



Utilização do método do caminho crítico em obras no Complexo Naval da Ilha do Governador^{1,2}

Use of the critical path method in works in the Complexo Naval da Ilha do Governador

Cleber Nelson da Rocha das Neves⁽¹⁾; Marcos dos Santos⁽²⁾;
Carlos Francisco Simões Gomes⁽³⁾; Renato Santiago Quintal⁽⁴⁾

⁽¹⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7549-3178>; Capitão-Tenente do Corpo de Fuzileiros Navais e Engenheiro Civil (Fundação Técnico Educacional Souza Marques); Marinha do Brasil. Comando do Material de Fuzileiros Navais (CMatFN), Brazil. E-mail: cleber.neves@marinha.mil.br;

⁽²⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1533-5535>; Pesquisador de Pós-Doutorado em Ciências e Tecnologias Espaciais do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA). Instituto Militar de Engenharia (IM). Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV); Brazil. marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br.

⁽³⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6865-0275>; Docente da Universidade Federal Fluminense (UFF); Brazil. E-mail: cfsg1@bol.com.br;

⁽⁴⁾ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5881-8118>; Professor do Magistério Superior da Escola Naval (EN); Brazil; E-mail: rsantiago79@hotmail.com.

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Recebido em: 28 de julho de 2020; Aceito em: 09 de novembro de 2020; publicado em 31 de 01 de 2021. Copyright© Autor, 2021.

RESUMO: Sabe-se que o saneamento básico de qualquer instalação impacta diretamente na qualidade de vida das pessoas que habitam ou trabalham naquele espaço, contribuindo inclusive para a preservação ou degradação do ambiente circundante. Assim, este trabalho tem o objetivo de aplicar o método do caminho crítico à obra de esgotamento sanitário do Complexo Naval da Ilha do Governador. Será utilizado o PERT/CPM, Método do Caminho Crítico, em sua execução, com o propósito de acompanhar as atividades das obras de reparo. O referido método fundamenta-se na Teoria dos Grafos, devendo ser utilizado estrategicamente pelo gestor, tendo em vista que indica o conjunto de atividades que não podem sofrer atraso, sob pena de atrasar todo o projeto. No que tange à metodologia, a presente pesquisa pode ser classificada como exploratória e estudo de caso. Com o advento deste estudo, vislumbra-se a possibilidade de se devolver a funcionalidade da rede de esgoto sanitário do aludido Complexo Naval, manter todas as características de operação do sistema original, recuperar os sistemas de equipamentos da elevatória existente e contribuir com a diminuição da poluição das águas que margeiam as instalações. O estudo encontra-se dividido em cinco seções a saber: Introdução, Descrição do Problema, Fundamentação Teórica, Método do Caminho Crítico e Considerações Finais. Verificando os resultados obtidos com a utilização dos métodos PERT/CPM, foi possível observar a importância do Caminho Crítico das atividades desenvolvidas na obra. Esta pesquisa pode trazer uma significativa contribuição para a sociedade na medida em que o bom andamento da obra em questão pode evitar o despejo de milhares de litros de esgoto in natura na Baía de Guanabara.

PALAVRAS-CHAVE: Esgoto Sanitário. Método Caminho Crítico.

ABSTRACT: The basic sanitation of any facility is known to have a direct impact on the quality of life of the people living or working in that space, even contributing to the preservation or degradation of the surrounding environment. Thus, this work aims to apply the critical path method to the sewage works of the Naval Complex of Ilha do Governador. It will be used the PERT / CPM, Critical Path Method, in its execution, with the purpose of monitoring the activities of the repair works. This method is based on Graph Theory and should be used strategically by the manager, as it indicates the set of activities that cannot be delayed, otherwise the project will be delayed. Regarding the methodology, the present research can be classified as exploratory and case study. With the advent of this study, the possibility of returning the functionality of the sanitary sewage network of the mentioned Naval Complex is envisaged, maintaining all the operating characteristics of the original system, recovering the equipment systems of the existing lift and contributing to the reduction of pollution of the waters bordering the facilities. The study is divided into five sections namely: Introduction, Problem Description, Theoretical Rationale, Critical Path Method and Final Considerations. Checking the results obtained with the use of PERT / CPM methods, it was possible to observe the importance of the Critical Path of the activities developed in the work. This research can make a significant contribution to society as the smooth running of the work in question can prevent the dumping of thousands of gallons of fresh sewage into Baía de Guanabara.

KEYWORDS: Sanitary sewage. Critical Path Method.

¹Versão preliminar do artigo foi apresentada no VI Congresso Brasileiro de Engenheiros Sem Fronteiras, que ocorreu no período de 15 a 17 de novembro de 2019, na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

²Os autores agradecem aos ilustres pareceristas da Diversitas Journal pelas críticas e sugestões feitas à versão original do texto.

INTRODUÇÃO

O Complexo Naval da Ilha do Governador (CNIG) é contemplado com a presença de quase sua totalidade por reservas naturais de Mata Atlântica, com elevações de médias altitude e banhada pela Baía de Guanabara, formando um bioma muito rico.

Com isso, está sendo desenvolvido um Projeto de Execução de Obras de Reparo da Rede de Esgoto Sanitário do CNIG, que contribuirá sobremaneira com a diminuição da poluição da Baía de Guanabara, que nos últimos anos tem se agravado ainda mais, de forma a contribuir melhor com a execução da obra será aplicado no controle o Método do Caminho Crítico, à ser gerenciado pelo gerente da obra.

Conforme Costa (2016), um elevado número de obras de construção civil tem sido realizada com base no conhecimento, através de domínios informais realizados por mestres de obras e encarregados, que mudam muito de um profissional para outro. À margem de uma norma de desempenho rigorosa e clientes mais exigentes, é necessário que a gestão de um projeto seja conseguida de forma plena, englobando recursos materiais, humanos e equipamentos, de forma a obter os melhores resultados na conclusão do projeto, dentro dos parâmetros de risco, qualidade, prazo e custo preestabelecidos.

A não vivência de um acompanhamento nos processos construtivos, a ausência de um gerenciamento, entre outras falhas de gestão, são registradas nas obras como fundamentais contribuintes no aumento dos desperdícios dos insumos e dos atrasos nas etapas construtivas, causando altas nos custos e aumento dos riscos (OLIVEIRA, *et al.*, 2016).

Segundo Neto (2017) o planejamento é uma ferramenta indispensável tanto nos grandes como nos pequenos projetos. Sua presença, portanto, pode ser fundamental na obtenção do sucesso do empreendimento. O acompanhamento das fases da obra é de fundamental importância com o Método do Caminho Crítico, sabendo assim, quando e onde poder intervir em tempo hábil, para que a obra não sofra com prejuízos futuros, seja por aditivos ou por contratações de funcionários em momentos inoportunos.

Este trabalho tem o objetivo de aplicar o método do caminho crítico à obra de esgotamento sanitário do Complexo Naval da Ilha do Governador. Com o advento deste estudo, vislumbra-se a possibilidade de se devolver a funcionalidade da rede de esgoto sanitário do aludido Complexo Naval, manter todas as características de operação do

sistema original, recuperar os sistemas de equipamentos da elevatória existente e contribuir com a diminuição da poluição das águas que margeiam as instalações.

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Com propósito de contribuir com a diminuição da poluição da Baía de Guanabara, foi efetuado um estudo para esgotar os dejetos humanos da tripulação do Complexo Naval da Ilha do Governador CNIG que são compostas de 10 (Dez) Organizações Militares: Primeiro Batalhão de Infantaria de Fuzileiros Navais (Riachuelo), Segundo Batalhão de Infantaria de Fuzileiros Navais (Humaitá), Terceiro Batalhão de Infantaria de Fuzileiros (Paissandu), Base de Fuzileiros Navais da Ilha do Governador (BFNIG), Batalhão de Blindados, Batalhão de Defesa de Controle Aerotático, Divisão Anfíbia, Batalhão de Artilharia, CIASC, Batalhão de Comando e Controle, com efetivo totalizando aproximadamente 9.000 (Nove Mil) militares. Para isso, foram pensadas em duas linhas de ações para coletar e esgotar tais dejetos: Construção de uma estação de tratamento no interior do CNIG e a Canalização através de tubulações de diâmetro de 150 mm de todo esgoto, direcionando para pontos coletores da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro (CEDAE).

Inicialmente foram efetuadas reuniões com pessoas responsáveis pela CEDAE, do setor de tratamento de água e esgotos da Ilha do Governador, e com integrantes da Diretoria de Obras Civis da Marinha (DOCM), com objetivo de se verificar o que seria mais viável para a nossa realidade.

Com isso, foi possível verificar que a CEDAE, tinha alguns pontos Coletores (Boca de Lobo) oriundos de Instalações de redes de Esgoto existentes de diâmetros de 250 mm, em alguns locais próximos de entradas principais do CNIG, Pórtico do BANANAL - Humaitá e Pórtico das PIXUNAS - Paissandu, que são pontos lógicos que poderão receber todos dejetos captados de todas Organizações Militares.

As reuniões foram imprescindíveis também para obter algumas informações e conclusões muito importantes no aspecto técnico e ao Custo x Benefícios:

- Construção de estação de tratamento é uma opção bastante tentadora, pois traria consigo uma possibilidade de diminuição do valor da conta de água, que por sua vez diminuiria cerca de 50%, mas em contrapartida, teria um custo razoável de manutenção em sua operação, capacitação profissional em operar dentre outros.

- Canalizar todo o esgoto para pontos coletores da CEDAE, trouxe uma solução mais vantajosa, pois não há custo fixo em operação, sendo possível esgotar somente para pontos pré-disposto pela CEDAE, que através de tubulações e elevatórias atenderia a necessidade das Organizações. Sendo assim, foi o método escolhido para executar a obra.

Com isso, serão implementadas novas redes de esgotamento sanitário, dentro de todo o CNIG, visando atender a sua demanda. Atualmente, existem pontos dentro do CNIG, que não possuem rede coletora de esgotos sanitários, vários casos de infiltração de esgotos nas galerias de águas pluviais, assim como da utilização de fossas sépticas e sumidouros por parte de algumas Organizações Militares (OM). A implementação da nova rede coletora, visa realizar a separação por completo dos Esgotos Sanitários das águas pluviais, bem como extinguir a necessidade de utilização de sumidouros e fossas sépticas, assegurando o perfeito atendimento das OM. O sistema deverá, sempre que possível, realizar o transporte dos esgotos sanitários por gravidade e somente quando necessário, como em casos de cotas mais baixas, fazer uso de bombas de estações elevatórias.

MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO

Ribeiro (2016) diz que planejar é prever metas a serem alcançadas com estratégias, interagindo com uma hierarquia de planos integrando com as atividades.

Conforme Vergara *et al*, (2017), orienta que o projeto deve ser verificado e analisado como uma fonte de energia que requer recursos e tempo para sua execução e conclusão. A gerência do projeto admite a utilização de instrumentos para executar e controlar as atividades que faz parte das melhores formas de utilização de tempo, pessoas e recursos. Este método é o Caminho Crítico, que garante o acompanhamento do cumprimento de todas as atividades na sua execução, desde o início até a sua finalização, dentro de prazos e metas estabelecidos no cronograma.

A gerência de projetos pode ser efetuada utilizando as ferramentas PERT/COM-Método do Caminho Crítico, que são benéficos para planejar, programar e controlar todas atividades relacionadas com o tempo e recursos utilizados, bem como a sequência de realização, determinação de caminhos críticos, formando ainda a representação em árvore observando o desenvolvimento do projeto.

Segundo Magalhães *et al*, (2015) o Método do Caminho Crítico (CPM) e a metodologia de estimativa e revisão (PERT) os cronogramas em redes ou, simplesmente, redes de planejamento, são grafos miscigenados que derivaram da teoria dos grafos. As redes podem ser simuladas por setas ou nós. Para a preparação de uma rede por setas é salutar usar correntemente duas técnicas de origem diversa: PERT e CPM. A metodologia CPM (*Critical Path Method – Método do Caminho Crítico*) foi desenvolvida em 1957 pela E. I. *Dupont de Neymours* e tem característica determinística. Ainda em 1957, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos desenvolveu a técnica PERT (*Program Evaluation and Review Technique – Técnica de Avaliação e Revisão de Programas*), de característica probabilística. Com o tempo, as duas técnicas foram uniformizadas, passando-se a usar a denominação PERT/CPM para esse tipo de redes onde as atividades são representadas por setas. Há de saber também que têm quatro passos para a preparação do método: Determinação das atividades; Determinação da duração das atividades; Determinação da lógica entre as atividades; Desenho da rede e cálculos. Os cálculos oferecem a data de fim do projeto, o caminho crítico das atividades e as atividades não críticas. Os resultados serão apresentados com o auxílio das informações a seguir.

Características da obra e definição das atividades

No Quadro 1, são apresentadas as atividades e as suas descrições, com objetivo de obter-se o Caminho Crítico da execução da obra.

Quadro 1 – Definição das atividades

Atividade	Descrição
A	Serviços Preliminares
B	Serviços Permanentes
C	Serviços Complementares
D	Instalações da Rede de Esgoto
E	Armadura (Ferragem)
F	Formas
G	Concreto Bombeado
H	Estruturas de Concreto Armado
I	Elevatórias
J	Pavimentação
L	Impermeabilização
M	Instalações Elétricas
N	Recomposição do Terreno
O	Limpeza Final do Terreno
P	Teste Hidrostático

Fonte: Autores (2020)

A. Serviços Preliminares

Os serviços preliminares são fundamentais para que a obra seja bem executada, cujo seu início se dá com a implementação do canteiro de obras, com tudo, antes do início da implantação do canteiro, as atividades prévias, sendo muito necessárias, devem estar a cargo do Engenheiro ou do supervisor de obras. Tais serviços, são basicamente como se fossem os serviços de apoio à execução do serviço principal, sendo executados e programados conforme a necessidade da obra. Para tanto, iniciando as atividades é necessário a limpeza do local, a sinalização, preparo do terreno que consiste em retiradas de vegetal, tocos, raízes e galhos.

B. Serviços Permanentes

São serviços que são contratados para executar a obra como um todo, por exemplo: Engenheiros, Mestre de Obras, Técnico de Segurança do Trabalho...etc. São serviços essenciais para uma boa qualidade de execução.

C. Serviços Complementares

São todos serviços que colaboram para sua execução como um todo, por exemplo: escavações, escoramento da vala e reaterro.

D. Instalações da Rede de Esgoto

Todas as tubulações de esgotos sanitários que forem substituídas, serão trocadas por novas tubulações de material PVC JEI, da marca Tigre ou equivalente.

E. Armaduras (Ferragens)

As armaduras são varas de aço que compreende em uma liga de ferro e carbono que é importante em sua composição, permitindo que não quebre e contribua no combate de certa forma a tração, quando no conjunto “concreto armado”, sendo necessário um correto dimensionamento para se obter uma boa estrutura.

F. Formas

As formas são chamadas também de molde, sendo um elemento construtivo utilizado para que materiais como o concreto armado adquiram a forma desejada numa determinada estrutura ou construção.

G. Concreto Bombeado

É o concreto com maior concentração de argamassa e cimento, cujo seus agregados geralmente são de menor diâmetros e que deverá ser bombeado do caminhão betoneira até o local da aplicação.

H. Estruturas de Concreto Armado

Em uma estrutura de concreto armado, a utilização de aço em vigas e pilares torna-se indispensável e o dimensionamento necessita ser bem calculado seguindo as normas vigentes dos órgãos reguladores.

I. Elevatórias

Neste trabalho serão utilizadas quatro (04) estações elevatórias e quatro (04) casas de bombas de recalque menores. A elevatória existente que encontra-se em desuso e necessitará de reparos, está localizada no Batalhão Riachuelo, essa será responsável por bombear o esgoto proveniente dos Batalhão Riachuelo, Batalhão Humaitá, Base de Fuzileiros Navais da Ilha do Governador (BFNIG) e Batalhão de Blindados a outra elevatória que será construída próximo ao Batalhão de Controle Aerotático de Defesa Antiaérea que esgotará os ramais de esgoto provenientes da Divisão Anfíbia, Batalhão de Controle Aerotático de Defesa Antiaérea e Batalhão de Artilharia, para o coletor localizado no Pórtico do BANANAL, fora CNIG, sendo necessárias suas instalações conforme relata Brum *et al*, (2018) em muitas localidades, as condições topográficas não permitem que o efluente sanitário escoe por gravidade na rede coletora até uma estação de tratamento de esgoto ou local de destinação final. Para sanar este problema, são construídas estações elevatórias com o objetivo de bombear a água residuária até uma cota mais elevada.

As casas de bombas de recalque estão localizadas na BFNIG, Batalhão Riachuelo (Casa do Comandante da Marinha) e Batalhão Humaitá (Casa de Praia), estas recalcam o esgoto para uma caixa de desague, a partir da caixa de desague o esgoto é conduzido por gravidade para a rede que direciona para a elevatória localizada no Batalhão Riachuelo.

A elevatória existente terá sua estrutura física mantida, porém sofrerá reparos na alvenaria e esquadrias, terá a estrutura impermeabilizada, a tubulação será trocada, assim como as bombas, o quadro de luz e as válvulas.

No CIASC será construída uma casa de bombas de recalque, de tal forma que esgote os dejetos para elevatória que será construída no Batalhão Paissandu, que

receberá o esgoto do CIASC, Batalhão de Comando e Controle e do próprio Paissandu, esgotando para o coletor localizado no Pórtico das PIXUNAS.

J. Pavimentação

A regularização do subleito é a intervenção esperada a conformar o leito destinado à receber o pavimento, transversal e longitudinalmente, adotando as larguras e cotas acentuadas no plano cotado. A espessura da camada de regularização abrange cortes ou aterros até 20 cm.

Não será aceita a execução dos serviços de regularização do subleito nos dias de chuva. Para a execução da regularização do subleito são considerados os seguintes serviços: escarificação do subleito em toda a largura e extensão das áreas a serem pavimentadas, em uma profundidade de 20 centímetros.

Todos os setores de regularização deverão ser escarificados até uma profundidade de 20 cm. A quantidade de umidade no momento da compactação deverá ser a umidade ótima, aceitar variação de 1,5% para mais ou para menos.

L. Impermeabilização

Deverá ser concretizada com Manta asfáltica acolhendo ao Tipo I e executada conforme a norma NBR 9575 (Impermeabilização); e possuir espessura mínima de 4,0mm. O feltro ou manta asfáltica não poderá conter furos, quebras ou fissuras e deverá ser recebido em bobinas embaladas em invólucro adequado. O armazenamento será efetivado em local coberto e seco. O asfalto será homogêneo e isento de água. Quando armazenado em sacos, deverá ser protegido do sol.

Preparo da Superfície - A superfície a ser impermeabilizada será favoravelmente regularizada, com argamassa de cimento e areia no traço volumétrico 1:3 e espessura de 2 cm). Todos os cantos deverão ser arredondados e os níveis dos planos deverão apresentar-se lisos, limpos, secos e isentos de graxas e óleos.

M. Instalações Elétricas

Os condutores para alimentação do quadro de comando e das bombas serão tipo cabo, fabricados em cobre eletrolítico de alta condutibilidade com isolamento e conforme às normas NBR 6880 (Condutores de cobre mole para fios e cabos isolados – Características).

N. Recomposição de Terreno

Na execução dos aterros deverá ser observada a norma NBR 5681. O reaterro das cavas deverá ser feito com o mesmo material resultante da escavação, em camadas sucessivas, compactando-as de forma a atingir estado similar ao do terreno lateral da vala.

O. Limpeza Final do Terreno

A empresa contratada providenciará a limpeza, destacando periodicamente uma equipe de serventes que executará as operações de limpeza e desobstrução.

P. Teste Hidrostático

É um método em que os elementos de um sistema, tais como tubos, vasos de pressão são testadas para a verificação de resistência e vazamentos através do enchimento do equipamento com um líquido pressurizado.

MATERIAIS E MÉTODOS

No que concerne aos materiais e métodos, convém apontar que objetivo deste estudo é aplicar o método do caminho crítico à obra de esgotamento sanitário do

Complexo Naval da Ilha do Governador. No que tange à metodologia, a presente pesquisa pode ser classificada como exploratória e estudo de caso. No que se refere ao delineamento da pesquisa, foi utilizado o PERT/CPM, Método do Caminho Crítico, em sua execução, com o propósito de acompanhar as atividades das aludidas obras de reparo. Faz-se necessário que apontar que o acesso à documentação técnica das 10 Organizações Militares componentes do Complexo Naval da Ilha do Governador foi essencial para a viabilização do presente estudo.

RESULTADOS E ANÁLISE

Mattos (2010) conta que no diagrama de rede PERT, cada atividade se representa por uma seta compreendida por desvio ou arco. O início e o fim de cada atividade são indicadas por um ciclo chamado de nó.

Segundo Teixeira (2016), um dos artifícios a ser empregado é a sobreposição das atividades, pois terão simultaneidade, não haverá a ocorrência de só uma por vez, o que ocasionaria um aumento de tempo e custo da obra. O resultado acima foi elaborado com auxílio do programa *PROJECT*, fazendo com que as atividades fiquem simplesmente identificadas, assim, os nós simulam as atividades e os arcos das relações de dependências. Ao lado de cada nó é informado o período, em meses para cada atividade.

O Caminho Crítico é decifrado como a rota que permite origem no nó inicial, chegando ao nó final. A consignação do comprimento deste caminho se refere a soma das durações de atividades que pertencem ao Caminho Crítico.

O quadro 2 mostra as informações de cada atividade envolvida no planejamento, com suas descrições e as atividades com as quais se relacionam (precedentes), assim como o tempo de cada uma para, então, ser trabalhada a rede PERT/CPM, abordando o Método do Caminho Crítico.

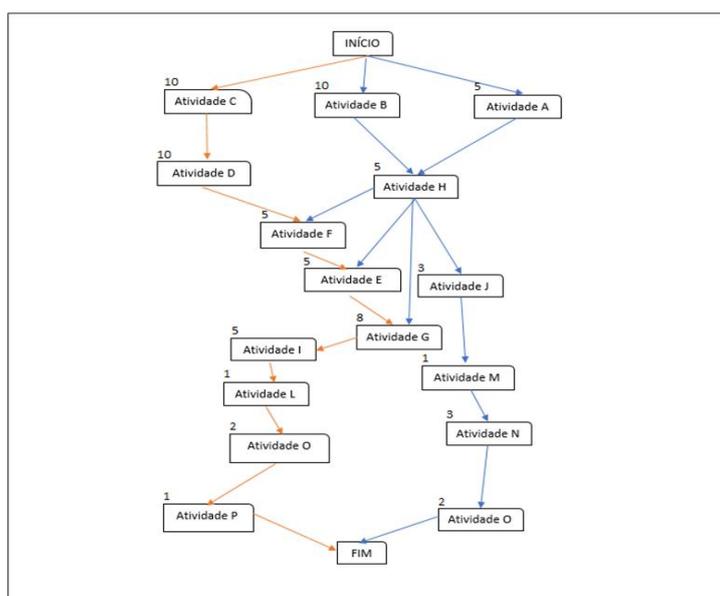
Quadro 2 – Precedência

Atividade	Descrição	Composição	Precedência	Tempo Planejado	Folgas
A	Serviço Preliminares	Canteiro, sinalização.	-	5 semanas	9 Semanas
B	Serviços Permanentes	Téc. Seg. Trab, Eng ^o	-	10 semanas	4 Semanas
C	Serviços Complementares	Escavações, Reaterro.	-	10 semanas	-
D	Instalações da Rede de Esgoto	Colocação tub. Conexões	C	10 semanas	-
E	Armadura (Ferragem)	Ferragem	F,H	5 semanas	-
F	Formas	Madeirite	D,H	5 semanas	-
G	Concreto Bombeado	Concretagem	H	8 semanas	-
H	Estruturas de Concreto Armado	Caixões, manilhas	B	5 semanas	2 Semanas
I	Elevatórias	Local col. Esgoto	G	5 semanas	-
J	Pavimentação	Piso, contra-piso	H	3 semanas	14 Semanas
L	Impermeabilização	Mnta asfáltica	I	1 semana	-
M	Instalações Elétricas	Casa de bombas e Elv	J	1 semana	1 Semana
N	Recomposição do Terreno	Plantio de grama	M	3 semanas	1 Semana
O	Limpeza Final do Terreno	Limpeza	L	2 semanas	-
P	Teste Hidrostático	Teste Final	O	1 semana	-

Fonte: Autores (2019)

De posse dos dados apresentados no Quadro 2, construiu-se a rede PERT/CPM, obtendo o Caminho Crítico destacado nas setas de cor vermelha, conforme exposto na Figura 1.

Figura 1 – Caminhos críticos



Fonte: Autores (2020)

Com a construção da rede PERT/COM, evidenciada na figura 1, foi possível verificar o Caminho Crítico para a execução da rede de esgoto do CNIG, sendo eles: (INÍCIO - C - D - F - E - G - I-L-O - P - FIM). Segundo Vilcapoma *et al.*, (2014), para a construção do simulador, foi levado em conta o tempo da atividade conforme o planejado no cronograma, e as variações como tempo máximo e tempo mínimo, que podem ocorrer em cada atividade de acordo com o engenheiro responsável pela obra. Essa análise é de total importância para o gestor da obra, pois demandam de informações que de acordo com a situação da obra, o profissional pode acelerar outros serviços de modo a otimizar o custo da obra, não deixando os funcionários ociosos, por exemplo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi aplicar o método do caminho crítico à obra de esgotamento sanitário do Complexo Naval da Ilha do Governador.

Verificando os resultados obtidos com a utilização dos métodos PERT/CPM, foi possível observar a importância do Caminho Crítico das atividades desenvolvidas na obra, sendo caracterizada pela sequência: INÍCIO - C - D - F - E - G - I - L - O - P - FIM. Com isso, foi possível observar o Caminho Crítico das atividades que serão desenvolvidas, demandando de um prazo de 47 semanas.

As atividades em alguns momentos iniciam e terminam em períodos distintos, com isso é permitido afirmar que caso o prazo de cada atividade supracitada não seja cumprido, conforme o cronograma, a obra poderá sofrer muitos prejuízos, como exemplo: multa por entregar a obra atrasada, acréscimo financeiro para pagamento de funcionários, pagamento de vale transporte, vale alimentação etc.

Verificando os resultados obtidos com a utilização dos métodos PERT/CPM, foi possível observar a importância do Caminho Crítico das atividades desenvolvidas na obra.

REFERÊNCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6880:1997**: Condutores de cobre mole para fios e cabos isolados – Características. Rio de Janeiro, 1997.
2. _____ . **NBR 5681**: Controle tecnológico de execução de aterros em obras de edificações. Rio de Janeiro, 2015.
3. _____ . **NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010.
4. BRUM. M. M; SANAGIOTTO. D. G; MARQUES. M. G, Análise de características hidráulicas e parâmetros geométricos de estações elevatórias de esgoto. XXVIII Congresso Latino-americano de Hidráulica. **Anais**. Buenos Aires, Argentina. Set/2018.
5. COSTA, J. D. Aplicação na Construção Civil de Técnicas e Ferramentas de Planejamento e Controle, Baseados no Conceito da Construção Enxuta. Rio de Janeiro: UFRJ, 2016, 68 f. **Monografia** (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
6. MAGALHÃES. R. M; MELLO. L. C. B. B; BANDEIRA. R. A. M, Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro, **Gestão e Produção**, vol.25, n.1, pp.44-55. Rio de Janeiro 01/Jun2017. Disponível em: DOI <https://doi.org/10.1590/0104-530x2079-15> Acesso em: 26 jul. 2020.
7. MATTOS, A. D.; **Planejamento e Controle de Obras**, São Paulo; Pini, 2010.
8. NETO, A. P. M; Planejamento e controle de obras técnicas. INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE, **Monografia** (Graduação em Engenharia Civil), Aracaju, 2017.
9. OLIVEIRA, A. N. S. et al. Tecnologias Integradas aos Planos de Gestão em Projetos na Construção Civil – Um Estudo de Caso. **Revista Científica Vozes dos Vales**, Minas Gerais, n. 09, p 1 – 35, mai. 2016.
10. RIBEIRO, Renato Vieira. **Estratégia empresarial e de recursos humanos**. IESDE BRASIL SA, 2016.
11. TEIXEIRA. R.T; **Análise de risco na metodologia PERT/CPM aplicado na construção civil**, Doc-Publico\BIBLIOS\REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL, Abr/2016.

12. VERGARA. W. R. H; TEIXEIRA. R.T; YAMANARI. J.S, Análise de risco em projetos de engenharia: uso de PERT/COM com simulação. **Exacta**, v.15, n.1. p.75-88. São Paulo. 2017. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.5585/exactaep.v15n1.6779>
Acesso em 26 jul. 2020.

13. VILCAPOMA, A. A. I; MOURA, L. M; SAMPAIO, L. M. D, USO DA SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS NO NORTE FLUMINENSE, **Anais do XVII Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha - SPOLM 2014**, v.1 n.1, São Paulo: Ago/2014.