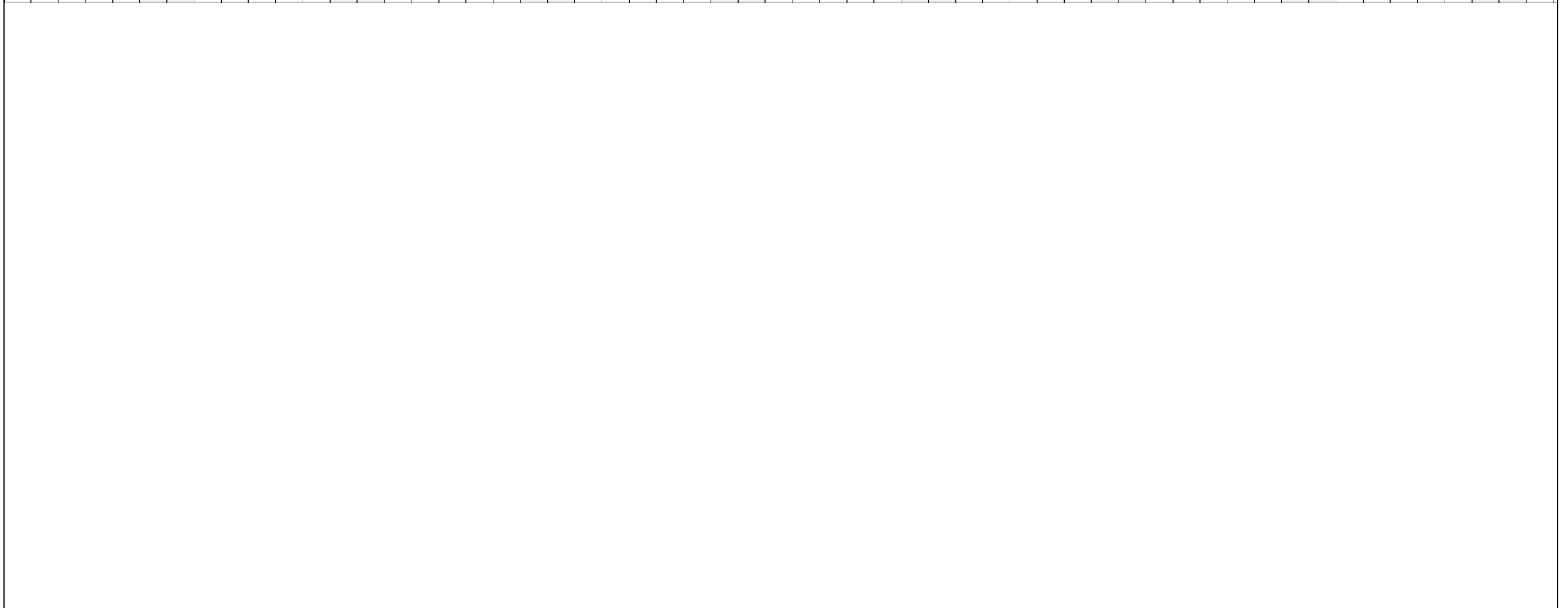
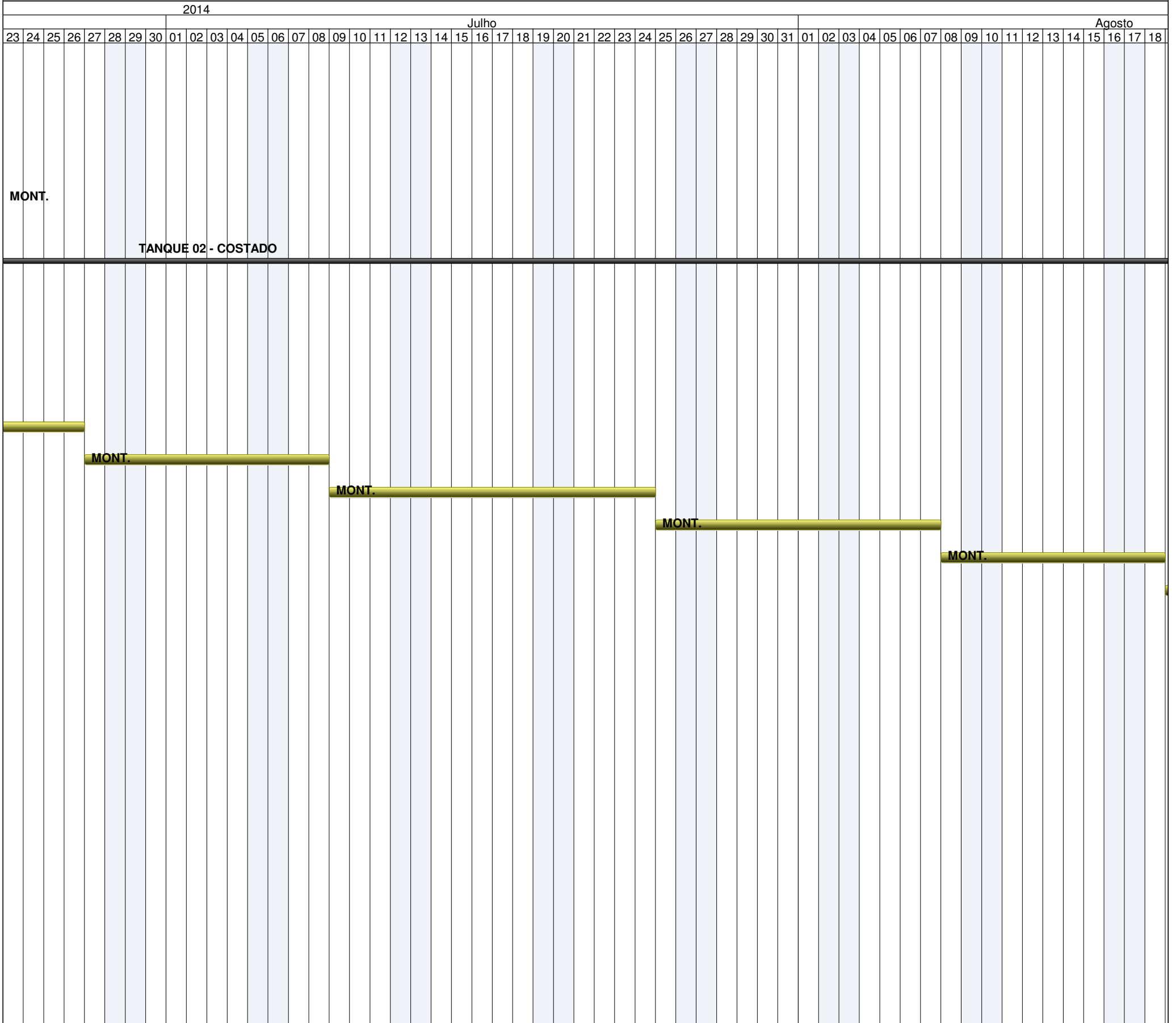
23	24	25	26	27	28	29	30	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>TANQUE DE TETO FIXO - CAP</b>																																																								
TANQUE 1 - COSTADO																																																								
TANQUE 2 - COSTADO																																																								
TANQUE 3 - COSTADO																																																								
TANQUE 01 - COSTADO																																																								

Tarefa  
Resumo  
Resumo do projeto  
Agrupar por resumo  
ESCAVAÇÃO  
COMPACTAÇÃO

	FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
	MONTAGEM DOS ANÉIS	
	PINTURA EXTERNA	
	ISOLAMENTO TÉRMICO	
	TESTE HIDROSTÁTICO	
	Resumo Manual	



# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T



Tarefa		FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
Resumo		MONTAGEM DOS ANÉIS	
Resumo do projeto		PINTURA EXTERNA	
Agrupar por resumo		ISOLAMENTO TÉRMICO	
ESCAVAÇÃO		TESTE HIDROSTÁTICO	
COMPACTAÇÃO		Resumo Manual	

# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T

Setembro

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

TANQUE DE TETO FIXO - CAP

TANQUE 1 - COSTADO

TANQUE 2 - COSTADO

TANQUE 3 - COSTADO

TANQUE 01 - COSTADO

Tarefa

Resumo

Resumo do projeto

Agrupar por resumo

ESCAVAÇÃO

COMPACTAÇÃO



FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA



MONTAGEM DOS ANÉIS



PINTURA EXTERNA



ISOLAMENTO TÉRMICO



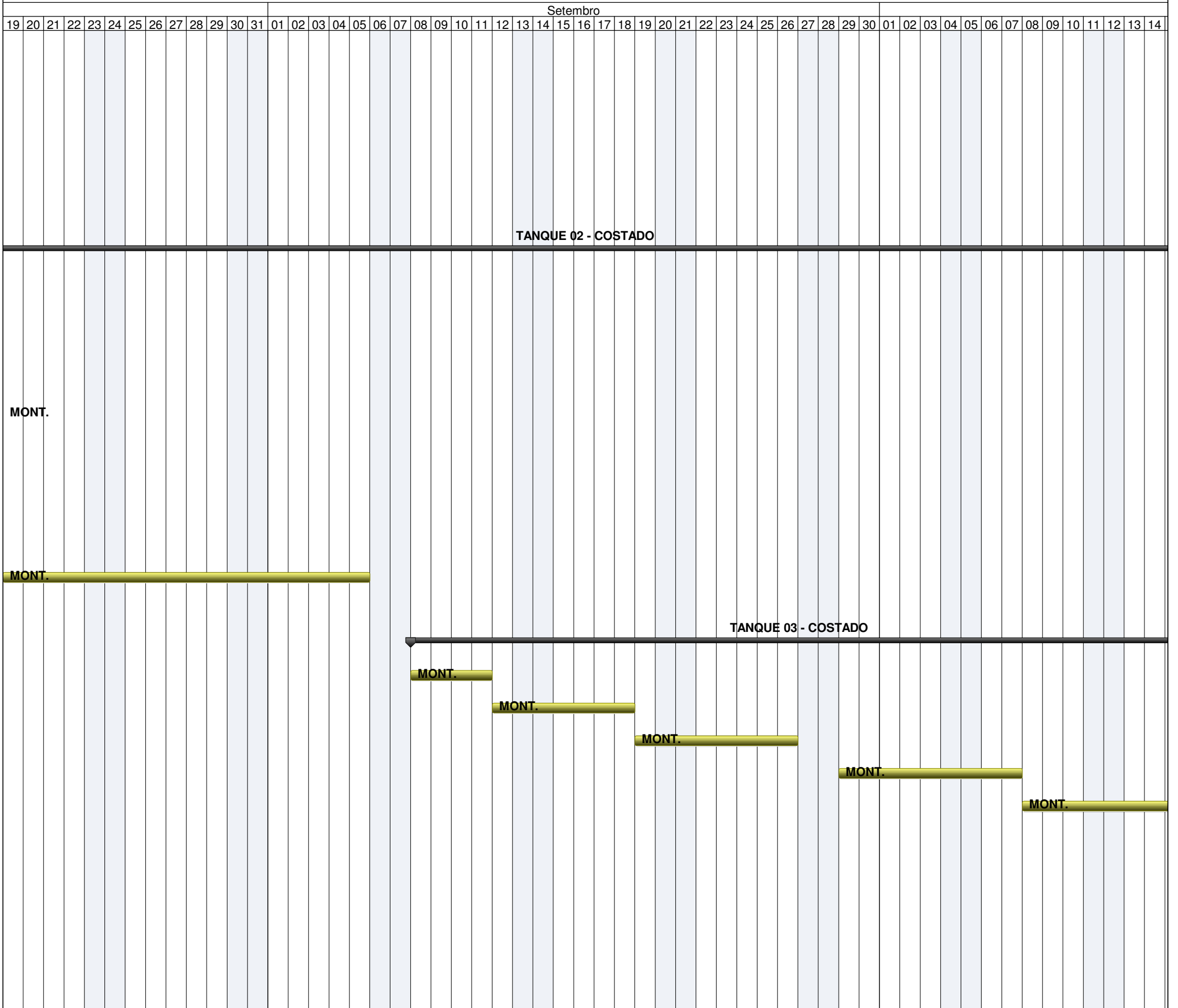
TESTE HIDROSTÁTICO



Resumo Manual



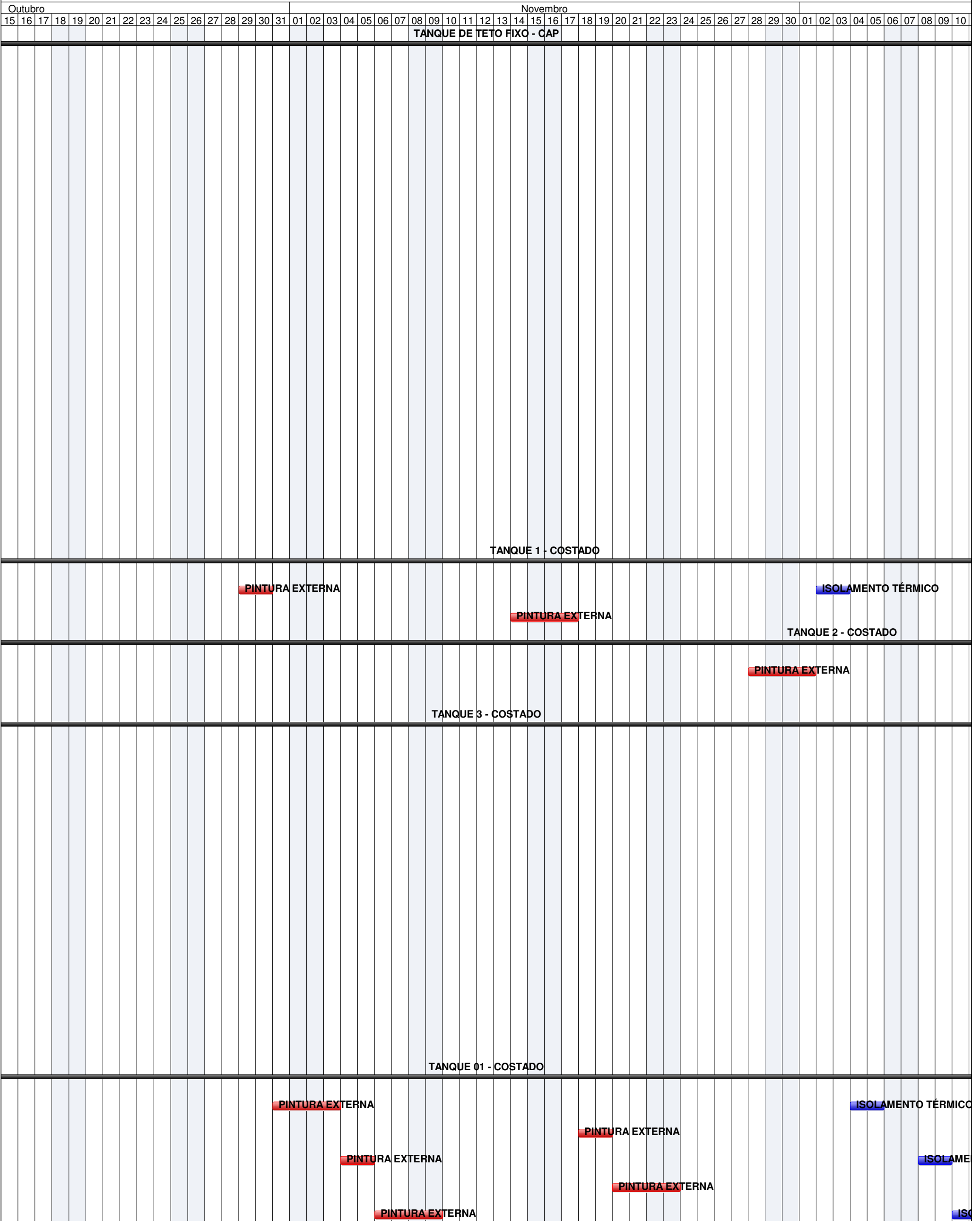
# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T



Tarefa  
 Resumo  
 Resumo do projeto  
 Agrupar por resumo  
 ESCAVAÇÃO  
 COMPACTAÇÃO

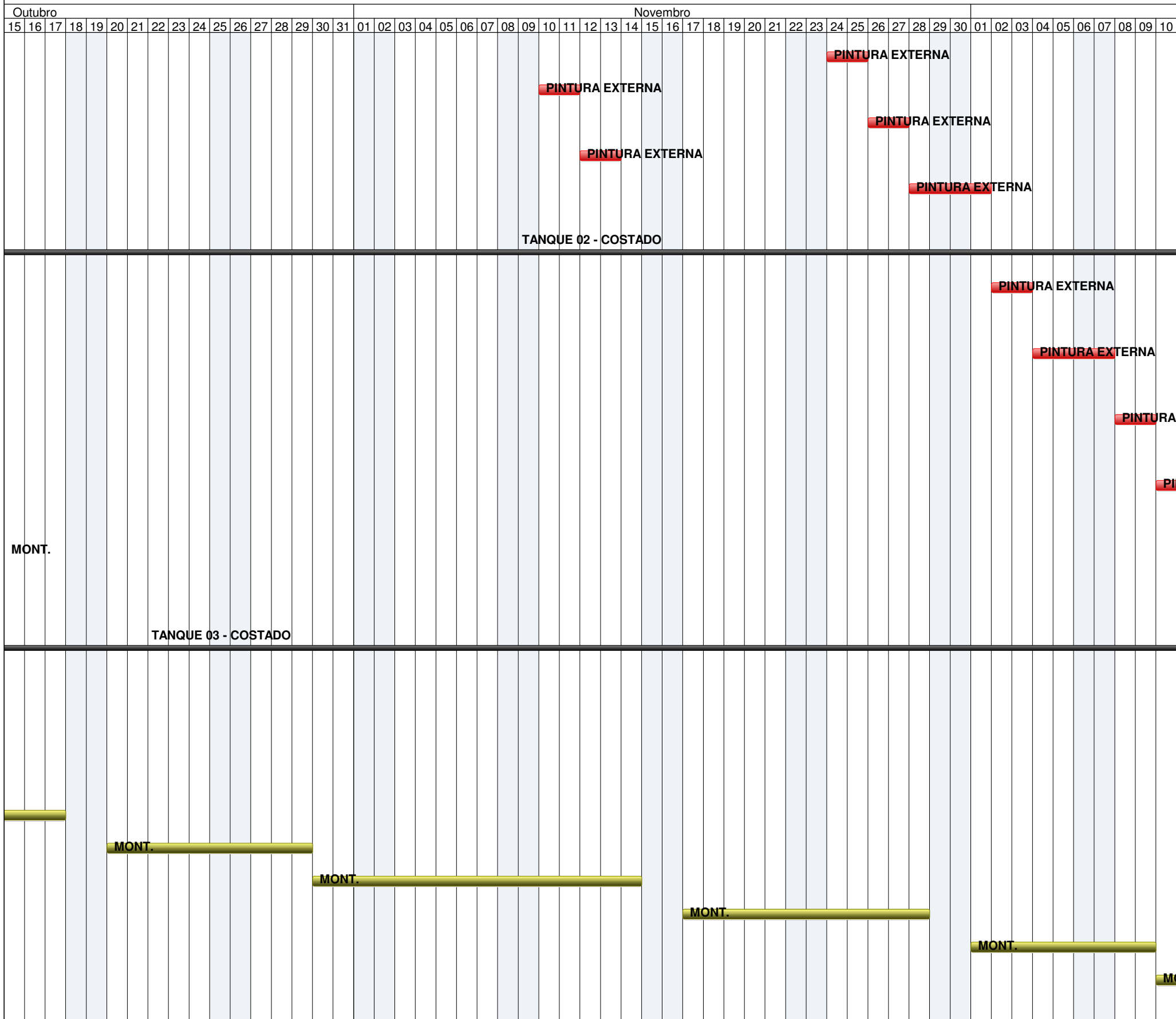
	FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
	MONTAGEM DOS ANÉIS	
	PINTURA EXTERNA	
	ISOLAMENTO TÉRMICO	
	TESTE HIDROSTÁTICO	
	Resumo Manual	

# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T



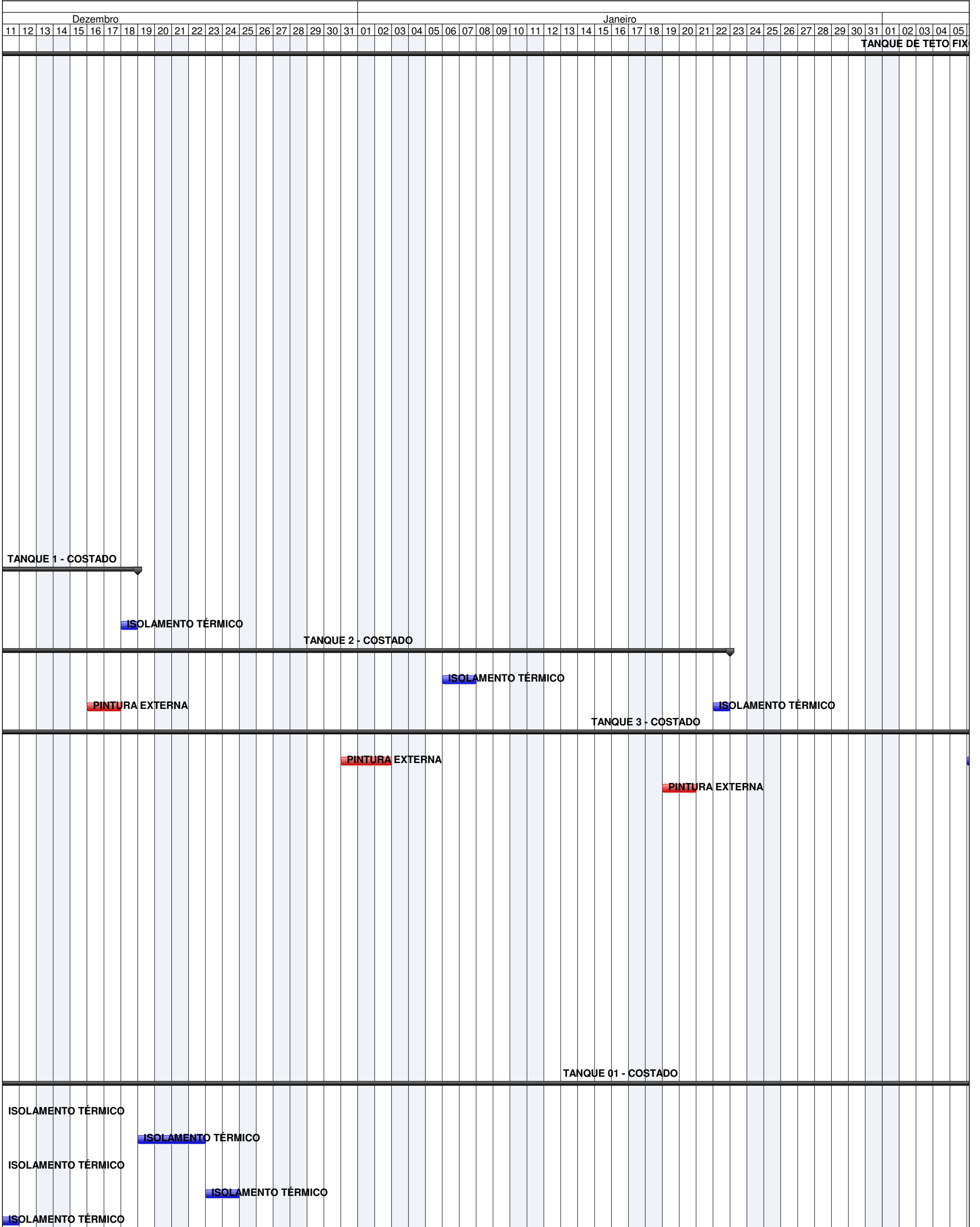
Tarefa		FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
Resumo		MONTAGEM DOS ANÉIS	
Resumo do projeto		PINTURA EXTERNA	
Agrupar por resumo		ISOLAMENTO TÉRMICO	
ESCAVAÇÃO		TESTE HIDROSTÁTICO	
COMPACTAÇÃO		Resumo Manual	

# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T



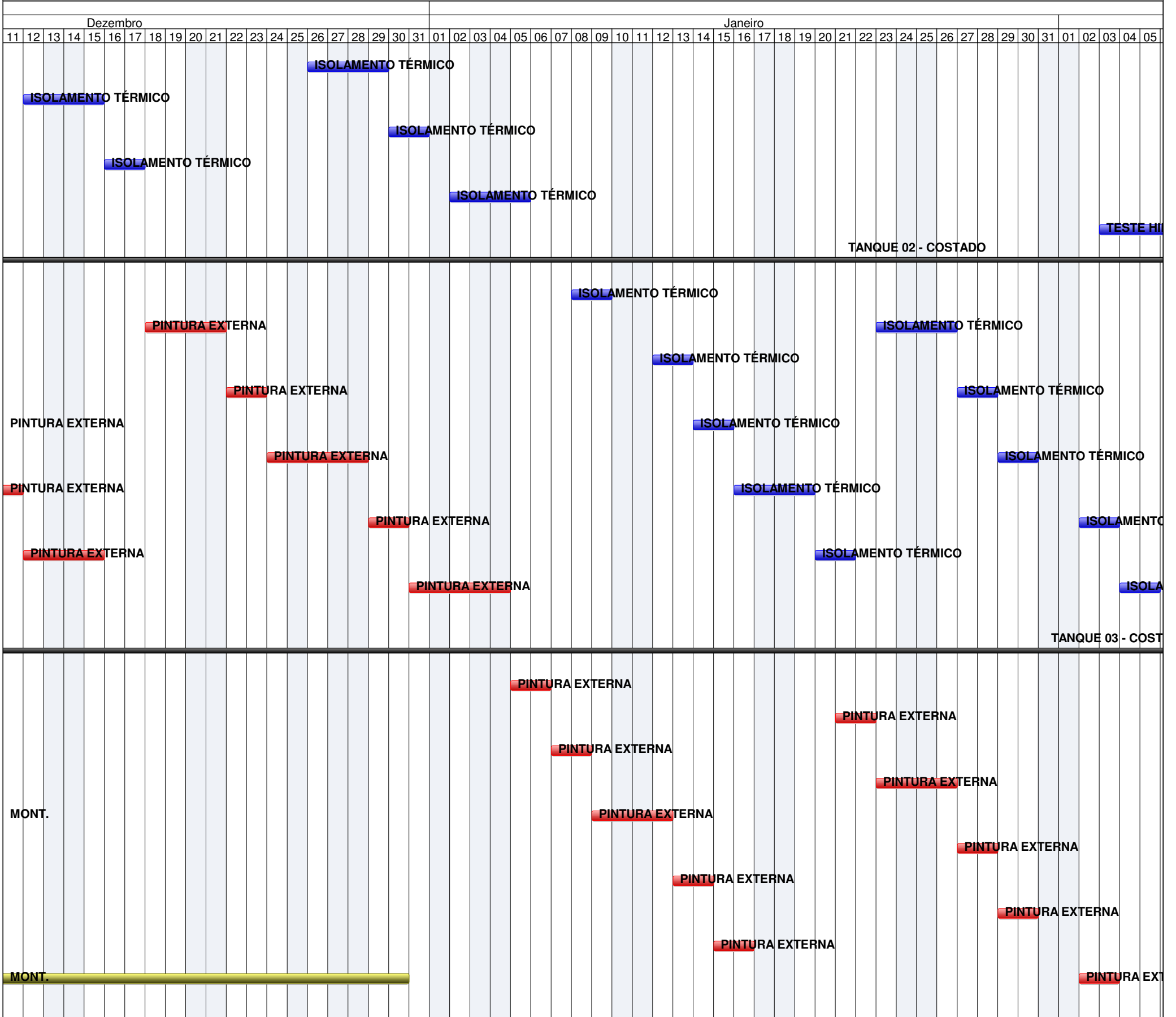
Tarefa		FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
Resumo		MONTAGEM DOS ANÉIS	
Resumo do projeto		PINTURA EXTERNA	
Agrupar por resumo		ISOLAMENTO TÉRMICO	
ESCAVAÇÃO		TESTE HIDROSTÁTICO	
COMPACTAÇÃO		Resumo Manual	

# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T

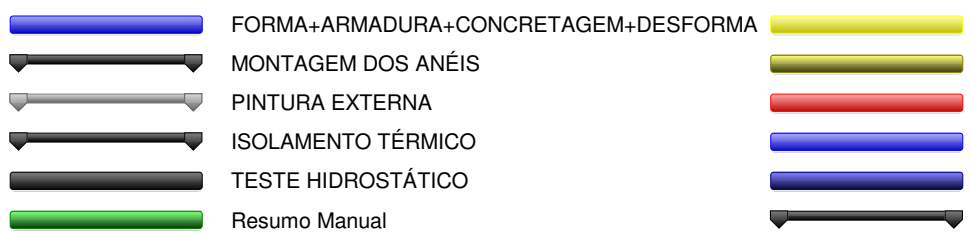


Tarefa		FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
Resumo		MONTAGEM DOS ANÉIS	
Resumo do projeto		PINTURA EXTERNA	
Agrupar por resumo		ISOLAMENTO TÉRMICO	
ESCAVAÇÃO		TESTE HIDROSTÁTICO	
COMPACTAÇÃO		Resumo Manual	

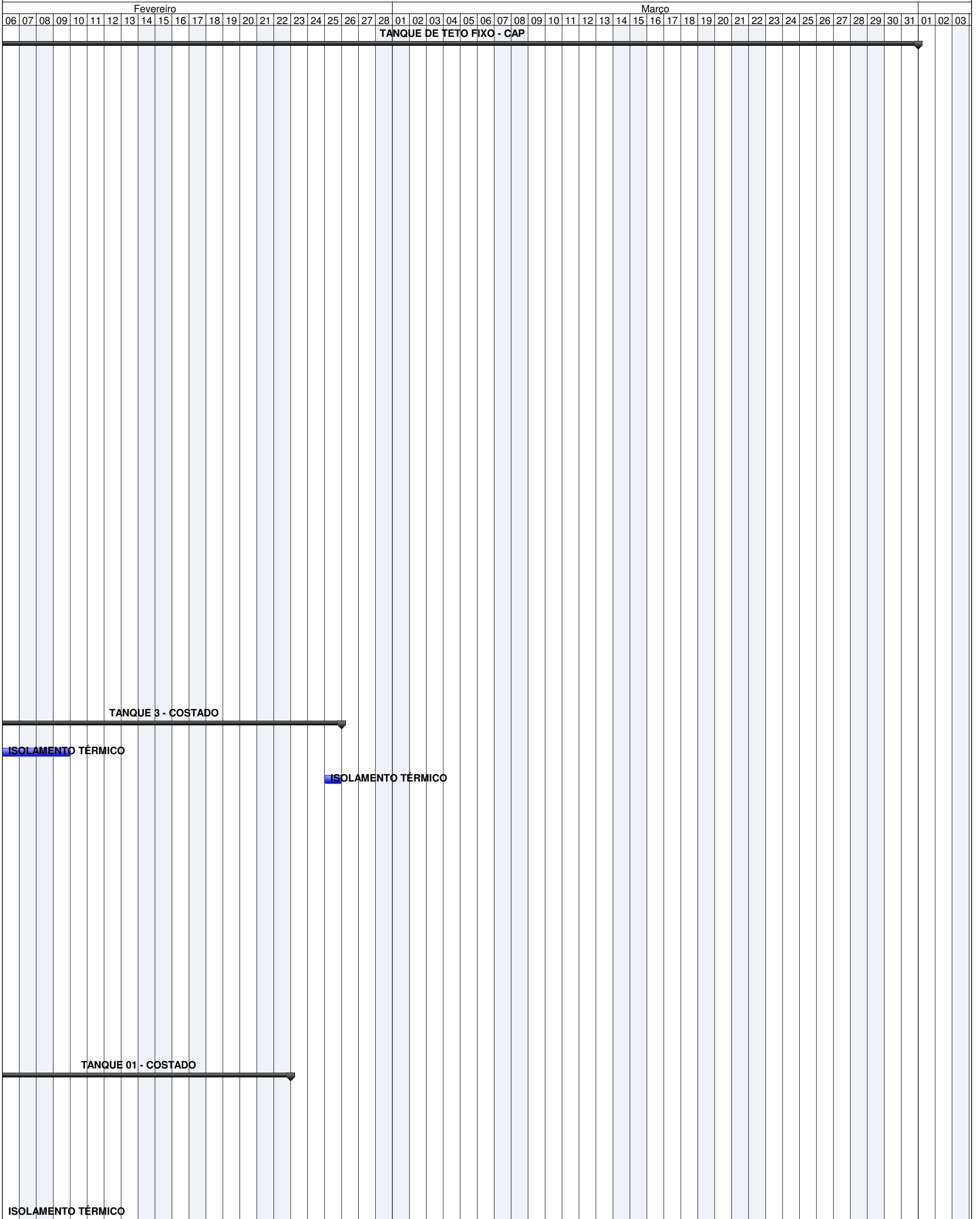
# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T



Tarefa  
 Resumo  
 Resumo do projeto  
 Agrupar por resumo  
 ESCAVAÇÃO  
 COMPACTAÇÃO



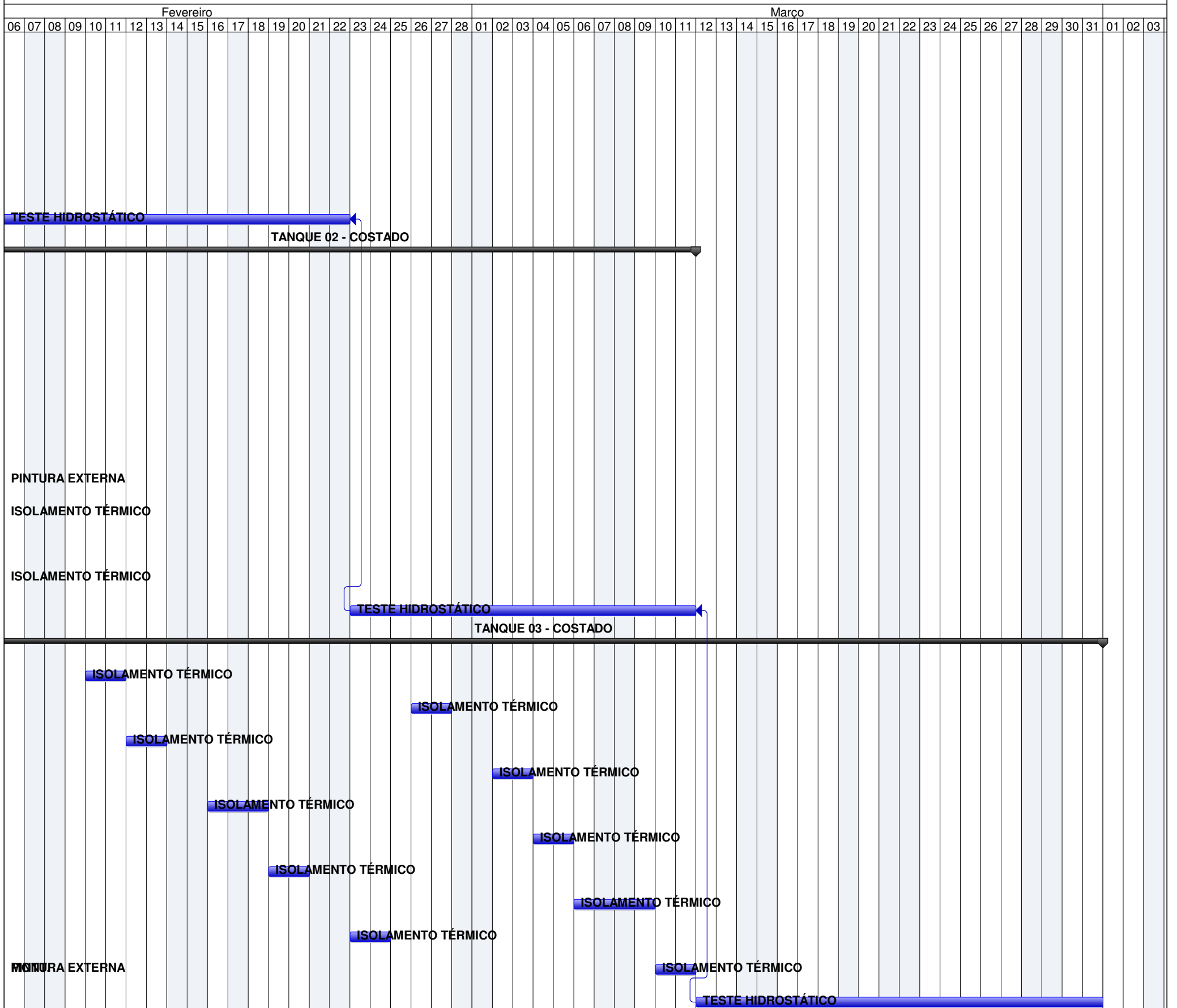
# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T



Tarefa		FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
Resumo		MONTAGEM DOS ANÉIS	
Resumo do projeto		PINTURA EXTERNA	
Agrupar por resumo		ISOLAMENTO TÉRMICO	
ESCAVAÇÃO		TESTE HIDROSTÁTICO	
COMPACTAÇÃO		Resumo Manual	



# TANQUE DE ARMAZENAMENTO - LOB 3T



Tarefa		FORMA+ARMADURA+CONCRETAGEM+DESFORMA	
Resumo		MONTAGEM DOS ANÉIS	
Resumo do projeto		PINTURA EXTERNA	
Agrupar por resumo		ISOLAMENTO TÉRMICO	
ESCAVAÇÃO		TESTE HIDROSTÁTICO	
COMPACTAÇÃO		Resumo Manual	