



## **Análise comparativa de custos entre obras de saneamento com e sem aplicação de ferramentas de gestão.**

### *Comparative analysis of costs between sanitation works with and without the application of management tools*

TEIXEIRA, Fernanda de Almeida<sup>1</sup>; AMARIO, Mayara<sup>2</sup>, STOLZ, Carina Mariane<sup>3</sup>  
 teixeirafernanda@outlook.com<sup>1</sup>; mayara\_amario@poli.ufrj.br<sup>2</sup>; carinastolz@poli.ufrj.br<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Especialista em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Cíveis.

<sup>2,3</sup>Departamento de Construção Civil, Escola Politécnica, UFRJ, Rio de Janeiro.

#### **Informações do Artigo**

Palavras-chave:

*Planejamento*

*Controle de Obras*

*Saneamento básico*

Key words:

*Planning*

*Construction Control*

*Basic sanitation*

#### **Resumo:**

*O saneamento básico consiste em um conjunto de serviços que visa a melhoria ou preservação das boas condições de vida de seres humanos e do meio ambiente. Sendo assim, este serviço torna-se indispensável para a promoção da saúde pública. O novo marco regulatório do saneamento surge para intensificar a necessidade de ampliação do acesso ao saneamento e, conseqüentemente, os investimentos em obras de infraestrutura do setor. Deste modo, para melhor gestão dos recursos disponibilizados, torna-se fundamental o uso de ferramentas de gerenciamento para o bom aproveitamento do dinheiro investido nas obras, de modo que seja possível potencializar as entregas e reduzir o surgimento de adversidades ao longo da execução. O presente trabalho visa analisar a utilização de instrumentos de planejamento e controle em obras, através de uma análise comparativa entre os principais gastos de duas obras de extensão de rede de distribuição de água, onde uma fora utilizada estas ferramentas e a outra não. Os resultados obtidos permitem comprovar como os instrumentos de gestão, empregados em obras de saneamento podem melhorar os resultados relativos ao custo da obra através da racionalização dos recursos e, por consequência, melhora no desempenho.*

#### **Abstract**

*Basic sanitation consists of a set of services aimed at improving or preserving good living conditions for human beings and the environment. Therefore, this service becomes essential for promoting public health. The new sanitation regulatory framework appears to intensify the need to expand access to sanitation and, consequently, investments in infrastructure works in the sector. Therefore, to better manage the resources available, it is essential to use management tools to make good use of the money invested in the works, so that it is possible to enhance deliveries and reduce the emergence of adversities throughout the execution. The present work aims to analyze the use of planning and control instruments in works, through a comparative analysis between the main expenses of two water distribution network extension works, where one used these tools and the other did not. The results obtained allow us to demonstrate how the management instruments used in*

*sanitation works can improve results relating to the cost of the work through the rationalization of resources and, consequently, improved performance.*

---

## **Introdução**

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), para cada um dólar gasto em saneamento, quatro dólares são economizados com saúde pública. Conforme informado pelo Banco Mundial, 1,6 milhão de crianças morrem anualmente em decorrência de diarreia, causada principalmente por condições inadequadas de saneamento básico e higiene [1]. Sendo assim, torna-se evidente a indispensabilidade dos serviços de saneamento básico para a promoção da saúde pública.

Possuir água com qualidade e quantidade suficientemente adequadas é um fator condicionante na prevenção a doenças e promoção de qualidade de vida a população. O mesmo pode ser verificado quanto à inexistência e pouca efetividade dos serviços de esgotamento sanitário, limpeza pública e manejo de resíduos sólidos e de drenagem urbana.

No Brasil, 84% da população é atendida com água tratada e 55% possui rede de coleta e tratamento de esgoto. Diante desta informação, e sabendo que o novo Marco Legal do Saneamento tem como metas aumentar estes índices para 99% e 90% até o fim de 2033, é notório que serão necessários altos investimentos na infraestrutura urbana para garantir o alcance do regulatório [2].

A execução de obras públicas, além de assegurar melhor qualidade de vida a população, é fundamental para que as empresas de saneamento possam renovar as concessões com os municípios de maior receita, garantindo, assim, sua própria permanência no mercado.

Nesse contexto, para garantir o investimento adequado dos recursos disponibilizados e assegurar que os empreendimentos sejam executados com técnicas apropriadas e de acordo com o cronograma de obra, o planejamento e

controle físico-financeiro torna-se uma importante ferramenta para o gerenciamento dos empreendimentos.

O gerenciamento de projetos realizado por meio do eficiente planejamento propicia diversas vantagens na obra, tornando sua aplicação praticamente uma obrigação aos executores. Tais vantagens podem ser exemplificadas como a gestão correta dos recursos financeiros, materiais e humanos. Outra vantagem é a possibilidade de correções e decisões mediante a existência de objetivos determinados e claros de desempenho [3]. Conforme resumido por Silva [4], o gerenciamento consiste em direcionar, organizar, executar e elaborar projetos pelas organizações no intuito de introduzir inovações e mudanças aos mesmos, agregando valor, otimizando prazos e recursos.

Deste modo, o presente estudo tem como objetivo demonstrar o quão benéfico pode se tornar o uso de ferramentas de gestão, de modo que influencie diretamente no custo global de obras do ramo de saneamento.

## **1. O Mercado do Saneamento**

Historicamente, o mercado brasileiro de saneamento básico tem sido pouco desenvolvido, em comparação com outros mercados emergentes [5].

Este mercado apresenta uma vasta oportunidade para os atuantes no setor. As recentes alterações regulatórias introduzidas a partir Lei Nº 14.026/20 [6], com atualização do Marco Legal do Saneamento, contribuem para isso. Os investimentos contratados a partir do marco legal fazem com que o saneamento assuma um papel de protagonista na infraestrutura brasileira uma vez que se pretende universalizar a cobertura nacional da população com acesso a água e esgoto tratados.

Desse modo, com a intenção de se atingir as metas estabelecidas pelo Novo Marco, há um crescente investimento no ramo de obras de saneamento. No que diz respeito às externalidades dos investimentos em saneamento no desenvolvimento econômico, cabe destacar a geração de emprego, a agregação de valor a outras atividades, como o turismo e o setor imobiliário, e o fluxo de renda para indústrias que fazem parte da cadeia produtiva.

## 2. Planejamento e Controle de Obras

Por abranger desde o início até a finalização do empreendimento, o planejamento é uma atividade essencial no gerenciamento de obras.

Esta atividade proporciona estudos de melhorias no desenvolvimento das etapas e mitiga riscos de desconhecimento e incertezas das partes atuantes no processo, uma vez que serve como direcionamento e delimita prazos de duração e conclusão. Esses fatores abrem o caminho para a eficiência das ações e para a obtenção de máxima eficácia nos resultados.

O controle de obras, por sua vez, é tão importante quanto o planejamento para o êxito do empreendimento. Este método é essencial para o desenvolvimento de qualquer organização porque apresenta uma análise contínua dos resultados esperados, indica aos gestores a realidade da empresa e permite a tomada de decisões que conduzam aos objetivos traçados no planejamento.

Desse modo, os profissionais envolvidos no planejamento e controle de obras devem elaborar seus métodos da melhor forma possível de acordo com as características do empreendimento. Além disso, é importante salientar que o gerenciamento bem-sucedido de um empreendimento é reflexo diretamente do comprometimento do responsável, no uso da teoria e prática para desenvolver e operar ferramentas que permitam gerenciar o empreendimento de maneira proativa [4].

### 2.1. Ferramentas de planejamento

A premissa do planejamento é potencializar as entregas e reduzir o surgimento de adversidades ao longo da execução. Nesse sentido, é por meio desta etapa que são realizadas as previsões, estabelecidas metas e definidos os processos para alcançá-las.

Nesse contexto, existem variadas técnicas para esta etapa a fim de garantir a eficiência do empreendimento, tais como o diagrama de Gantt, redes de precedência, linha de balanço e a modelagem em 4D.

Também conhecido como gráfico de barras, o diagrama de Gantt foi elaborado por Henry L. Gantt, em 1917, e trata de uma representação gráfica das atividades por uma escala de tempo. Para elaboração do gráfico é necessária a divisão do projeto em etapas, bem como o período de execução previsto, criando, dessa forma, um visual de barras que representam a duração de cada etapa [7].

As redes de precedência ou cronogramas em redes são utilizadas para indicar as ligações entre as atividades através de setas ou nós. Segundo Mubarak [7], existem quatro passos para a preparação do método: determinação das atividades; determinação da duração; determinação da lógica entre as atividades; desenho da rede e cálculos. Os cálculos oferecem a data de fim do projeto, o caminho crítico e as folgas das atividades não críticas.

O método da linha de balanço é muito utilizado em obras com etapas repetitivas. Esta técnica consiste em traçar, perpendicularmente, retas que representam as atividades e uma reta que simboliza o eixo de tempo. Para esta técnica é fundamental o conhecimento do quantitativo de serviços, bem como a produtividade da equipe, para que seja possível a efetuar o bom dimensionamento da equipe executora e realização da identificação das interferências possíveis.

Com o avanço da tecnologia da informação muito se fala sobre a modelagem 4D, também conhecida como BIM (*Building*

*Information Modeling*), que permite a introdução da dimensão de tempo e integrá-la a modelagem computacional em um modelo tridimensional, tornando-o 4D.

## 2.2. Ferramentas de controle

De modo geral, não existe um método determinado de como controlar uma obra, as técnicas e métodos variam de acordo com a organização e o profissional responsável por esta etapa.

O controle de obras consiste em monitorar o que foi planejado para que seja possível realizar uma tomada de decisão assertiva para medidas corretivas, quando necessário, a fim de se garantir o resultado esperado. Dessa forma, é imprescindível que o controlador possua vasto domínio técnico sobre as atividades que serão executadas.

O controle não é uma atividade esporádica que analisa apenas os pontos críticos da construção, pelo contrário, é uma etapa que visa a inoportunidade de momentos críticos e desvios do planejamento.

Ressalta-se que quanto mais racional e rigoroso for o sistema de controle, maior confiabilidade e segurança nas programações física e financeira. Ademais, maior será o progresso nos índices de produtividade e a redução das perdas, melhorando os custos reais.

## 3. Metodologia

Esta pesquisa tem cunho comparativo e será adotado o estudo de caso como estratégia de investigação. O escopo consiste em trazer as principais metodologias e técnicas de planejamento e controle e verificar sua aplicabilidade e eficiência em obras de infraestrutura de saneamento básico.

Segundo Bachmann [8], a análise comparativa pretende criar ou selecionar os indicadores relevantes para entendimento de dados, bem como formatação de informações de modo que seja possível utilizá-las para posicionar o gestor com relação as principais variáveis e assim direcionar suas decisões e

consequentemente ações. O objetivo é que estes estudos sejam o mais eficaz possível, direcionando o trabalho para bons resultados e indicadores.

A motivação para este estudo se deu pela percepção da autora, através da experiência profissional, a melhor produtividade e cumprimento de prazos dos empreendimentos previamente planejados e rigorosamente acompanhados durante a execução.

O levantamento de dados obtidos para o estudo de caso se deu por arquivo pessoal da autora e demais pessoas envolvidas no processo de execução das obras pesquisadas, além do resgate da experiência desta autora. Os recursos utilizados foram documentos e projetos da própria empresa, que relataram o processo de elaboração e controle do planejamento, os quais serviram como base para realização da pesquisa.

## 4. Estudo de caso

Neste capítulo é realizada a contextualização das obras a serem analisadas, especificamente obras de extensão de rede de distribuição de água do município de Niterói/RJ, e, posteriormente, são citados os principais custos e métodos de planejamento utilizado, quando for o caso.

Os dados a serem analisados foram obtidos através da participação da autora no planejamento e execução das obras a serem detalhadas nos próximos tópicos, além da experiência profissional na área.

Após o detalhamento, é apresentada uma análise comparativa entre elas, analisando criticamente a eficiência dos métodos de planejamento e controle adotados. Além disso, será utilizado outro trabalho de estudo semelhante para ser utilizado como referência de modo que seja possível ter um embasamento dos dados obtidos para verificar a efetividade das ferramentas.

### 4.1. Obra 1

Neste trabalho descrito como Obra 1, trata-se de um projeto de extensão de 135

metros de rede de água, com diâmetro nominal (DN) 50 mm, realizada no bairro da Engenhoca, no município de Niterói localizado no estado do Rio de Janeiro.

O projeto em questão fora categorizado como obra de melhoria, uma vez que se fez necessário para garantir uma melhor qualidade de abastecimento de nove residências presentes no logradouro de modo que seja assegurada a chegada da água em boas condições de vazão e pressão no ponto mais crítico.

A atividade foi uma demanda emergencial, de modo que não foi possível realizar o planejamento prévio, visto a necessidade de início imediato pois algumas residências encontravam-se com o abastecimento comprometido.

Sendo assim, a obra teve início no dia seguinte ao envio do projeto, não sendo realizados quaisquer levantamentos de materiais ou necessidades operacionais.

#### 4.2. Obra 2

Referida como Obra 2, diz respeito a um projeto de extensão de 140 metros de rede de água, com diâmetro nominal (DN) de 50 mm, realizada no bairro Barreto, no município de Niterói localizado no estado do Rio de Janeiro. O projeto em questão fora elaborado para realizar o abastecimento de um novo condomínio na região composto por 6 residências. Por se tratar de um projeto classificado como melhoria e visto que a demanda foi encaminhada com antecedência, foi possível realizar o planejamento e controle com eficiência.

De início, ao receber o projeto, foi seguido todo o fluxograma apresentado na Figura 1 para auxílio no planejamento.

Figura 1 - Fluxograma de planejamento de obra



Fonte: Autora

De forma resumida, por meio deste fluxograma, são realizadas as vistorias *in loco* onde permite-se realizar o levantamento das necessidades operacionais do local a ser realizado como por exemplo, sinalização prévia ou comunicado aos moradores e comerciantes locais. Posteriormente, são realizadas as listagens dos insumos necessários bem como a aquisição dos mesmos.

Para etapa inicial, foi elaborado o gráfico de Gantt do projeto conforme detalhado no ANEXO A, o qual detalhou e estipulou prazos para todas as tarefas do projeto a fim de evitar atrasos e retrabalhos ao longo da execução.

Posteriormente à execução do gráfico de Gantt, foi analisada a rede de precedência padrão já elaborada anteriormente pela empresa, que serve de base para todos os projetos de características similares. Com a rede de precedência pode-se identificar e prever o caminho crítico do projeto e evitar sua ocorrência de imprevistos.

Durante a etapa de execução, foi de suma importância o acompanhamento e cobrança diária dos instrumentos de controle utilizados. Para este projeto foi utilizado, principalmente, a ferramenta conhecida como Controle Diário de Obra, um documento usado para registrar informações importantes sobre cada dia de atividade das obras [9]. Este é atualizado

diariamente, como o próprio nome sugere, pelo fiscal responsável pela obra com as informações referentes a execução do dia, bem como os serviços executados, efetivo do dia, condições climáticas, operação de equipamentos, dentre outras atividades que sejam consideradas de relevante conhecimento.

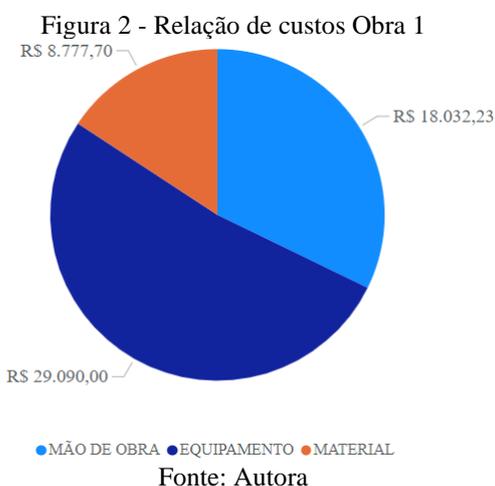
### 4.3. Apresentação e análise dos resultados

#### 4.3.1. Obra 1

Durante a execução da Obra 1, que não possuía ferramentas de planejamento, existiram alguns pontos que encareceram e retardaram a conclusão da mesma. Abaixo, estão relacionados alguns acontecimentos:

- Indisponibilidade de algumas peças hidráulicas, sendo necessário realizar adaptações com conexões mais caras encontradas para pronta-entrega;
- Localização de interferência de tubulação de gás sendo necessário remanejar a rede em execução para outro ponto;
- Necessidade de locação de retroescavadeira extra devido a indisponibilidade das contratadas regularmente.

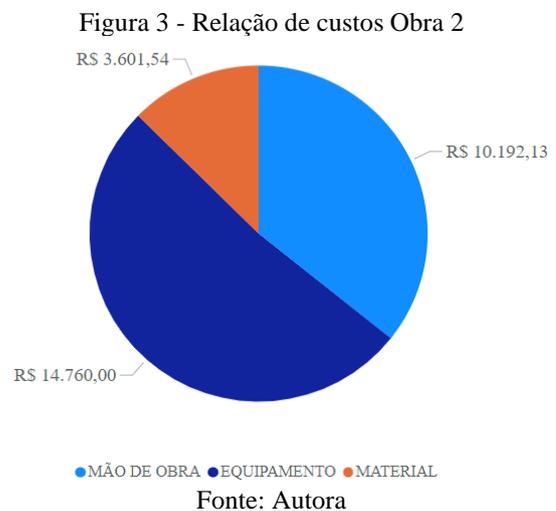
Os pontos relacionados, juntamente com a escassez do controle diário da execução, contribuíram para que a obra tivesse um custo de execução superior as médias anteriores. Na Figura 2 é possível analisar a relação entre os principais custos da obra.



Ao analisar os custos da obra é perceptível que do total de R\$ 55.899,93, a maior parcela, referente a 52,04% do total, foi destinada a locação de equipamentos, enquanto os demais custos foram divididos entre mão de obra e material.

#### 4.3.2. Obra 2

Através do conjunto de ferramentas de planejamento e controle aplicados na Obra 2, foi possível traçar uma relação entre os custos realizados para finalização do projeto, considerando 3 principais categorias: Materiais, Mão de Obra e Equipamentos, conforme apresentado na Figura 3.



Através da Figura 3, percebe-se que o custo mais significativo, ou seja, 51,69% do gasto total de R\$ 28.553,67, foi referente a locação de equipamentos, seguido da mão de obra e, por fim, materiais.

De forma resumida, a atividade descrita seguiu as diretrizes de planejamento e controle de obras.

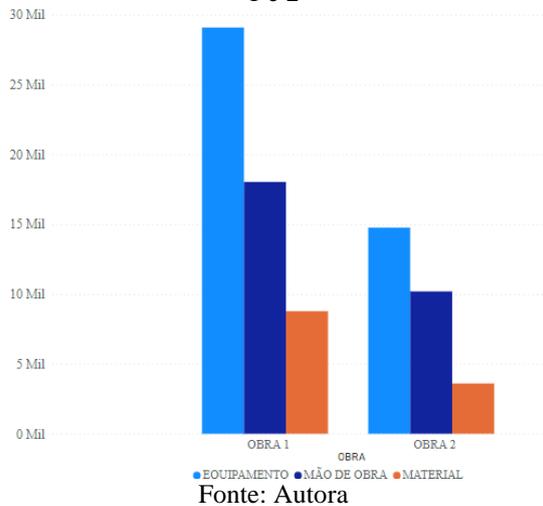
#### 4.3.3. Análise comparativa dos resultados

A partir das evidências apresentadas anteriormente e dos dados coletados de cada obra, foram analisadas comparativamente e confrontadas entre si.

Deste modo, através da análise da Figura 4, é possível identificar que, apesar de possuírem dimensionamento e condições de

execução semelhantes, há uma diferença significativa quanto ao custo final.

Figura 4 - Análise comparativa de custos entre as obras 1 e 2



Sendo assim, é possível identificar uma redução significativa de 50,7% no custo total das obras quando se comparado a 1 com a 2. Esta contenção pode ser referenciada pelo uso de ferramentas de planejamento e controle que permitem a previsão de custos e redução de despesas extras que são evitadas neste cenário.

Por meio do estudo, é válido relacionar o uso das ferramentas de controle e planejamento com estas diferenças significativas. Além da redução de custos, também houve o cumprimento dos prazos estabelecidos, uma vez que, ao planejar previamente uma obra, são realizadas avaliações críticas e tomadas medidas de mitigação de riscos.

Quando comparados o custo unitário das extensões de rede (custo por metro), conforme ilustrado na Tabela 1, nota-se que há uma redução de 50,74% no custo unitário quando se é comparado o empreendimento planejado e controlado com outro que não fora utilizada tais ferramentas.

Obra	Custo por metro	Percentual
Obra 1	R\$ 414,07	100%
Obra 2	R\$ 203,95	49,26%

Fonte: Autora

Na Tabela 2 pode-se realizar a análise comparativa entre os custos unitários por metro de cada categoria e ao relacioná-las umas com as outras, obtém-se a redução percentual quando analisada a Obra 2 em relação a Obra 1.

Tabela 2 - Comparativo entre custos unitários das obras avaliadas

Categoria	Obra 1	Obra 2	Redução Percentual
Material	R\$ 65,02	R\$ 25,73	60,43%
Mão de Obra	R\$ 133,57	R\$ 72,80	45,50%
Equipamento	R\$ 215,48	R\$ 105,43	51,07%
<b>Total</b>	<b>R\$ 414,07</b>	<b>R\$ 203,95</b>	<b>50,74%</b>

Fonte: Autora

Os resultados obtidos podem ser comparados com os do estudo realizado por Santos [10], que avaliou a utilização de um sistema de controle de custos em um consórcio de empresas da construção civil, por meio de um estudo de caso na construção de um estaleiro. Através do estudo, foram evidenciadas as melhorias obtidas na empresa com a implementação do sistema e suas principais consequências.

Conforme detalhado em seu estudo, Santos [10] afirma que após da implantação do sistema de gerenciamento obteve uma redução de 20% da mão de obra efetiva e uma redução de 12,5% nos gastos com equipamentos. Além destes resultados, os gastos com materiais diminuíram aproximadamente em 22%. Estes indicadores foram consequência de cortes nos recursos e apesar disso, houve um aumento na produção mensal no período pós-implantação do sistema.

Em relação aos dados obtidos neste estudo, observa-se que houve uma redução de aproximadamente 45% de mão de obra e com relação a gastos com equipamentos reduziu-se 51%. Já quanto aos gastos com materiais, este apresentou a maior redução percentual, de cerca de 60%.

Ao relacionar os resultados obtidos em ambos os estudos, mesmo que as relações percentuais não tenham semelhança no quesito valor percentil, ainda assim é perceptível o benefício do uso das ferramentas de gerenciamento em planejamento e controle de obras visto que em ambos os estudos foram apresentadas contenção de despesas.

## 5. Considerações finais

Este estudo buscou comprovar como os instrumentos gestão, empregados em obras de saneamento, podem melhorar os resultados relativos a custo da obra.

Aqui foram descritos os conceitos gerais que nortearam o trabalho e em seguida, detalhado os empreendimentos a serem posteriormente comparados entre si para verificar a efetividade do uso de ferramentas de gerenciamento.

Por meio da análise dos resultados das pesquisas, notou-se que o controle e planejamento da obra influenciam diretamente no valor global, de maneira positiva quando utilizados de forma eficiente e contínua, podendo impactar na redução de aproximadamente 50% dos custos finais.

De todo modo, deve-se ressaltar que os resultados obtidos se referem a pesquisa realizada no Município de Niterói, no Estado do Rio de Janeiro, para duas obras de saneamento. Sendo assim, é recomendado que o estudo seja replicado em outras localidades com o intuito de verificar, em âmbito nacional, a validação das conclusões.

## 6. Referências

- [1] OMS. Organização Mundial da Saúde *Documento de informação técnica sobre água, saneamento, higiene e gestão das águas residuais para prevenir infecções e reduzir a propagação da resistência aos antimicrobianos*. 2020. 32 p. Disponível em: <https://www.who.int/pt/publications/i/ite>
- [2] SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico Temático: Serviços de Água e Esgoto – Visão Geral*. SNIS, Brasil, 2020. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em: 12 out. 2022.
- [3] SEBRAE. *Planejamento estratégico: como construir e executar com maestria*. SEBRAE, Brasil. Acesso em: 13 out. 2022.
- [4] SILVA, C, T, S. M. *Planejamento e Controle e Obras*. Salvador: UFBA, 2011.
- [5] AEGEA. Aegea: Relação com investidores. *Mercado De Saneamento: Cobertura de Saneamento*. Brasil, 2022. Disponível em: <https://ri.aegea.com.br/a-aegea/mercado-de-saneamento> . Acesso em: 9 set. 2022.
- [6] BRASIL. *Lei no 14.026*. de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 jul. 2020.
- [7] MUBARAK, S. *Construction project scheduling and control*. New Jersey: John Wiley & Sons. 2. ed.. 2010. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470912171>.
- [8] BACHMANN, L. D. *Análise Comparativa de Desempenho - Uma nova ferramenta de gestão operacional para a indústria de celulose e papel*. Congresso Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel – TAPPI, n.36, 2003.
- [9] LOPES, A. F. D.; YAMAMOTO, L. S.; SERRA, S. M. B. *Análise De Aplicativos Para O Gerenciamento De Obras: Uso Para Diário De Obras*. Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído, Porto Alegre, n.18., 2020. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/ent>

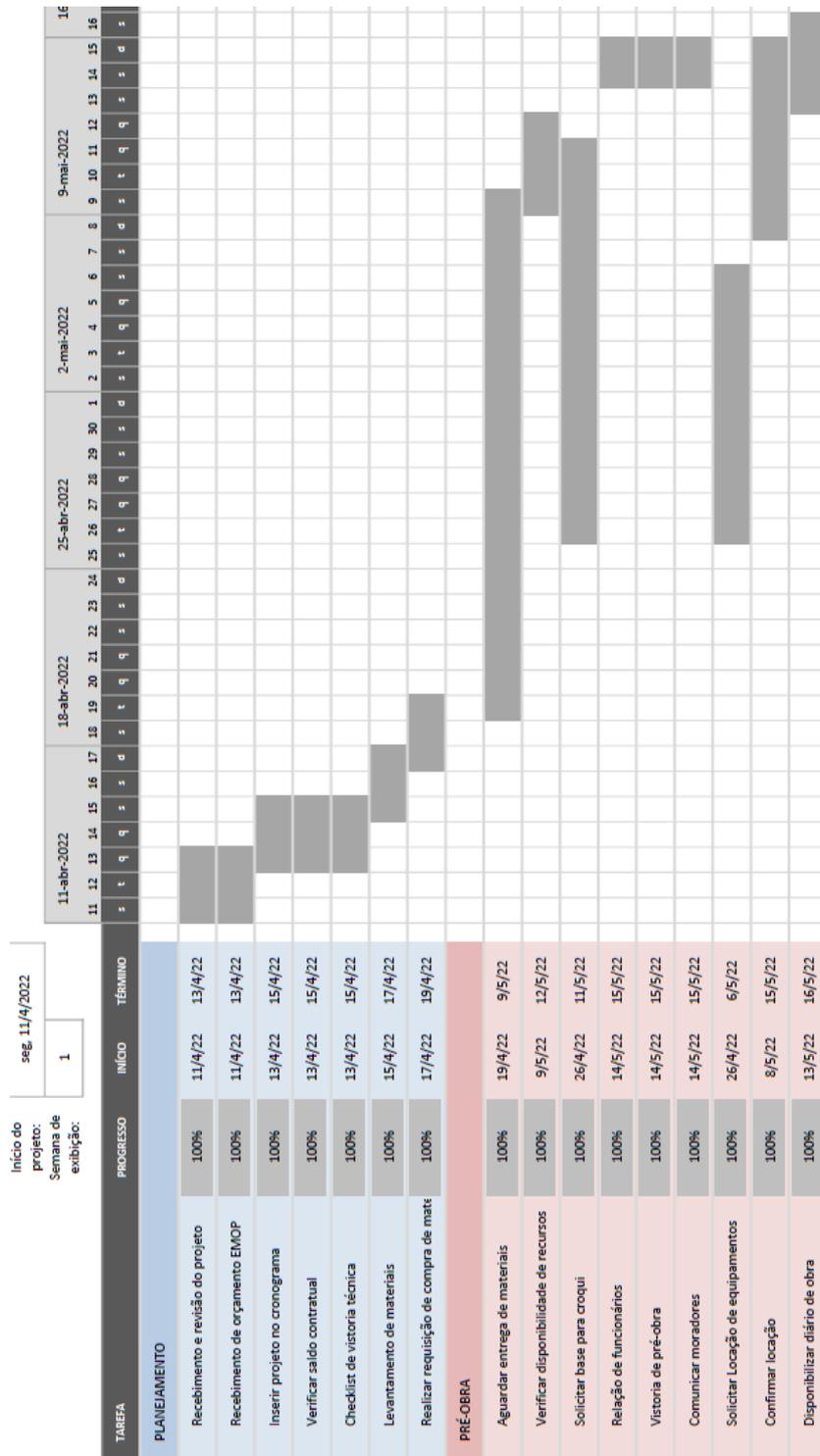
[ac/article/view/1170](#) . Acesso em: 12 out. 2022.

*Um Estudo De Caso Em Uma Empresa De Construção Civil.* Recife: UFPE, 2009.

[10] SANTOS, B. T. *Análise Do Gerenciamento De Custos De Projetos* –

7. Anexos

ANEXO A - Gráfico de Gantt da Obra 2



Fonte: Autora