



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**CALEBE LIRA CORREIA**

**ANÁLISE DE OBRA DE REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS:  
UM ESTUDO DE ORÇAMENTO, PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS.**

**FORTALEZA**

**2022**

CALEBE LIRA CORREIA

ANÁLISE DE OBRA DE REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS:  
UM ESTUDO DE ORÇAMENTO, PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Heber Lacerda de Oliveira

FORTALEZA  
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

C847a Correia, Calebe Lira.

Análise de obra de reabilitação de pavimentos aeroportuários : um estudo de orçamento, planejamento e controle de obras / Calebe Lira Correia. – 2022.  
93 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Francisco Heber Lacerda de Oliveira.

1. Planejamento. 2. Orçamento. 3. Controle de obras. 4. Pavimentação aeroportuária. 5. Reabilitação de pavimentos. I. Título.

CDD 620

---

CALEBE LIRA CORREIA

ANÁLISE DE OBRA DE REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS:  
UM ESTUDO DE ORÇAMENTO, PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 23/02/2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Francisco Heber Lacerda de Oliveira (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

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

---

Me. Victor Mosca de Carvalho Araújo (Examinador Externo)

Ao único Deus verdadeiro, o Deus trino,  
que intercede pelo Espírito, expiou  
pecados pelo sacrifício do Filho e governa-  
-me pelo Pai.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao único Deus verdadeiro, o Todo-Poderoso, que sustenta todos os meus passos com a sua poderosa mão, que propicia a minha existência e que garantiu todas as condições necessárias para a execução desta pesquisa.

Aos meus pais, por terem cuidado de mim com toda a dedicação e com o esmero necessário para os meus crescimento, aprendizado e desenvolvimento acadêmico.

Ao Prof. Dr. Francisco Heber Lacerda de Oliveira, pela excelente orientação durante o processo de construção deste trabalho, desde a ideia preliminar até a sua conclusão, com correções e apontamentos importantes.

Ao Prof. Dr. José de Paula Barros Neto, pelo desenvolvimento da disciplina de gerenciamento na construção civil, que proporcionou o conhecimento necessário para a realização deste trabalho.

Ao Me. Victor Mosca de Carvalho Araújo por ter me ajudado com insumos importantes, pela convivência cordial e pelo aprendizado na área de infraestrutura de transportes.

Aos demais professores que contribuíram com a minha formação acadêmica nas áreas de atuação da Engenharia Civil.

Aos colegas da turma de graduação, pelo convívio, ajuda e suporte durante os anos de estudo e companheirismo, especialmente aos meus amigos Daniel Braga Diniz, Eraldo Victor Morais Viana e João Pedro Saraiva Valentim com os quais compartilhei momentos únicos.

"Quem começa a construir uma torre sem antes calcular o custo e ver se possui dinheiro suficiente para terminá-la?" (Evangelho de Lucas, 14, 28).  
"É da natureza humana fazer planos, mas o propósito do Senhor prevalecerá." (Provérbios, 19, 21).

## RESUMO

As operações de pavimentação no complexo aeroportuário dependem dos adequados planejamento, gerenciamento e controle dos serviços para que as demais atividades de grande impacto não sejam comprometidas. O planejamento da obra visa a identificação das atividades que serão realizadas que demandam uma análise de risco com base no cenário que envolve os serviços que serão executados. Nesse contexto, o ambiente aeroportuário se apresenta como um sistema com especificidades em suas operações que implicam em restrições nas intervenções realizadas. Diante disso, o gerenciamento durante a execução da obra é uma etapa que deve ser aplicada continuamente, por meio do acompanhamento e planejamento continuado. Apesar de serem etapas usualmente aplicadas em obras de engenharia, essas se diferenciam no complexo aeroportuário e possuem exigências rígidas, que impõem aos responsáveis efetividade durante todo o período da obra. Conjuntamente ao acompanhamento dos serviços na etapa de gerenciamento existe o controle de obras que atua com a verificação e o desenvolvimento das análises de desempenho da obra ao comparar o planejamento e a execução na obra. Essas importantes etapas são devidamente apresentadas pela Agência Nacional de Aviação Civil, por meio dos seus manuais de operações no complexo aeroportuário e regulamentos. Esta pesquisa, portanto, objetiva analisar as etapas de planejamento, gerenciamento e controle de uma obra realizada no Aeroporto Internacional Pinto Martins, em Fortaleza, estado do Ceará e, com isso, propor cenários alternativos, bem como verificar a relação de custos das composições de serviços utilizadas na obra com as composições de sistemas referenciais de custo. O desenvolvimento dessas atividades se justifica pela pequena quantidade de pesquisas no ambiente aeroportuário e pela deficiência dos sistemas referenciais de custos, que não contemplam as operações do modo aeroportuário em suas composições de custos adequadamente. Os resultados foram obtidos por meio da análise de dados registrados durante o período da obra e mostram a execução da obra em menor prazo e demonstram grandes disparidades entre os custos das composições próprias adotadas e das composições dos sistemas de custo.

**Palavras-chave:** planejamento; orçamento; controle de obras; pavimentação aeroportuária; reabilitação de pavimentos.

## ABSTRACT

Operational operations in the airport complex of the planning, management of services so that other high-impact activities are not projected. The planning of the work aims to identify the activities that will be carried out that require a risk analysis without scenarios that involve the services that will be performed on the basis. In this context, the airport environment is presented as a system with operations in context that imply the scope of the interventions carried out. Therefore, management during the execution of the work is a step that must be applied continuously, through continuous monitoring and planning. Although they are usually applied throughout the engineering period, the stages are applied during the airport period and require strict requirements, which they impose on the works defined during the airport period. Together with the monitoring of services in the management or control stage of verification works and the development of monitoring of the performance functions of the work when comparing planning and execution. These steps are important Civilian Complex by the National Aviation Agency of its Airport Operations Operations and Regulations. This, therefore, aims to analyze the stages of planning, management and control of a work carried out at the Pinto Martins International Airport, in Fortaleza, state of Ceará and, with that, to propose alternative scenarios, as well as to verify the cost relation of the services used in the work with the compositions of cost reference compositions. The development of these activities is due to the small amount of research in the aerodynamic environment is not due to the deficiency of the systems, which contemplate how operations do the operations by means of costs and aeronautical costs justifiable in their cost structures and aeronautical costs. The results were obtained through the analysis of data during the period of the work and show the execution of the work in a shorter period and great disparities between the costs of the projected compositions and the compositions of the systems during the costs.

**Keywords:** planning; budget; works control; airport paving; pavement rehabilitation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Taxa de viagens aéreas por habitante no Brasil .....	17
Figura 2 - Grau de oportunidade da mudança em função do tempo.....	19
Figura 3 - Área de Movimento do Aeroporto Internacional Pinto Martins.....	25
Figura 4 - Pátio de Aeronaves do Aeroporto Internacional Pinto Martins com <i>red line</i> de delimitação.....	26
Figura 5 - Pista de Táxi do Aeroporto Internacional Pinto Martins.....	27
Figura 6 - Representação da área protegida de uma pista de pouso e decolagem.....	28
Figura 7 - Ciclo de vida de uma obra de engenharia.....	32
Figura 8 - Grupo de processos de uma obra ao longo do tempo.....	33
Figura 9 – Distância e trajeto integrado entre pedreira, usina de asfalto e local da obra.....	60
Figura 10 – Rotina esquemática dos serviços executados na PPD.....	63

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Roteiro da estimativa e da formação de composições de custos.....	35
Gráfico 2 - Etapas do planejamento para o cronograma.....	37
Gráfico 3 - Etapas do planejamento de obras no aeródromo.....	39
Gráfico 4 - Etapas da análise risco para obras aeroportuárias.....	41
Gráfico 5 - Ciclo PDCA.....	43
Gráfico 6 - Etapas do Monitoramento e Controle de Obras.....	48
Gráfico 7 - Curvas S planejada e real com replanejamento.....	49
Gráfico 8 – Curva ABC de Serviços.....	59
Gráfico 9 - Curva S prevista e real para a obra.....	66
Gráfico 10 - Curva S planejada para o primeiro cenário alternativo.....	68
Gráfico 11 - Curva S planejada para o segundo cenário alternativo.....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação de Aeródromos quanto a média de passageiros processados.....	23
Tabela 2 - Número de Aeródromos e representantes por classe.....	24
Tabela 3 - Densidade de Tráfego do Aeródromo.....	24
Tabela 4 - BDI para obras aeroportuárias nos pátios e pistas de pouso.....	36
Tabela 5 - Orçamento da proposta técnica.....	56
Tabela 6 – Curva ABC de serviços. ....	58
Tabela 7 – Período planejado para a obra, precipitação e dias de chuva.....	61
Tabela 8 – Chuva máxima no posto pluviométrico Castelão em Fortaleza.....	62
Tabela 9 – Rotina diária de atividades.....	62
Tabela 10 - Uso de mão de obra por mês na obra.....	64
Tabela 11 - Uso de equipamentos por mês na obra.....	64
Tabela 12 - Equipe diretamente ligada às atividades na PPD e equipamentos.....	66
Tabela 13 - Rotina diária de atividades do primeiro cenário alternativo.....	69
Tabela 14 - Rotina diária de atividades do segundo cenário alternativo.....	70
Tabela 15 - Diferença entre o preço das principais composições de custo e o preço do orçamento.....	72
Tabela 16 - Produtividade das CPPU para cada cenário analisado.....	73
Tabela 17 - Preço unitário para as CPPU de cada cenário.....	74
Tabela 18 - Preço total do orçamento para as CPPU de cada cenário.....	74

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos pavimentos quanto ao uso.....	28
Quadro 2 - Principais equipamentos utilizados em obras de reabilitação de pavimentos.....	30
Quadro 3 - Aplicação dos pavimentos Aeroportuários.....	31
Quadro 4 - Áreas Operacionais com Solicitações Críticas e Não Críticas.....	32
Quadro 5 - Classificação CNAE 2.0 de obras e tipos das obras.....	36
Quadro 6 - Cenário sintético de uma obra de reabilitação do pavimento da PPD.....	40
Quadro 7 - Análise de riscos de obras com movimentação de terra, escavação e pavimentação.....	42
Quadro 8 - Agrupamento de riscos em pacotes de serviço.....	42
Quadro 9 - Listagem de riscos de obras com intervenções em janelas operacionais..	46
Quadro 10 - Observações de inconformidades e medidas corretivas no período da obra.....	67

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
CPU	Composição de Preço Unitário
CPPU	Composição Própria de Preço Unitário
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado à Quente
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
PPD	Pista de Pouso e Decolagem
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RESA	Área de Segurança de Fim de Pista
Seinfra/CE	Secretaria de Infraestrutura do Ceará
SICRO	Sistema de Custos Referenciais de Obras
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	23
<b>2.1 Aeródromo</b> .....	23
<b>2.1.1 Áreas de movimento e de manobras e pátio de aeronaves</b> .....	25
<b>2.1.2 Pista de táxi</b> .....	26
<b>2.1.3 Pista de Pouso e Decolagem</b> .....	27
<b>2.2 Pavimentação</b> .....	28
<b>2.2.1 Pavimentação Aeroportuária</b> .....	29
<b>2.2.1.1 Pavimentos Aeroportuários</b> .....	30
<b>2.3 Orçamento, planejamento e controle de obras</b> .....	32
<b>2.3.1 Orçamento de obras de infraestrutura aeroportuária</b> .....	34
<b>2.3.1.1 Estimativa de custos dos serviços</b> .....	33
<b>2.3.2 Planejamento de obras de infraestrutura aeroportuária</b> .....	37
<b>2.3.2.1 Cronograma de atividades</b> .....	36
<b>2.3.2.2 Obras e serviços de manutenção no aeródromo</b> .....	37
<b>2.3.2.3 Obras de Reabilitação de Pavimento da PPD</b> .....	43
<b>2.3.3 Controle de obras de infraestrutura aeroportuária</b> .....	46
<b>2.3.3.1 Controle de Obras de Reabilitação do Pavimento Aeroportuário</b> .....	48
<b>3 MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	51
<b>3.1 Análise dos Planejamento e Gerenciamento da Obra</b> .....	51
<b>3.2 Elaboração de Cenários Alternativos</b> .....	53
<b>3.3 Verificação de Impactos Da Obra</b> .....	54
<b>4 RESULTADOS</b> .....	55
<b>4.1 Escopo, orçamento e curva ABC</b> .....	55
<b>4.2 Logística e Metodologia Executiva dos Serviços</b> .....	60
<b>4.2.1 Aspectos do local da obra, da usina e da pedreira</b> .....	60

<b>4.2.2 Aspectos pluviométricos no período da obra</b> .....	61
<b>4.2.3 Rotina diária e jornada de trabalho</b> .....	62
<b>4.2.4 Logística de mão de obra e equipamentos</b> .....	63
<b>4.3 Elementos de Controle e Acompanhamento da Obra</b> .....	64
<b>4.4 Cenários alternativos</b> .....	67
<b>4.5 Composições De Custos E Impactos Na Obra</b> .....	71
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	76
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	78
<b>APÊNDICE A – QUADROS DE ACOMPANHAMENTO DIÁRIO.</b> .....	82
<b>APÊNDICE B – QUADROS DE COMPOSIÇÕES PRÓPRIAS DE PREÇO UNITÁRIO</b> .....	84
<b>APÊNDICE C – TABELA DE COMPOSIÇÕES DE PREÇO UNITÁRIO</b> .....	87
<b>APÊNDICE D – QUADROS DE COMPOSIÇÕES PRÓPRIAS DE PREÇO UNITÁRIO</b> .....	88
<b>APÊNDICE E – QUADROS DE COMPOSIÇÕES PRÓPRIAS DE PREÇO UNITÁRIO</b> .....	91
<b>ANEXO A – COMPOSIÇÕES E INSUMOS DOS SISTEMAS DE CUSTO</b> .....	94

## 1 INTRODUÇÃO

As obras de pavimentação se destacam como serviços da construção pesada e contribuem para os sistemas de transportes, que, em geral, se desenvolvem com a necessidade dos seus usuários e com o avanço tecnológico. O transporte aéreo, como um modo de transporte, desenvolveu-se a partir da segunda metade do século XX. Esse progresso foi evidenciado, inicialmente, com o relevante aumento e a modernização de aeronaves, sendo este um fator para a demanda de pistas pavimentadas (SILVA, 2010).

Nessa conjuntura, as infraestruturas aeroportuárias - em especial as pistas de pouso e decolagem - sofreram alterações na pavimentação e nos requisitos mínimos exigidos para assistir às operações das novas aeronaves e ao aumento no número de viagens realizadas, além de ter uma duração maior em um estado aceitável. Segundo GOMES (2012) na década de 1950, 11 empresas aéreas funcionavam com o transporte de cargas e passageiros e, em 1960, o Brasil possuía a segunda maior rede de transporte aéreo comercial do planeta, sendo superado apenas pelos Estados Unidos.

Segundo a Associação Brasileira das Empresas Aéreas (2021) o número de viagens por habitante no Brasil na segunda metade do século XX passou de 0,01, em 1940, para 0,02, em 1990 – Figura 02. Ao considerar o crescimento da população no mesmo período de aproximadamente 250%, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2007), o número total de viagens teve um aumento de, aproximadamente, 600%.

Figura 1 - Taxa de viagens aéreas por habitante no Brasil.



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS AÉREAS (2021).

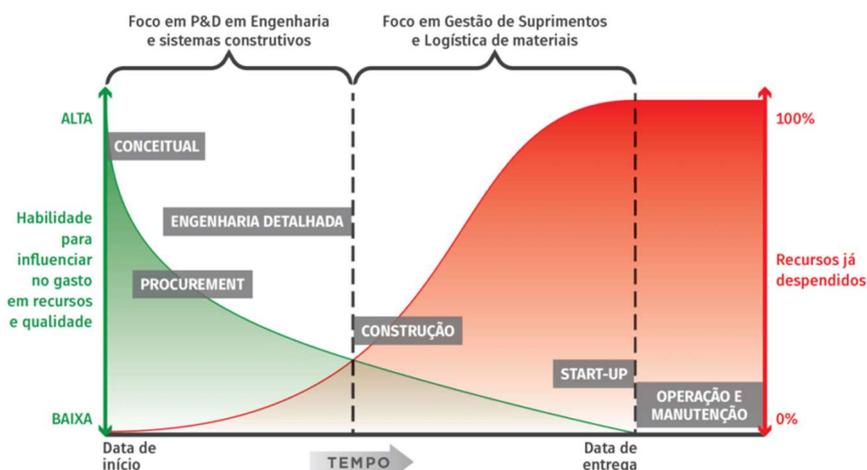
Dessa forma, um constante aprimoramento das atividades que envolvam o sistema aeroportuário - com o fito de evitar incidentes e acidentes, bem como garantir a mobilidade do transporte e a segurança das operações de pousos e decolagens - são necessários. Esse aprimoramento envolve os aspectos abordados neste trabalho, como os de planejamento e controle e suas relações com os orçamento e produtividade.

O planejamento de obras é um requisito que produz benefícios que estão ligados ao desempenho da produção (MATTOS, 2019a). Dentre esses, estão o conhecimento integral da obra e da atividade que será executada, a detecção preditiva das situações desfavoráveis e complexas, a otimização e melhoria contínua na alocação de recursos, a ação tempestiva das decisões e outros inúmeros benefícios. Portanto, a ausência de um plano detalhado dos serviços a serem executados ou a inefetividade do planejamento permite que as situações desfavoráveis sejam potencializadas, a produtividade reduz, o número de alterações necessárias se eleve e cause um custo desnecessário e inesperado.

Conforme a ANAC (2020) o planejamento de obras possui o objetivo de garantir que os resultados sejam atendidos sem que exista deterioração e custos proibitivos, principalmente em áreas operacionais do aeródromo. Um plano de ações torna-se efetivo quando mesmo em meio às adversidades e contingências, as operações necessárias são realizadas gerando uma modificação que estava prevista dentro das margens de incerteza e risco do serviço.

Nesse cenário, destaca-se o conceito de grau de oportunidade que, segundo Mattos (2019a), relaciona a oportunidade de se alterar serviços ou corrigir falhas com a quantidade de recursos já despendida. Em obras com um plano definido previamente o grau de oportunidade é considerado positivo, pois, em meio ao desenvolvimento inicial dos serviços, pode-se acompanhá-los efetivamente e garantir um controle mais eficaz. Logo, as contingências, que porventura aconteçam, podem ser resolvidas de forma positiva e com impacto dentro da faixa aceitável para situações como essas. Na Figura 02, percebe-se o grau de oportunidade - construtiva ou positiva em verde e destrutiva em vermelho - de acordo com o que é estabelecido durante uma obra.

Figura 2 - Grau de oportunidade da mudança em função do tempo.



Fonte: (CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE, 1986)

Em suma, a gestão das obras no complexo aeroportuário é demandada de forma específica devido ao potencial de risco das operações. O planejamento e as análises de risco são elementos essenciais e compõem o gerenciamento das intervenções, principalmente no aeródromo, área restrita e controlada para a garantia da segurança e a viabilidade das operações segundo os regulamentos, as normas técnicas e a legislação vigente.

### 1.1 Problema da Pesquisa

Na área dos transportes, os sistemas que envolvem os modos, suas estruturas e serviços são específicos e diferenciam-se entre si pelas particularidades. O sistema aeroportuário possui diversas peculiaridades como a interação com o entorno por meio do seu desenvolvimento e o ambiente envolvido com uma alta complexidade que se relaciona com altos riscos (SILVA, 2010).

Em muitas obras no âmbito da Engenharia de Transportes percebe-se um baixo desenvolvimento dos aspectos relacionados ao planejamento das obras relacionadas à infraestrutura aeroportuária. Nesse contexto, destaca-se a importância da análise de como o planejamento e o gerenciamento de obras no ambiente aeroportuário são desenvolvidos, principalmente no âmbito da produtividade e da efetividade das execuções. Segundo a ANAC (2020) um planejamento e uma coordenação com êxito podem, mesmo que em um ambiente complexo, reduzir a perturbação nas operações - que movimentam inúmeros setores - e evitar situações

que comprometam a segurança - item inegociável e requisitado em alto nível no ambiente aeroportuário.

Nessa conjuntura - de grandes restrições, limitações e cuidados específicos rígidos - apresenta-se também a dificuldade em refletir esses aspectos nas estimativas de custos das obras, pois a especificidade aeroportuária ainda é pouco contemplada. Os sistemas e tabelas referenciais de custos atualmente utilizados nas obras nacionais - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) - não conseguem transmitir com fidedignidade os índices dos serviços por não possuírem de forma abrangente, apenas de forma simplista, referências específicas para aeroportos. Esses sistemas e tabelas de custos referenciais são aplicados, principalmente, nas obras da construção civil e rodoviárias, as quais atendem com maior acurácia, pois as pesquisas e os parâmetros se aproximam da realidade dessas atividades.

Diante desses aspectos, percebe-se um menor desenvolvimento no planejamento e nas análises de custos que envolvem o modo aeroportuário, potencializado pelas dificuldades em um referencial de serviços na área. Uma tabela de referências rodoviárias não refletirá operações aeroportuárias (DIAS, 2015), portanto o uso inadequado de referências distintas impacta consideravelmente nos pacotes de serviços que devem ser executados. As diferenças fazem com que, naturalmente, as margens de erro e a incerteza aumentem e, por consequência, causem prejuízos.

## **1.2 Justificativa**

As operações no complexo aeroportuário são atividades que exigem um alto nível de desempenho, sendo relevantes para a integração de localidades em um menor tempo, ações comerciais, empresariais e diversas outras, seja nacionalmente ou internacionalmente. Dessa forma, é evidente que a análise das formas de como proceder em uma área especial é necessária, pois os fatores apresentados refletem diretamente na operação e na qualidade dos serviços.

O estudo do planejamento de ações interventoras nesse ambiente reflete o reconhecimento da importância desse modo de transporte e da complexa estrutura que o envolve e assiste-o. É uma forma que busca antever a lógica construtiva e gerar informações de prazos e metas físicas (MATTOS, 2019a). Além disso, contribui com

uma perspectiva pouco pesquisada, discutida e analisada na referida área, o que permite a muitos responsáveis técnicos de obras deparar-se com uma realidade diferente da que estão habituados a trabalhar.

A análise do gerenciamento e das formas de controle das obras relacionadas ao plano estratégico de desenvolvimento das atividades, às equipes de trabalho e à produtividade dos serviços tem um papel fundamental no contexto aeroportuário, pois atende aos requisitos exigidos. Segundo Mattos (2019a), essa análise dos índices e das produtividades habilita o planejador a calcular a duração das atividades que integram o planejamento com confiabilidade. Esses cálculos garantem um maior domínio no acompanhamento da obra e permitem uma taxa de êxito satisfatória ao se comparar o planejado com o realizado.

Nessa conjuntura, os estudos em obras de pavimentação aeroportuária, como uma das áreas que assiste o Transporte Aéreo, produzem notáveis contribuições à academia e aos profissionais dessa área. Esses serviços por serem geralmente realizados em situações mais adversas - como em horário noturno e jornada reduzida de trabalho - e com restrições mais elevadas, por se concentrarem em áreas com o aeródromo em operação, necessitam de estratégias e planejamento específicos.

Em suma, evidencia-se como útil a análise da relação entre a especificidade em aeroportos, o planejamento dos serviços com base nos insumos e nos índices de produtividade e a estimativa de custos que reflita essa realidade específica. Uma abordagem que deveria considerar as dificuldades que se prolongam e refletem ações deficitárias nas operações que assistem o Transporte Aéreo.

### **1.3 Objetivos Geral e Específicos**

Este trabalho tem como objetivo geral demonstrar a importância e os impactos relacionados ao planejamento e ao gerenciamento nas obras de pavimentação aeroportuária.

São objetivos específicos deste trabalho:

- a) Analisar o planejamento e o gerenciamento de uma obra de reabilitação de pavimento aeroportuário;

- b) Desenvolver cenários alternativos de jornada de trabalho e de cronograma para a obra de reabilitação de pavimento aeroportuário analisada;
- c) Verificar a produtividade, os impactos e os custos de uma obra de pavimentação aeroportuária considerando as diferenças da aplicação de composições de custos e serviços para serviços aeroportuários e as consequências na obra.

#### **1.4 Estrutura do Trabalho**

O presente trabalho é dividido em cinco capítulos. Além deste capítulo introdutório, o segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica que explicita os conceitos mais relevantes relacionados ao assunto e que são necessários para a compreensão, a análise e a fundamentação dos aspectos pesquisados. O terceiro capítulo indica a metodologia utilizada na obtenção de dados e o processo de análise que os envolve. O quarto capítulo demonstra os resultados alcançados - que são analisados e discutidos. O quinto capítulo exterioriza as conclusões da pesquisa e apresenta sugestões.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem o propósito de expor uma revisão bibliográfica de trabalhos sobre o sistema aeroportuário, com a apresentação das áreas e operações no aeródromo, a abordagem de obras de reabilitação de pavimentos aeroportuários, com ênfase nos orçamentos, planejamento e controle dessas obras.

### 2.1 Aeródromo

Simões (2003) aponta, dentre as atividades de transporte aéreo, o aeroporto como a principal infraestrutura em terra, por possuir terminais de passageiros e cargas, equipamentos de controle e segurança, manutenção de aviões, pistas de táxi, pouso e decolagem e outras áreas de apoio ao transporte aéreo.

Segundo o RBAC nº107 os aeródromos são classificados em quatro classes de acordo com o tipo de serviço aéreo operado no aeródromo e com o número de passageiros processados (ANAC, 2021c). Nesta conjuntura, aeroportos de classes mais elevadas demandam operações mais cuidadosas, assertivas e que causem o menor impacto no ambiente aeroportuário, justamente por transportarem milhões de passageiros anualmente, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação de Aeródromos quanto a média de passageiros processados.

<b>Classe</b>	<b>Operações</b>	<b>Média de passageiros processados nos últimos 3 anos (X)</b>
<b>AP-0</b>	Somente aviação geral, de serviço de táxi aéreo e/ou aviação comercial (fretamento).	
<b>AP-1</b>	Aviação comercial regular ou charter	$X < 600.000$
<b>AP-2</b>	Aviação comercial regular ou charter	$600.000 \leq X < 5.000.000$
<b>AP-3</b>	Aviação comercial regular ou charter	$X \geq 5.000.000$

Fonte: (ANAC, 2021c) - Adaptado.

No Brasil, em conformidade com a Portaria nº 4.315/SIA, cerca de 9% dos aeroportos são classificados como AP-3, sendo estes importantes para o tráfego aéreo nacional e internacional (ANAC, 2021e). Os aeródromos de Classe AP-2, apresentam-se como representantes de aproximadamente 17%, enquanto a classe

AP-1 é a detentora da maior parcela dos aeroportos brasileiros. Na Tabela 2, pode-se verificar a quantidade de aeroportos em cada classe.

Tabela 2 - Número de Aeródromos e representantes por classe.

<b>Classe</b>	<b>Número de aeródromos</b>	<b>Alguns aeródromos representantes</b>
<b>P-1</b>	102	Altamira (PA); Bauru/Arealva (SP); Teixeira De Freitas (BA); Santa Maria (RS); Corumbá (MS).
<b>P-2</b>	23	Hercílio Luz (SC); Eduardo Gomes (AM); Eurico De Aguiar Salles (ES); Porto Seguro (BA).
<b>P-3</b>	12	Guarulhos, Congonhas e Viracopos (SP); Galeão e Santos Dumont (RJ); Juscelino Kubitschek (DF); Pinto Martins (CE), Afonso Pena (PR); Deputado Luís Eduardo Magalhães (BA); Salgado Filho (RS).

Fonte: ANAC (2021e) - Adaptado.

Nesse contexto, destaca-se também como relevante no ambiente aeroportuário, a densidade de tráfego. Segundo o RBAC nº154, a densidade de tráfego é um fator que, por causa da movimentação em baixa velocidade ou da parada de aeronaves, deve ser considerado na majoração dos esforços solicitantes no dimensionamento da resistência do pavimento, em relação à pista de pouso e decolagem (PPD), em áreas como no pátio de aeronaves (ANAC, 2021b). Os aeródromos podem ser classificados em três classes conforme o número médio de movimentos, como explicitado na Tabela 3. As obras devem ser realizadas preferencialmente de maneira coordenada com o órgão do Serviço de Controle De Tráfego Aéreo (ATC) em momentos nos quais não haja operação no aeródromo, como na PPD (ANAC, 2020).

Tabela 3 - Densidade de Tráfego do Aeródromo.

<b>Classificação</b>	<b>Número médio de movimentos na hora-pico (<math>\bar{m}h_{pp}</math>)</b>	<b>Número médio de movimentos na hora-pico, do total de movimentos do aeródromo (<math>\bar{m}h_{pt}</math>).</b>
Baixa	$0 \leq \bar{m}h_{pp} \leq 15$	$0 \leq \bar{m}h_{pt} < 20$
Média	$15 < \bar{m}h_{pp} < 26$	$20 \leq \bar{m}h_{pt} \leq 35$
Alta	$26 \leq \bar{m}h_{pp}$	$35 < \bar{m}h_{pt}$

Fonte: ANAC (2021b) - Adaptado.

### 2.1.1 Áreas de movimento e de manobras e pátio de aeronaves

Conforme o RBAC nº153 a área de movimento é uma parte do aeródromo em que as operações de decolagem, pouso e táxi de aeronaves são realizadas e contém a área de manobras e os pátios de aeronaves (ANAC, 2021a). Essa área, que pode ser verificada na Figura 3, está contida na área operacional - ou lado ar - que inclui também os terrenos e edificações adjacentes ao aeródromo que possuem acesso controlado.

Essa região do lado ar do aeroporto é uma área prioritária de risco devido às operações realizadas, logo existe a necessidade de um controle de segurança e acesso específico, sendo classificada como uma área restrita (FRAPORT, 2020).

Figura 3 - Área de Movimento do Aeroporto Internacional Pinto Martins.



Fonte: FRAPORT (2020).

Segundo o RBAC nº153 o pátio de aeronaves é uma área, classificada como restrita, destinada à acomodação de aeronaves para fins de embarque e desembarque de passageiros, carregamento ou descarregamento de cargas, correio, reabastecimento de combustível, estacionamento ou manutenção (ANAC, 2021a). Esta área, apresentada na Figura 4, possui linhas de sinalização de segurança com bordas brancas e faixa central vermelha, *red line*, velocidade máxima controlada em 20 km/h, próximo ao estacionamento das aeronaves, e de 30 km/h nas áreas próximas, exceto para os veículos em situação de emergência. De acordo com Fraport

(2020) o trânsito de pessoas não autorizadas pela fiscalização de pátio, bem como veículos é proibido dentro dos limites do pátio do estacionamento das aeronaves.

Figura 4 - Pátio de Aeronaves do Aeroporto Internacional Pinto Martins com *red line* de delimitação.



Fonte: FRAPORT (2020).

A área de manobras de um aeródromo é utilizada para o pouso, a decolagem e o táxi de aeronaves e abrange dentro da região da área de movimento diversos espaços, excetuando os pátios de aeronaves. É classificada como uma área restrita do aeroporto. Possui limitação de quantidade de aeronaves e de outros veículos, sendo estes ao mínimo necessário para as operações. (ANAC, 2021b)

### **2.1.2 Pista de táxi**

Conforme o RBAC nº154 a pista de táxi é a trajetória definida em um aeródromo em terra, estabelecida para táxi de aeronaves e com a função de oferecer uma ligação entre as partes do aeródromo com subdivisões de acordo com a localização e o objetivo específico. A pista de táxi de acesso ao estacionamento de aeronaves está contida no pátio de aeronaves e tem o objetivo de oferecer acesso às posições de estacionamento de aeronaves. A pista de táxi de pátio oferece uma circulação completa de táxi por meio do pátio de aeronaves. Já a pista de táxi de saída rápida permite que as aeronaves em pouso saiam da pista em velocidades mais altas do que nas demais pistas de táxi de saída para a menor duração de ocupação na PPD (ANAC, 2021b). Na Figura 5, pode-se perceber uma pista de táxi e suas várias áreas, que em conformidade com o RBAC nº107, devem ser mantidas pelo operador de aeródromo em condições de segurança operacional, por meio de um processo

contínuo de avaliação de risco, com o objetivo de orientar o planejamento da segurança aeroportuária (ANAC, 2021c).

Figura 5 - Pista de Táxi do Aeroporto Internacional Pinto Martins.



Fonte: FRAPORT (2020).

### **2.1.3 Pista de Pouso e Decolagem**

De acordo com o RBAC n°154 a PPD corresponde a uma área retangular, pertencente à área restrita do aeroporto, definida em um aeródromo em terra, preparada para pousos e decolagens de aeronaves e que se interliga com as demais áreas do aeródromo para as operações complementares após o pouso e antes da decolagem (ANAC, 2021b). É uma área que deve ser mantida em condições adequadas a fim de que a segurança das operações de pouso e decolagem não sejam comprometidas (ANAC, 2021a). Além disso, conforme o RBAC n° 153 a PPD deve possuir auxílios visuais em condições físicas e operacionais que viabilizem, aos pilotos e motoristas, a fácil identificação e visibilidade da pista (ANAC, 2021a). Na região da PPD existem áreas como a área protegida – apresentada na Figura 6 - que compreende a PPD e a área em ambos os lados dela, a *stopway*, o comprimento da faixa de pista, a Área de Segurança de Fim de Pista (RESA) e, a zona desimpedida (*clearway*) caso exista, sendo uma área restrita a operações específicas e controladas, visando uma baixa taxa de impactos negativos (ANAC, 2021a). Segundo a ANAC (2020) para que a área restrita não seja violada ela deve ser identificada por demarcação e enquanto a região da PPD esteja em operação, é proibida a presença de pessoas ou veículos não autorizados na área protegida, configurando-se uma incursão em pista, nos casos de violação.

Figura 6 - Representação da área protegida de uma pista de pouso e decolagem.



Fonte: ANAC (2020)

## 2.2 Pavimentação

Os pavimentos podem ser classificados de acordo com o uso e, conseqüentemente, o ambiente em que está empregado. No quadro 04, pode-se consultar como estas estruturas são classificadas segundo estes critérios. Ademais, os pavimentos são classificados conforme as suas características e, em geral, são divididos em três tipos: flexível, semirrígido e rígido. O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) define como flexível o pavimento que possui deformação elástica significativa e distribuição em parcelas equivalentes da carga. Já o pavimento semirrígido, diferencia-se por possuir uma base com características cimentícias e, portanto, apresenta semelhanças com o pavimento rígido, sendo um pavimento com características intermediárias. Por último, o pavimento rígido possui alta rigidez no revestimento ao ser comparado com as camadas inferiores, logo estas camadas absorvem praticamente nenhuma tensão do carregamento (DNIT, 2006).

Quadro 1 - Classificação dos pavimentos quanto ao uso.

<b>Classificação</b>	<b>Características</b>
Pavimentos Rodoviários, Aeroportuários e Urbanos	Assentados sobre uma fundação constituída pelas camadas de sub-base, reforço e subleito.
Vias Ferroviárias	Elementos da grade ((trilhos, fixadores e dormentes) e fundação em camadas (lastro, sublastro, subleito) ou no modo de fixação direta (laje de concreto)
Pátios de estacionamento e manobras e Portos	Provisionamentos especiais para lidar com cargas concentradas elevadas ou efeitos de derramamento de combustíveis.

Fonte: RODRIGUES (2018) - Adaptado.

### **2.2.1 Pavimentação Aeroportuária**

De acordo com Oliveira e Nobre (2008), dentre as estruturas presentes nos complexos aeroportuários - desde suas construções, instalações, equipamentos até as facilidades encontradas - os pavimentos figuram entre as mais importantes estruturas. Esses, por representarem uma parcela significativa dos recursos financeiros, necessitam de uma execução adequada, ações preventivas e atividades de identificação de defeitos, como vistorias e avaliações para a aplicação das ações corretivas. Nessa conjuntura, a construção de pavimentos, de acordo com Rodrigues (2018), demanda as seguintes atividades:

- a) Inspeção de Usinas de Asfalto;
- b) Controle de Misturas e materiais Asfálticos;
- c) Utilização de Equipamentos;
- d) Inspeção de Pavimentação Asfáltica;
- e) Amostragem, Ensaio e Controle Estatístico;
- f) Controle de Qualidade de Execução.

A inspeção de usinas de asfalto é responsável pela conformidade dos processos relacionados à mistura asfáltica - constituída por agregados, ligante asfáltico e aditivo mineral - que deve ser executada de forma a possuir uma camada estável e durável. Essa atividade compreende o planejamento de uma obra de pavimentação e proporciona a execução de uma mistura asfáltica com uma superfície suave e adequada para a sensação de conforto dos usuários (RODRIGUES, 2018).

Dessa forma, o controle dessas misturas e dos materiais é necessário para a execução conforme o planejado. A quantidade, a separação e o armazenamento em pilhas com camadas planas estão entre as especificidades ao se operar com os agregados. O aditivo deve ser armazenado em um silo fechado e o asfalto, por sua vez, em um tanque aquecido. A mistura asfáltica deve passar pelo controle dos parâmetros de projeto conforme os requisitos específicos, dos teores de materiais, umidade e temperatura de usinagem, bem como dos cuidados com os caminhões basculantes e o seu carregamento (RODRIGUES, 2018).

Esse controle dos recursos permite a alocação em várias atividades, conforme o planejamento, e é de forma qualitativa e quantitativa, além de serem atividades críticas - já que envolvem atividades principais de pavimentação - e, portanto, estão relacionados à duração da obra (MATTOS, 2019a).

Os equipamentos utilizados para a operação das atividades de pavimentação em geral e estão descritos no Quadro 2.

Quadro 2 - Principais equipamentos utilizados em obras de reabilitação de pavimentos.

<b>Equipamentos</b>	<b>Característica e Uso</b>
Fresadora	Equipamento para a fresagem. Geralmente de grande porte.
Minicarregadeira	Tamanho reduzido. Auxílio nas atividades.
Vibroacabadora	Aplicação revestimento final do pavimento.
Rolo compactador	Compactação do pavimento reabilitado.
Caminhão basculante	Carga, transporte e descarga de materiais.
Espargidor de asfalto	Execução da pintura de ligação ou imprimação.
Caminhão de sinalização	Sinalização para o complexo aeroportuário.
Caminhão com irrigadeira	Espalhamento de água no solo e abastecimento.

Fonte: Autor.

A inspeção da pavimentação e os elementos relacionados ao controle estatístico, de acordo com Rodrigues (2018), evidenciam a observância dos requisitos nas operações com as misturas asfálticas. Esses procedimentos corroboram para insumos adequados que devem receber também um controle de qualidade da execução.

Esse controle é demandado, pois em muitas situações o desempenho de uma camada aplicada é parte de erros durante o processo de construção (RODRIGUES, 2018).

### *2.2.1.1 Pavimentos Aeroportuários*

Conforme Rodrigues (2018) o objetivo dos pavimentos aeroportuários está diretamente relacionado com a sua localização no complexo aeroportuário. Nas PPDs e pistas de taxiamento ele apresenta a importância do pavimento nos aspectos da operação das aeronaves e da sensação dos passageiros, por meio da adoção de pavimentos que não causem respostas dinâmicas prejudiciais como consequência do contato entre a aeronave e o pavimento. Por sua vez, é explicitada a necessidade de pavimentos resistentes a cargas estáticas e pouco dinâmicas nos pátios de manobras e de estacionamento, já que as operações das aeronaves nesses ambientes são realizadas em baixas velocidades e por um tempo maior ou até com velocidade nula, como no estacionamento. Além disso, especificidades como resistência ao

derramamento de combustíveis e óleos são demandadas, o que resulta em tipos de pavimentos diferentes.

Segundo Horonjeff et al. (2010), o pavimento dos complexos aeroportuários se destina à promoção de um ambiente seguro e suportável para a superfície, que deve suportar os pesos elevados de aeronaves que interagem acima da camada do solo. Esses pavimentos, Quadro 3, são projetados em camadas com espessuras suficientes para que a aplicação das cargas não leve o pavimento a desenvolver processos de fadiga.

Conforme os autores, tanto os pavimentos flexíveis - constituídos por uma mistura de material betuminoso e agregado de alta qualidade - quanto os pavimentos rígidos, formados por uma laje de concreto, são utilizados como pavimentos aeroportuários. A adoção de um pavimento flexível ou rígido está condicionada a fatores como o tipo e frequência de uso da aeronave, condições climáticas e custos de construção e manutenção e, por isso, áreas de um complexo aeroportuário podem ter pavimentos de tipos distintos.

Quadro 3 - Aplicação dos pavimentos Aeroportuários.

<b>Tipo de Pavimento</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Asfáltico	Custos iniciais menos elevados e facilidade de manutenção.	Fresagem e reforços mais prematuros na estrutura,
Concreto	Maior durabilidade.	Maiores custos iniciais e dificuldade de manutenção.
Blocos Intertravados	Fácil manutenção.	Maiores custos iniciais e trepidação (utilizado apenas em pátios e <i>taxi lanes</i> ).

Fonte: BALBO (2018) - Adaptado.

Conforme Fonseca (2011), para o dimensionamento dos pavimentos aeroportuários, características operacionais específicas como a variação lateral da trajetória de deslocamento da aeronave (*lateral wander*) e as áreas operacionais críticas e não críticas devem ser consideradas. A primeira característica se relaciona à variação lateral na trajetória, principalmente em uma PPD, da aeronave em relação ao eixo de deslocamento. Balbo (2018) destaca que essa característica retrata a baixa frequência da passagem da aeronave pela mesma posição e, conseqüentemente,

somente após várias passagens uma posição específica será solicitada e após isso terá uma cobertura da superfície. A segunda característica, considera áreas que sofrem maiores solicitações que, conseqüentemente, devem possuir espessuras superiores às demais, conforme o Quadro 4.

Quadro 4 - Áreas Operacionais com Solicitações Críticas e Não Críticas.

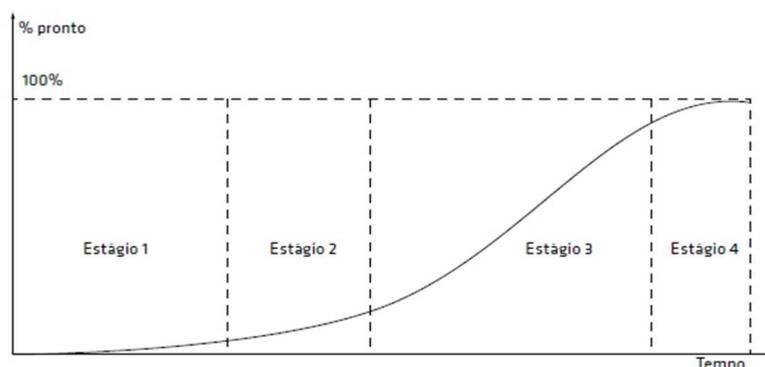
Tipo de solicitações	Áreas Operacionais
Críticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Áreas com aeronaves paradas e carregadas (terminais).</li> <li>● Áreas com aeronaves carregadas e em baixa velocidade (pista de táxi e PPD).</li> <li>● Área com aeronaves paradas para iniciar a decolagem (PPD nas cabeceiras).</li> </ul>
Não Críticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Áreas marginais da PPD e das pistas de táxi.</li> <li>● Áreas centrais da PPD entre as cabeceiras.</li> <li>● Áreas entre as posições de estacionamento nos pátios de aeronaves.</li> </ul>

Fonte: FONSECA (2011) - Adaptado.

### 2.3 Orçamento, planejamento e controle de obras

Segundo Mattos (2019a), as obras e os empreendimentos da engenharia se desenvolvem em uma sequência lógica. Desta sequência, forma-se o ciclo de vida do projeto, um processo dividido, em geral, em quatro estágios que possui duração finita, com início e fim bem definidos, sendo a finalização coincidente com o alcance dos objetivos estabelecidos. Na Figura 7, pode-se identificar os estágios do ciclo de vida de uma obra de engenharia.

Figura 7 - Ciclo de vida de uma obra de engenharia.



Fonte: MATTOS (2019a).

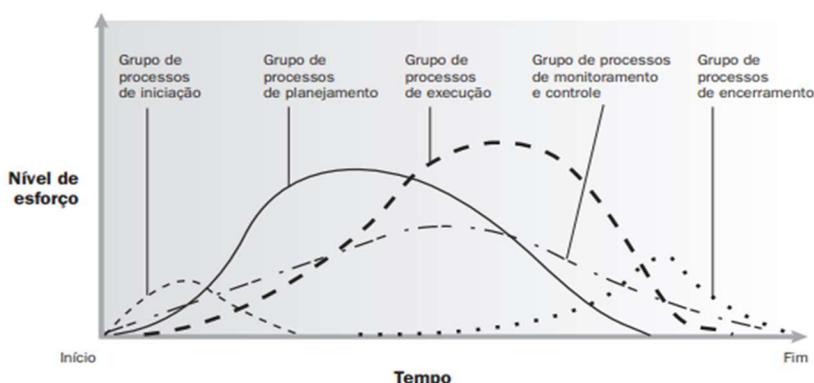
O primeiro estágio, retrata uma fase com a produção do escopo da obra e referencia-se por meio do programa de necessidades, ferramenta com as diretrizes gerais para o projeto a ser executado. Ademais, tem-se a estimativa de custos com um orçamento inicial, além de estudos de viabilidade que comportam análises da relação entre o custo orçado e o benefício a ser obtido com o desempenho da obra. Este estágio inicial é identificado como o de concepção e viabilidade (HONESKO, 2014).

O estágio seguinte é nomeado de detalhamento do projeto e do planejamento. Neste, são realizados o orçamento analítico, com a análise das composições dos serviços a serem executados e os seus respectivos insumos, o planejamento - com a definição de duração de atividades, cronogramas e prazos de contrato - e a transição do projeto básico para o projeto executivo - com a presença de maior detalhamento e elementos necessários à execução da obra (MATTOS, 2019a).

A terceira etapa é a etapa de execução dos serviços. Nesta etapa, conforme a Figura 8, o nível de esforço atinge os maiores índices e, conseqüentemente, nessa fase há o maior custo, por causa da utilização intensiva dos materiais, equipamentos, transporte e da mão de obra. Segundo Mattos (2019a), há a presença também das medições, diários de obras e aditivos do contrato, que representam a administração contratual da obra e por meio desta é possível ter nesta etapa as receitas referentes aos serviços realizados.

A última fase, encerramento, é composta por testes, resolução de pendências e inspeções finais (MATTOS, 2019a). Nesta fase o nível de esforço é inferior às etapas anteriores, pois a realização dos serviços decresce com o tempo.

Figura 8 - Grupo de processos de uma obra ao longo do tempo.



Fonte: INSTITUTE (2017).

### ***2.3.1 Orçamento de obras de infraestrutura aeroportuária***

Conforme Mattos (2019b) os custos em uma obra são elementos que devem ser analisados desde as etapas iniciais antes da obra, estágio 1, para a verificação da viabilidade da obra, dos métodos construtivos que serão utilizados e dos recursos financeiros que estão disponíveis para o uso. A partir disso, inicia-se a atividade de orçamentação, que realiza a revisão dos custos para a execução da obra.

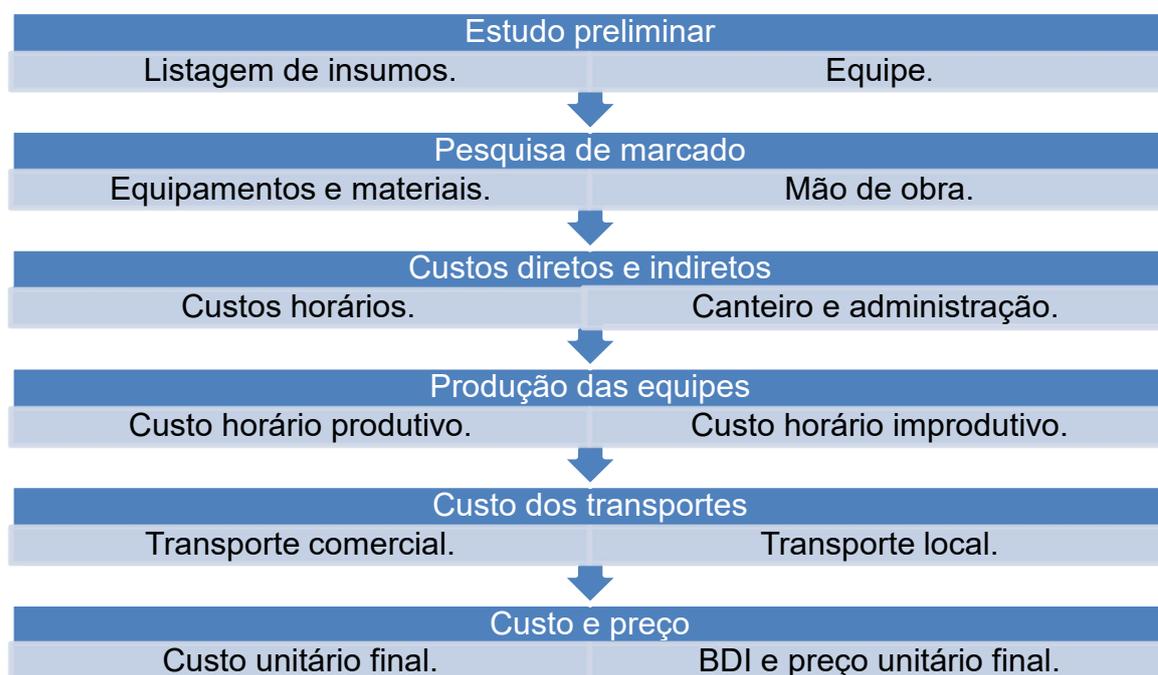
Segundo Rodrigues (2018), dentre os componentes das obras de infraestrutura de transportes o pavimento é o que apresenta o custo mais elevado e, por isso, demanda um gerenciamento eficiente, com o objetivo de redução do custo total relacionado ao transporte. Nessas obras, a efetividade do projeto, da construção e da manutenção é um fator que atua diretamente nos custos e, portanto, possui a capacidade de apresentar à sociedade um investimento com resultados positivos. Dentre esses custos, a análise e o gerenciamento dos riscos aos quais estão expostos os equipamentos, os veículos e os operários representam, para as obras aeroportuárias, uma parcela significativa.

#### ***2.3.1.1 Estimativa de custos dos serviços***

O processo de orçamentação envolve o estudo das condições de contorno dos serviços a serem realizados, o estabelecimento das composições de custos dos serviços e a determinação do preço final (MATTOS, 2019b). De acordo com o DNIT (2006), para obras de pavimentação integradas ao projeto executivo, deve ser disposta a orçamentação dos serviços, com uma precisão compatível, que segue as etapas detalhadas no Gráfico 1.

Segundo o DNIT (2006) a primeira atividade se refere à identificação de problemas e condições que impactam os custos da obra. Nesse estudo os equipamentos, materiais e mão de obra são listados de acordo com a utilização nos serviços e estimadas pelas composições. A pesquisa de mercado é realizada para se obter a referência dos itens listados e é realizada a nível nacional, equipamentos, e a nível regional, materiais, e complementada com a escala salarial, mão de obra.

Gráfico 1 - Roteiro da estimativa e da formação de composições de custos.



Fonte: DNIT (2006) - Adaptado.

A terceira etapa trata dos custos diretos - custos atribuídos de forma direta à execução dos serviços - e dos custos indiretos - decorrentes da estrutura da obra ou da empresa e que não podem ser atribuídos diretamente aos serviços. A atividade de produção das equipes se destina a verificar a produção dos equipamentos que compõem a equipe. A quinta atividade trata dos custos dos transportes dos materiais dos pontos de aquisição até o canteiro de obras - comercial - e do local de extração ou aquisição até o ponto de aplicação - local. A última etapa se refere à formação do preço, por meio do cálculo do custo unitário total de cada composição com base nos custos unitários dos insumos que a compõem e a definição dos Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), conforme a Tabela 4. O preço total é o resultado do cálculo entre o custo total e o BDI, apresentado abaixo, na Equação 1.

$$P = C * (1 + BDI) \quad (1)$$

Onde:

P: Preço Total (R\$)

C: Custo Total (R\$)

BDI: Benefícios e Despesas Indiretas (%)

Em conformidade com o Tribunal de Contas da União (2012), na determinação do BDI, como demonstrado no Quadro 5, as obras aeroportuárias se dividem nas obras referentes aos pátios e as pistas, com serviços típicos de obras rodoviárias - terraplenagem e pavimentação - e nas obras nas demais áreas como nos terminais que se assemelham às obras da construção civil em edificações e, por isso, as faixas correspondentes ao BDI se diferenciam.

Quadro 5 - Classificação CNAE 2.0 de obras e tipos das obras.

<b>Classificação CNAE 2.0</b>	<b>Tipo de obra</b>
Construção de edifícios	Obras de edificação (construção e reforma). Obras aeroportuárias (terminais).
Construção de rodovias e ferrovias	Obras rodoviárias. Obras ferroviárias. Obras aeroportuárias (pátio e pista).
Construção de redes de abastecimento de água, coleta de esgoto e construções correlatas	Obras de saneamento ambiental. Obras hídricas (irrigação, barragens e canais).
Construção e manutenção em estações de distribuição de energia elétrica	Obras de linha de transmissão e distribuição de energia.
Obras portuárias, marítimas e fluviais	Obras portuárias (estruturas). Obras de derrocamento e dragagem.

Fonte: TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (2013) – Adaptado

O BDI para as obras aeroportuárias nos pátios e PPDs varia de acordo com o porte da obra, além de apresentar uma faixa de valores adotados, Tabela 4.

Tabela 4 - BDI para obras aeroportuárias nos pátios e pistas de pouso.

<b>Porte da obra</b>	<b>Mínimo (%)</b>	<b>Média (%)</b>	<b>Máximo (%)</b>
Até R\$ 150.000,00	21,50	24,50	27,70
De R\$ 150.000,00 até R\$ 1.500.000,00	20,40	23,30	26,50
De R\$ 1.500.000,00 até R\$ 75.000.000,00	19,20	22,20	25,30
De R\$ 75.000.000,00 até R\$ 150.000.000,00	18,10	21,00	24,20
Acima de R\$ 150.000.000,00	17,00	19,90	23,00

Fonte: TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (2012) - Adaptado.

### 2.3.2 Planejamento de obras de infraestrutura aeroportuária

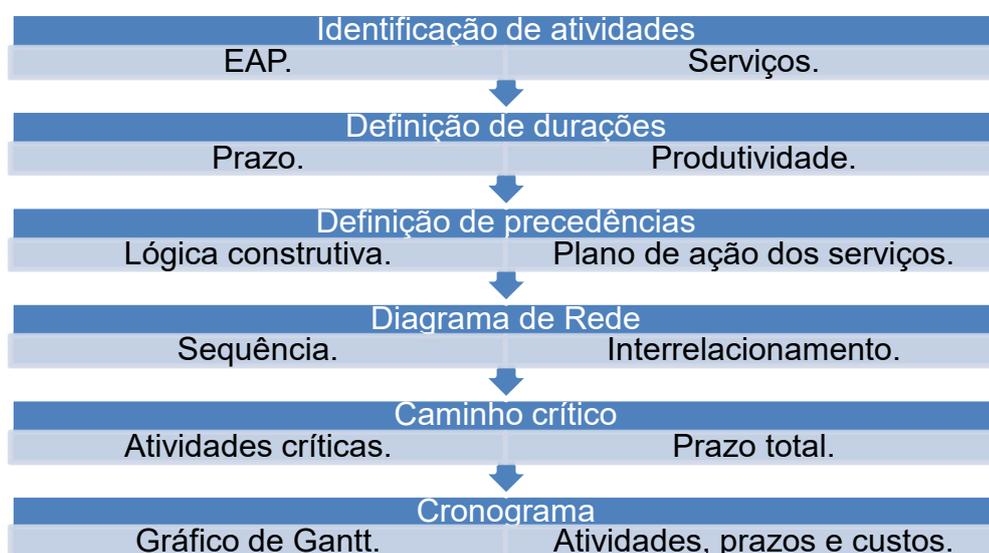
O planejamento de obras de infraestrutura aeroportuária abrange desde as etapas anteriores à obra até os ajustes durante a execução da obra com o replanejamento das atividades.

#### 2.3.2.1 Cronograma de atividades

Conforme Pessoa Júnior (2019), o planejamento compõe o rol de providências a serem tomadas pelos engenheiros executores de obras. Ele apresenta como dever do engenheiro a produção do planejamento antes do início dos serviços. Nos casos em que os elementos que integram essa atividade tenham sido elaborados ao tempo da licitação pública, o engenheiro disporá das informações necessárias.

As peças do planejamento, como o histograma e o cronograma, orientam durante a execução dos serviços o engenheiro responsável pela execução. O histograma fornece informações úteis para o engenheiro como a necessidade futura de mobilização de profissionais e, principalmente, de equipamentos, além da aquisição dos respectivos insumos (PESSOA JÚNIOR, 2019). Mattos (2019a), ressalta que o planejamento de obra segue passos definidos e ordenados com a finalidade de, por meio de um roteiro, obter o cronograma das atividades da obra. No Gráfico 2 é evidenciada a sequência resumida até a produção do cronograma da obra.

Gráfico 2 - Etapas do planejamento para o cronograma.



Fonte: MATTOS (2019a) - Adaptado.

Pessoa Júnior (2019) retrata que o cronograma realizado ou obtido no edital da licitação das obras públicas não é um elemento meramente formal. Este elemento representa um planejamento real, pois apresenta informações como o início e o término dos serviços a serem executados de forma exata, bem como traz informações complementares, como a quantidade de dias chuvosos - fator relevante para a pavimentação - e nível de produtividade. Em suma, o cronograma permite o adequado planejamento e acompanhamento do avanço físico e também financeiro dos serviços da obra da qual detalha.

### *2.3.2.2 Obras e serviços de manutenção no aeródromo*

Em relação aos serviços necessários no ambiente aeroportuário, principalmente no aeródromo, existe a demanda de um procedimento detalhado no planejamento, que conforme a ANAC (2020) deve ser realizado com todas as pessoas e organizações que sofrerão influência com as intervenções que serão realizadas. Além disso, é ressaltado que as atividades, as áreas e os custos relacionados às operações são identificados com o refinamento e o desenvolvimento do planejamento, que com esses processos, possui a capacidade de avaliar os impactos dessas intervenções de forma preventiva.

Mattos (2019a) apresenta essa forma de procedimento como planejamento em ondas sucessivas, pois à medida que o momento da execução de determinado pacote de trabalho se aproxima o planejador detém um grau mais elevado de informações e, conseqüentemente, pode decidir por detalhar mais o planejamento inicial. Com essas informações provenientes do fluxo de atividades demonstrado no Gráfico 3 o engenheiro da obra e sua equipe, bem como os operadores de aeródromo e pessoas relacionadas a ele podem, conjuntamente, definir ações estratégicas para a execução e o avanço físico dos serviços, em cumprimento ao cronograma previsto.

A primeira etapa, relaciona-se diretamente com as etapas para a produção e a análise do cronograma de atividades. Segundo a ANAC (2020) essa fase se apresenta como essencialmente gerencial, porém contribui com as demais etapas, pois figura como uma ação predecessora ligada ao planejamento das áreas que serão alvo das intervenções diretamente e indiretamente. É por meio dessa definição do operador aeroportuário e da análise do cronograma pelo executor da obra que as partes envolvidas podem estar cientes e devidamente preparadas para a verificação

do cenário. Logo, as subetapas representam uma forma de ter um planejamento mais detalhado e administrável, que, naturalmente, permitirá um desenvolvimento mais efetivo dos elementos identificados nessa fase inicial.



O estabelecimento do cenário, apresentado no Quadro 6, identifica os distúrbios, os procedimentos e a configuração geral da infraestrutura da obra durante a execução. A definição acurada do cenário propicia uma correta análise de riscos, assim como a identificação e definição de serviços contribui para a elaboração das particularidades do cenário.

O planejamento não pode prever um cenário simplista e, portanto, ser incapaz de fornecer os dados para a análise de riscos. Semelhantemente, a previsão não poderá ser com uma complexidade maior que o cenário referente às atividades que serão adequadas. No primeiro caso a segurança ficará comprometida e no segundo o custo será acima do necessário, o que exterioriza a inefetividade do planejamento (ANAC, 2020).

A terceira etapa, denominada análise de riscos, apresentada no Gráfico 4, consiste na identificação de riscos, situações adversas e consequências das atividades definidas no cenário estabelecido. Nessa etapa são avaliadas as condições

de segurança e os desvios operacionais, além da variação dos procedimentos que envolvem equipamentos, infraestrutura, e, conseqüentemente, a execução da obra (ANAC, 2020).

Quadro 6 - Cenário sintético de uma obra de reabilitação da PPD.

<b>Serviço</b>	<b>Reabilitação da PPD.</b>
<b>Atividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fresagem de revestimento betuminoso.</li> <li>● Transporte com caminhão basculante.</li> <li>● Usinagem e Aplicação de CBUQ.</li> <li>● Fornecimento e transporte de cimento asfáltico CAP.</li> <li>● Mobilização e desmobilização de equipamentos.</li> <li>● Serviços topográficos para sinalização horizontal.</li> <li>● Pintura de faixas de sinalização horizontal.</li> </ul>
<b>Distúrbios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fechamento da pista de pouso e decolagem e de áreas próximas.</li> <li>● Interferência na sinalização horizontal.</li> <li>● Interferência na segurança do aeródromo.</li> </ul>
<b>Procedimentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Reabilitação em períodos de menor tráfego aéreo por período determinado e liberação da PPD para a sua abertura.</li> <li>● Reabilitação em estações com baixos índices pluviométricos (ANAC, 2020).</li> <li>● Pintura de faixas, símbolos e demarcações de sinalização aeroportuária.</li> <li>● Utilização de equipamentos, mão de obra autorizada credenciada para os serviços.</li> <li>● Rotas para o transporte de materiais asfálticos e de materiais para aterros (ANAC, 2020).</li> </ul>
<b>Configuração de Infraestrutura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Recomposição das sinalizações horizontais de eixo de PPD e de cabeceira deslocada (ANAC, 2021b).</li> <li>● Uso de sinalização com luzes vermelhas, linhas contínuas de barreiras New Jersey (ANAC, 2020).</li> <li>● Sinalização horizontal de interdição temporária de PPD (ANAC, 2021b).</li> <li>● Sinalização de identificação de deslocamento da cabeceira (ANAC, 2020).</li> </ul>

Fonte: Autor.

Gráfico 4 - Etapas da análise risco para obras aeroportuárias.



Fonte: ANAC (2020) – Adaptado

Segundo o DNIT (2013) o planejamento desta fase envolve o gerenciamento de incertezas e, portanto, é recomendado o embasamento em documentos específicos e dados históricos para que possam ser realizadas análises e a produção de uma matriz de risco. Na matriz do Quadro 7, são apresentadas informações, como a descrição, as causas e os efeitos dos riscos, bem como as ações mitigadoras que devem ser empregadas preventivamente ou de forma corretiva a depender do tipo de obra empregada no complexo aeroportuário. Essas indicações da matriz de riscos estão diretamente ligadas às operações aeroportuárias e a ausência do cumprimento delas potencializa os perigos que, mesmo com a atuação correta, são naturalmente presentes.

Nesse contexto, o guia PMBOK demonstra que uma das atividades do gerenciamento dos riscos é o desenvolvimento da Estrutura Analítica de Riscos (EAR) para a identificação e classificação dos riscos e das suas respectivas fontes. Os riscos, em geral, podem ser riscos técnicos, de gerenciamento, comercial ou externo (INSTITUTE, 2017).

Quadro 7 - Análise de riscos de obras com movimentação de terra, escavação e pavimentação.

<b>Perigo</b>	<b>Consequências</b>	<b>Medidas mitigadoras</b>
Empilhamento de terra próximo a pistas, pistas de táxi ou superfícies limitadoras de obstáculos.	Colisão de aeronave	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordenação com TWR.</li> <li>• Treinamento específico.</li> <li>• Acompanhamento.</li> </ul>
Estacionamento de equipamentos nas proximidades de pistas de táxi ou da área protegida.	Colisão entre equipamentos e aeronaves.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordenação com TWR.</li> <li>• Treinamento específico.</li> <li>• Acompanhamento.</li> </ul>
Levantamento de poeira.	Perda de consciência situacional de pilotos e motoristas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordenação com TWR.</li> <li>• Treinamento específico.</li> <li>• Ampla divulgação.</li> <li>• Molhar a terra antes dos trabalhos ou quando necessário.</li> </ul>

Fonte: ANAC (2020) – Adaptado

Nessa conjuntura, o DNIT (2013) aponta como necessário o agrupamento dos riscos identificados de acordo com cada pacote de serviços ou etapas gerais da obra, Quadro 8, como terraplenagem, pavimentação, sinalização e as demais que forem executadas.

Quadro 8 - Agrupamento de riscos em pacotes de serviço.

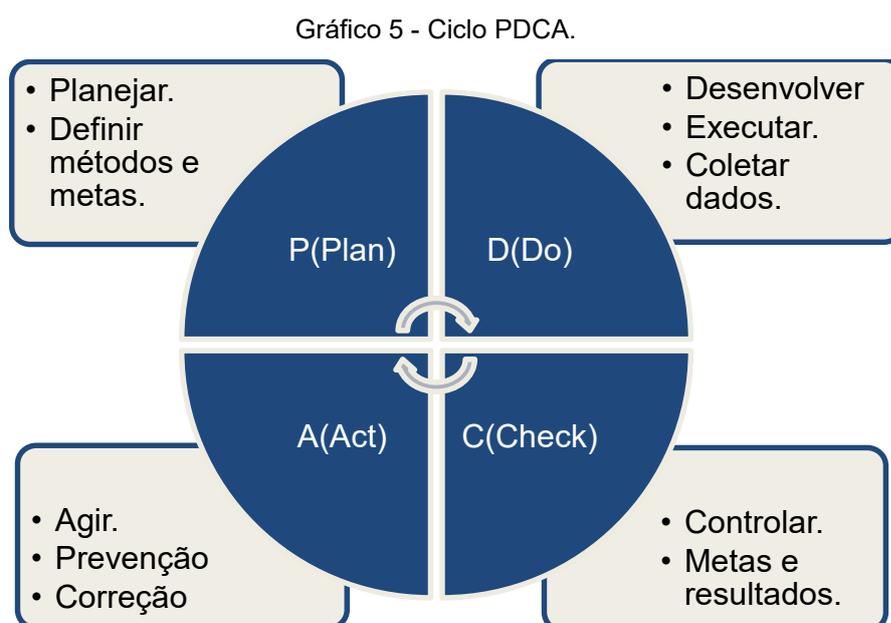
<b>Tipos de Serviço</b>	<b>Tipos de Riscos</b>
Terraplenagem	Projeto. Construção. Risco geológico. Risco geotécnico. Caso fortuito ou força maior.
Drenagem e obras de arte correntes	Projeto. Construção. Risco geológico. Risco geotécnico. Caso fortuito ou força maior.
Pavimentação	Projeto. Construção. Risco geológico. Risco geotécnico. Caso fortuito ou força maior.
Obras complementares	Projeto. Construção.
Meio ambiente e paisagismo	Projeto. Licença ambiental. Riscos ambientais.
Obras de arte especiais	Projeto. Construção. Risco geológico. Risco geotécnico. Caso fortuito ou força maior.

Fonte: DNIT (2013) – Adaptado.

A última etapa do planejamento antes da execução dos serviços dispõe sobre a comunicação das análises e dos estudos realizados. Nos aeródromos, deve-se ter o compartilhamento das informações entre o operador e os responsáveis pela torre de controle, além da participação de ambos desde os processos iniciais. Em obras executadas por empresas contratadas, deve-se ter amplo compartilhamento de informações sobre o planejamento e suas etapas (ANAC, 2020). Com isso, percebe-se a necessidade da análise do planejamento pelos executores da obra, principalmente, pelo engenheiro responsável.

Com o início da obra, tem-se, conjuntamente, as atividades de planejamento e controle, por meio do acompanhamento do avanço dos serviços. De acordo com Mattos (2019a), é inválido o planejamento de todos os serviços sem o acompanhamento deles, pois a comparação entre o planejado e o executado é necessária para a adoção de medidas corretivas e verificações.

Devido a necessidade do contínuo e completo planejamento nas obras, tem-se como um dos procedimentos mais conhecidos da gestão da qualidade total, conforme Fonseca e Miyake (2006), o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*). Ele integra as operações de planejamento, execução e controle, bem como destaca a importância das ações corretivas, preventivas e de melhoria após o monitoramento, conforme apresentado no Gráfico 5, (MATTOS, 2019a).



Fonte: GONÇALVES (2020) – Adaptado.

O setor do planejamento do ciclo PDCA diminui a sua incidência conforme o avanço da obra é obtido, entretanto a última etapa, segundo a ANAC (2020) das operações no aeródromo inclui o planejamento para o retorno às atividades. Por se tratar de operações em áreas restritas do complexo aeroportuário os riscos são maiores e os distúrbios devem ser os mínimos possíveis pela complexidade do sistema em que a obra está envolvida.

A ANAC (2020) aponta procedimentos gerais - que podem ser complementados de acordo com a especificidade da operação - que demonstram a importância da verificação de aspectos como a condição da superfície do pavimento, as sinalizações, a ausência de objetos estranho e a comunicação entre os executores da obra ou operador aeroportuário e a torre de controle.

### *2.3.2.3 Obras de Reabilitação de Pavimento da PPD*

Conforme a ANAC (2020) as obras de reabilitação de pavimento da PPD envolvem atividades que necessitam de um gerenciamento específico e com um maior grau de efetividade. Essas obras se concentram em áreas restritas do aeródromo, necessárias para o desenvolvimento das atividades finalísticas do complexo aeroportuário.

Além disso, essas obras possuem, em geral, ciclos de operações em que o trabalho é realizado até o fim da jornada, suspenso e retorna em outro período para a continuação do trecho da reabilitação. Nessas obras a PPD é temporariamente aberta e deve estar em condições para o seu uso, logo, de acordo com a ANAC (2020) são exigidos estes cuidados específicos:

- a) Se necessário, existir uma rampa temporária entre as superfícies nova e antiga;
- b) Proceder de forma que o sentido longitudinal de construção coincida com o sentido preferencial das operações de pouso e decolagem;
- c) Realizar a reabilitação da totalidade da largura da pista de um trecho em um período de trabalho;
- d) Garantir que, minimamente, as sinalizações horizontais de eixo de PPD e de cabeceira deslocada sejam estabelecidas ao finalizar cada período de atividades da obra;

- e) Proceder a aferição do coeficiente de atrito dos trechos com pavimento novo e verificar se está acima dos níveis mínimos e, preferencialmente, acima do nível de manutenção;
- f) Monitorar as condições do pavimento e checar se existe problemas relacionados à liberação de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) ou uma cura deficiente;
- g) Realizar análise de risco específica para traçar as consequências e as medidas mitigadoras contra hidroplanagem viscosa nas retomadas das reabilitações com concreto betuminoso devido aos COV;
- h) Garantir que o processo de cura dos trechos recapeados e a estabilização do pavimento sejam concluídos antes da execução das ranhuras, no caso de PPDs que apresentem *grooving*, além de tomar medidas de precaução específicas por causa da diferença dos trechos com e sem *grooving*;
- i) Acompanhar e verificar o atrito nos trechos sem *grooving* na faixa central, bem como checar eventuais acúmulos de água nas interfaces entre porções de pavimento com e sem as ranhuras;
- j) Executar as obras de reabilitação nos períodos de menores índices pluviométricos.

As obras de pavimentação, especialmente as reabilitações de pavimento com intervenções ao longo de diversos períodos, exigem atenção especial nas etapas de planejamento de riscos, sendo listadas as informações do cenário geral e de todos os perigos, as consequências e as medidas mitigadoras específicas - como demonstrado no Quadro 9.

O planejamento de obras exige dos profissionais envolvidos a análise detalhada do método construtivo que será aplicado, das condições de custos relacionadas com a produtividades e a determinação do período trabalhável de execução das atividades. É necessário o conhecimento pleno da obra e o desenvolvimento de atividades estratégicas previamente à execução das obras, principalmente para a detecção de situações desfavoráveis (MATTOS, 2019a).

Quadro 9 - Listagem de riscos de obras com intervenções em janelas operacionais.

<b>Perigo</b>	<b>Consequências</b>	<b>Medidas mitigadoras</b>
Falha na construção de rampas temporárias na reabilitação de pista	Estouro de Pneu. Quebra de trem de pouso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordenação com TWR.</li> <li>• Treinamento específico.</li> </ul>
Procedimento deficiente para retorno às operações	Incurção em pista. Invasão de pista de táxi. Colisão.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordenação com TWR.</li> <li>• Treinamento específico.</li> <li>• Supervisão contínua.</li> </ul>
Trechos sem <i>grooving</i> (aguardando cura do pavimento)	Perda de controle direcional das aeronaves.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Publicação de indisponibilidade de <i>grooving</i>.</li> <li>• Monitoramento do atrito nos trechos sem <i>grooving</i>.</li> <li>• Limitação do tamanho dos trechos sem <i>grooving</i>.</li> </ul>

Fonte: ANAC (2020) – Adaptado.

### **2.3.3 Controle de obras de infraestrutura aeroportuária**

O guia PMBOK define as atividades de monitoramento e controle como processos exigidos para acompanhar, analisar e controlar o progresso e desempenho de um projeto, além de serem responsáveis por identificar quaisquer áreas nas quais serão necessárias alterações no planejamento, e com isso, proceder com as ações correspondentes às mudanças.

No monitoramento os gerenciadores realizam três grupos de atividades: controle da produção dos serviços e resultados previstos, monitoramento do progresso dos serviços por meio da execução das composições de custo deles e dos cronogramas, bem como, o monitoramento das mudanças e alocação de recursos (INSTITUTE, 2017).

Mattos (2019a), por sua vez, conceitua o acompanhamento físico de uma obra como um processo que envolve a identificação do progresso das atividades planejadas e, posteriormente, a atualização do cronograma desenvolvido. É afirmado que para um planejamento contínuo e efetivo é necessário o acompanhamento das atividades e das ocorrências no local da obra, para que elas possam ser confrontadas com o planejamento e avaliadas corretamente. Esse procedimento é justificado pela

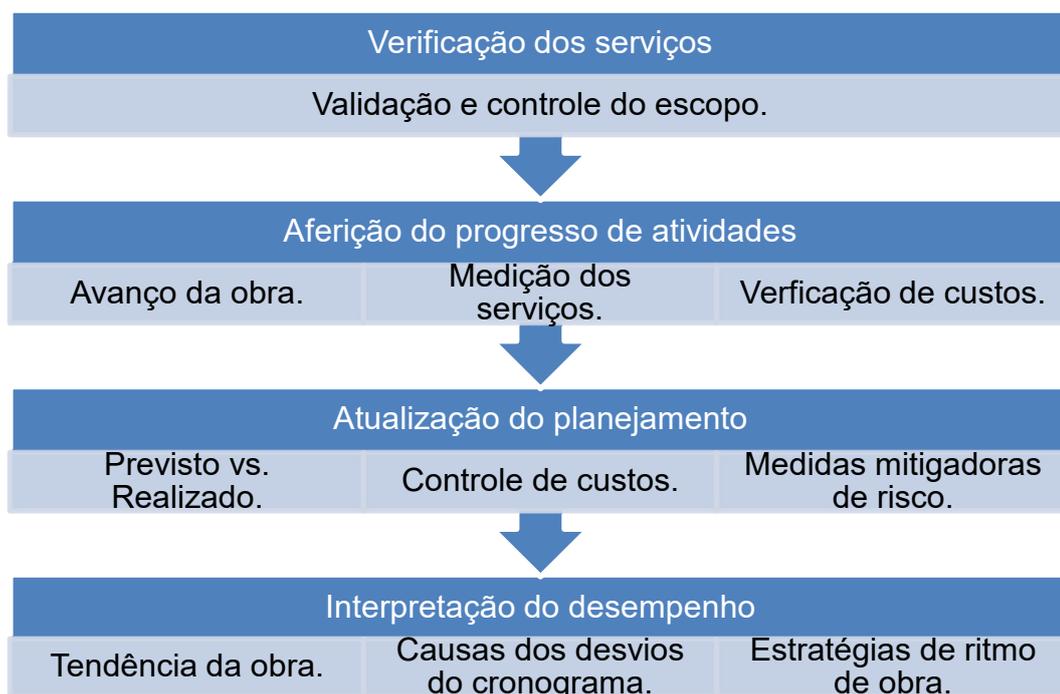
série de fatores que ocorrem regularmente nas obras de engenharia e, portanto, são elencados a seguir:

- a) O início e o término das atividades nem sempre corresponde ao previsto;
- b) Ocorrem alterações no projeto ou variações na produtividade da mão de obra ou equipamentos que impactam na execução das atividades;
- c) A equipe pode decidir mudar o método construtivo, a sequência executiva ou o plano de ataque da obra, o que impacta na definição da duração das atividades, caminho crítico, cronograma e, conseqüentemente, no planejamento inicial;
- d) Ocorrência de fatores que mesmo previsíveis, são difíceis de serem detalhados e apresentados com uma precisão elevada no planejamento, como chuvas, cheias, acidentes e outros;
- e) Atrasos no fornecimento de material ou falta de previsão de atividades que eram necessárias, o que evidencia um escopo incorreto ou incompleto e uma falha humana do planejador.

Para o desenvolvimento de um acompanhamento de projeto efetivo é necessária a realização de atividades iniciais como a validação do escopo da obra - processo de formalizar a aceitação das entregas concluídas do projeto - e o controle desse escopo - atividade de monitoramento, conforme o Gráfico 6, da situação do escopo do projeto e do produto combinado com o gerenciamento das mudanças feitas na linha de base do escopo (INSTITUTE, 2017). A aferição das atividades presentes no escopo, conforme Mattos (2019a), consiste na busca pelos registros de cada atividade que foi planejada e os avanços correspondentes em quantidade ou percentual. Com esses dados é possível a realização da comparação entre o plano e a situação real em campo e proceder com as alterações do cronograma, além de ser possível o controle de custos já concretizados e futuros.

A última etapa consiste na análise do desempenho atual da obra e suas tendências, bem como na identificação e remediação dos fatores que influenciaram negativamente o andamento dos serviços e, caso necessário, a adoção de estratégias de aceleração da obra como mecanismo para retomada do avanço físico previsto e desejado (MATTOS, 2019a).

Gráfico 6 - Etapas do Monitoramento e Controle de Obras.



Fonte: MATTOS, (2019a) – Adaptado.

Nessa conjuntura, Mattos (2019a) elenca as dificuldades de realizar o controle de obras apenas tendo como referencial a quantidade de cada item, porque as unidades são diferentes. A utilização de quantitativos de transporte de materiais não consegue relacionar o total executado de uma operação de fresagem ou o consumo dos materiais betuminosos.

Por isso, uma das formas de relacionar os serviços é com a análise proporcionada pela curva S, conhecida como curva de controle. De acordo com o guia PMBOK as contas de controle são formadas pelos custos dos pacotes de trabalho, conjuntos de serviços geralmente em uma composição de preço unitário, e estabelecem uma linha base de custos por meio do somatório dessas contas e são apresentadas na forma de uma curva S, Gráfico 7 (INSTITUTE, 2017).

O uso da curva de controle permite o acompanhamento de fatores importantes nas obras como custo, mão de obra, recursos e avanço da obra. Com a definição da curva S padrão, o planejador pode analisar a curva S da obra executada. Ao confrontar as duas curvas o responsável pelo controle da obra pode identificar um maior percentual que o previsto, caso a curva da obra esteja à esquerda do padrão, um ritmo realizado próximo ao previsto, sobreposição das curvas, ou uma taxa abaixo, à direita, do padrão. A partir disso, o planejador poderá tomar decisões como o

nivelamento de recursos, aceleração, seguir o ritmo empregado e outras para a solução efetiva da execução.

Conforme Mattos (2019a) a curva de controle possui a seguinte formação, descrita pela Equação 2:

$$\%acum(n) = 1 - [1 - (\frac{n}{N})^{log I}]^s \quad (2)$$

Onde:

%acum(n): avanço acumulado até o período n;

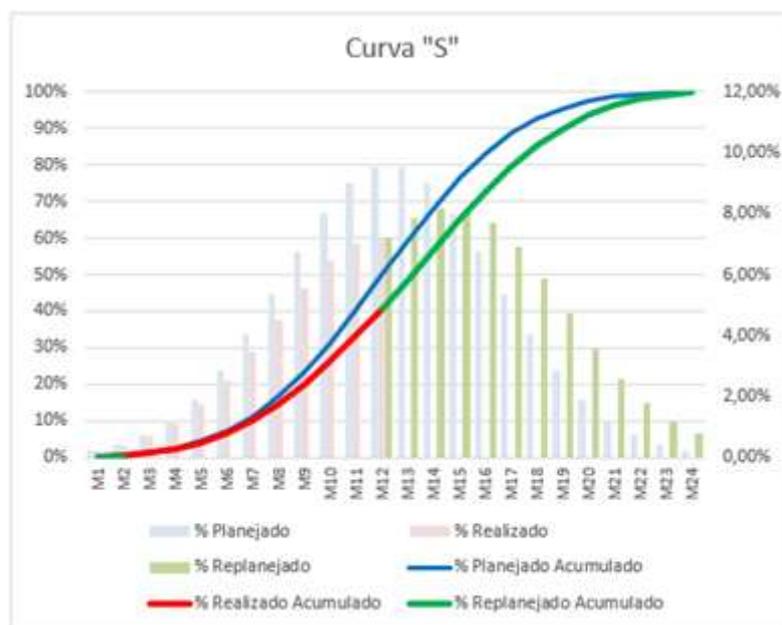
n: número do período;

N: quantidade de períodos ou prazo;

I: ponto de inflexão da curva (utilizado em número inteiro);

s: coeficiente de forma do ritmo da obra (utilizado em número inteiro).

Gráfico 7 - Curvas S planejada e real com replanejamento.



Fonte: PROJECT MANAGEMENT KNOWLEDGE BASE (2013).

### 2.3.3.1 Controle de Obras de Reabilitação de Pavimento Aeroportuário

Ao executar obras no ambiente aeroportuário, em especial na PPD, o engenheiro responsável deve ter domínio do gerenciamento dos serviços que estão sendo executados. Mattos (2019a) aponta para algumas características específicas das obras de engenharia que demandam estratégias de acompanhamento e

verificação contínua como a duração e a quantidade elevadas das atividades, bem como a dificuldade de checar o avanço da obra ao longo do tempo. A ANAC (2020) evidencia a necessidade do operador aeroportuário e do setor de engenharia responsável pelos serviços de reabilitação atentarem-se, desde o planejamento, aos aspectos intrínsecos desse tipo de obra.

Nesse sentido, o cenário apresentado transmite aspectos relevantes sobre o controle de obras. As atividades elencadas retratam três grupos distintos para o desenvolvimento do acompanhamento: os materiais betuminosos e o pavimento, a utilização de equipamentos e transportes que auxiliam as atividades necessárias e os serviços complementares a serem realizados posteriormente. Os distúrbios potenciais e os procedimentos de atividades de pavimentação na PPD exteriorizam a demanda pelo controle do avanço físico, da produtividade e do desempenho, já que a jornada de trabalho é específica e restrita, sendo o tempo um fator importante no andamento da obra.

Em relação aos custos, o gerenciamento da obra é capaz de identificar a demanda de recursos e como o desembolso financeiro é distribuído ao longo do tempo. Essa gerência produz efeitos positivos principalmente pelos elevados custos de obras de infraestrutura e pelos procedimentos diferenciados que devem ser seguidos no complexo aeroportuário. Esses aspectos que justificam o controle de obras de reabilitação da PPD podem ser sintetizados nos pontos a seguir:

- a) Gerenciamento da produção e aquisição dos materiais betuminosos.
- b) Controle da quantidade de caminhões e distância do transporte de materiais.
- c) Gerência da operação dos equipamentos dentro do complexo aeroportuário com as respectivas mobilização e desmobilização.
- d) Acompanhamento da execução dos serviços e da produtividade dos operários na PPD.
- e) Monitoramento estratégico de condições que inviabilizam a execução, do controle da qualidade das atividades e do atendimento aos padrões técnicos exigidos.
- f) Verificação dos avanços físico e financeiro da obra, além da administração do desempenho e da disponibilidade dos recursos.

### **3 MÉTODO DE PESQUISA**

Este capítulo apresenta a metodologia aplicada na pesquisa em cada uma de suas etapas, para a obtenção dos resultados e o alcance dos objetivos apresentados:

- a) análise qualitativa e quantitativa dos planejamento e gerenciamento de uma obra de pavimentação aeroportuária;
- b) estabelecimento e análise qualitativa e quantitativa de cenários distintos do executado;
- c) verificação dos impactos e custos relacionados às operações e serviços realizados no complexo aeroportuário.

Os dados analisados foram obtidos durante os meses de outubro a dezembro de 2020, período de realização da obra de reabilitação do pavimento da pista de pouso e decolagem do Aeroporto Internacional Pinto Martins, em Fortaleza, Ceará.

#### **3.1 Análise dos Planejamento e Gerenciamento da Obra**

Esta primeira etapa foi realizada por meio da verificação dos elementos constituintes dos planejamento e gerenciamento da obra, sendo esses elaborados anteriormente e posteriormente ao início da obra. A análise se deteve aos elementos obtidos que foram destinados e aplicados exclusivamente na obra estudada e teve como principais elementos: o escopo da obra, o plano de logística das atividades, os cronogramas e o acompanhamento físico dos serviços planejados e executados.

Inicialmente, a proposta técnica geral da obra foi verificada, sendo listados e analisados os itens de serviço que constavam no escopo, juntamente com suas informações relacionadas, como a quantidade e as especificações dos serviços necessários. O orçamento foi apresentado baseado nos itens presentes na proposta técnica aprovada e acordada entre, contratada e contratante, sendo utilizado como referência para o processo de medição dos serviços. Foi considerado o orçamento inicial contratado, relacionado à listagem dos serviços na proposta técnica e com os preços utilizados para nos boletins de medição. Com o detalhamento do orçamento, classificou-se os serviços em três classes – A, B e C – correspondente ao impacto financeiro na obra.

Em seguida, buscou-se traçar as características gerais e específicas dos serviços por meio das informações do planejamento apresentado na posposta técnica e como esses se integrariam ao ambiente aeroportuário.

Os aspectos geográficos foram analisados com a definição do local da obra e da usina para fornecimento dos materiais betuminosos para a obra. A distância entre a pedreira e a usina foi verificada ao considerar o uso dos agregados para os serviços de usinagem. Foi apresentada uma rota com os dois trechos integrados, entre a pedreira e a usina e da usina ao aeroporto.

Os fatores pluviométricos foram comparados, por meio da apresentação do planejamento realizado e apresentado na proposta técnica com a previsão dos índices de pluviosidade para o período da obra e da constatação entre setembro de 2020 e fevereiro de 2021 da chuva máxima pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme). O posto pluviométrico escolhido foi o do Castelão, pela proximidade com a região do aeroporto, portanto, com uma representação mais fidedigna da situação real.

Nesse contexto, procedeu-se com a apresentação da rotina diária no local da obra planejada e executada durante todo o período da obra. A listagem das atividades ordenadamente, a duração e o horário de início e término fizeram parte do planejamento e do gerenciamento da obra, principalmente, na etapa de execução. Com isso, elaborou-se uma esquematização das atividades com a utilização do mesmo processo para a produção de uma linha de balanço, mas que evidenciasse a jornada de trabalho diário e não as repetições dos trechos ao longo da obra, pois a repetição dos serviços era diária. Logo após, apresentou-se a utilização de todos os equipamentos e da mão de obra relacionados com a obra, de forma mensal para o período da obra.

Nessa conjuntura de planejamento, os principais serviços foram detalhados com a metodologia executiva, o uso de equipamentos e as especificidades, que formaram o cenário previsto dessas atividades. As informações relatadas foram baseadas nos procedimentos adotados pela empresa contratada em atendimento às exigências da contratante, além de seguir normas técnicas e processos internos da empresa.

Com o orçamento e o planejamento apresentados, pôde-se realizar a análise dos elementos de controle, gerenciamento e acompanhamento da obra. Analisou-se, inicialmente, a Curva de Controle – ou Curva S – prevista para a obra.

Após traçar as características da Curva S prevista e apresentá-la graficamente, comparou-se com a Curva S real, que foi obtida com análise dos boletins de medição dos serviços. Foram analisados três boletins de medição, correspondentes aos três meses da obra e obteve-se o gráfico da curva S real, com a subdivisão em semanas, conforme o seu andamento físico e financeiro, verificado por meio do acompanhamento diário dos serviços da obra.

O acompanhamento da obra foi demonstrado com os quadros de acompanhamento diário das atividades principais de fresagem, pavimentação asfáltica e sinalização horizontal. Apresentou-se, o trecho executado na PPD com o eixo (E) inicial e o eixo final e a especificação das faixas, quando a especificação fosse necessária por existirem mais faixas no mesmo segmento.

As equipes e os equipamentos diretamente relacionados à execução, ao apoio e à supervisão dessas atividades na PPD foram explicitadas em tabelas com a quantidade empregada no serviço. Além disso, constam na análise deste trabalho as anotações por parte da contratante sobre as condições de execução, aplicação ou estado dos materiais ou serviços realizados que poderiam impactar o desempenho da obra. Todas essas foram obtidas pelos registros dos diários de obra, verificados e assinados pela empresa contratada e contratante.

### **3.2 Elaboração de Cenários Alternativos**

A segunda etapa foi realizada com base nos elementos analisados na primeira etapa. Buscou-se cenários alternativos ao primeiro, principalmente relacionado à demonstração gráfica pela Curva S, por meio da alteração da jornada de trabalho, como elemento diretamente ligado ao ritmo de execução da obra.

Para a elaboração do primeiro cenário foi considerada uma jornada de trabalho superior em uma hora em relação a jornada empregada na obra, de aproximadamente seis horas de trabalho efetivo. O roteiro diário de atividades foi elaborado com as mesmas atividades anteriormente empregadas, com alterações nas durações das atividades, ao considerar um maior avanço físico dos serviços a cada dia. Montou-se o planejamento de controle de custo conforme com a Curva S com a redução do prazo em duas semanas, equivalente ao aumento da jornada de trabalho.

O planejamento do avanço da obra ao longo das semanas se baseou no sistema empregado na obra, atividades repetitivas em trechos da PPD, sendo assim

uma distribuição equilibrada do avanço nas semanas centrais da obra, com início e término em um ritmo mais lento. Assim como a elaboração do primeiro cenário alternativo, o segundo cenário alternativo foi planejado com a aceleração da obra em quatro semanas em relação a duração real. Essa etapa foi realizada como uma demonstração de alternativas ao planejamento inicial, sendo a execução da obra um cenário alternativo que se tornou real, pois houve uma aceleração da execução dos serviços. Logo, os outros dois cenários demonstram acelerações de ritmo com aumento da rotina diária, sem modificações abruptas no padrão de execução empregado. A quantidade de semanas estimadas de duração para os novos cenários foi baseada conforme a Equação 3.

$$D = \frac{s \cdot h}{h'} \quad (3)$$

Onde:

D: Duração da obra em semanas.

s: Quantidade de semanas de duração real da obra.

h: Jornada semanal do cenário real em horas.

h': Jornada semanal do cenário alternativo em horas.

### 3.3 Verificação de Impactos Da Obra

A terceira etapa do trabalho buscou avaliar as diferenças relacionadas ao uso de composições de custos dos serviços em relação aos serviços descritos e orçados pelas composições de custos. Listou-se as composições e analisou-se as diferenças entre os preços unitários e o impacto de custo da obra ao adotá-las. As composições próprias obtidas, que foram utilizadas na obra, e foram analisadas e comparadas com composições de custos de sistemas referenciais de custos utilizados no Ceará, como o da Secretaria de Infraestrutura do Ceará (Seinfra/CE), versão 026, e do Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) com referência de outubro de 2020. Utilizou-se também a tabela da Seinfra/CE com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, para os materiais betuminosos (ANP), de setembro de 2020.

Diante desse cenário, foram escolhidas as composições de custos dos serviços de fresagem, transporte e aquisição de materiais betuminosos para a avaliação dos impactos mais relevantes no preço total da obra.

## 4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa relacionados a cada uma de suas etapas, bem como as respectivas discussões.

### 4.1 Escopo, orçamento e curva ABC

O escopo apresentado na proposta técnica contemplou uma obra de recuperação e melhoria do pavimento asfáltico da PPD do Aeroporto Internacional de Fortaleza. O escopo foi composto da reabilitação da PPD em faixas de 21 e 14 metros de largura, ao longo de 2.531 metros de extensão, com alargamentos na cabeceira 13 e acessos às *taxiways* e contemplou as seguintes atividades:

- a) Demolição e remoção de camada do pavimento existente com espessura variável entre 4 e 9 cm por meio de fresagem;
- b) Reabilitação em CBUQ com asfalto modificado por polímeros;
- c) Sinalização horizontal.

Os serviços referentes às atividades podem ser identificados na Tabela 5 que apresenta o orçamento da obra. Ressalta-se a concentração de aproximadamente 74% do preço global nos serviços relacionados ao Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ) sendo, portanto, o principal pacote serviços e, conseqüentemente, o que demanda um cuidado específico. Esse serviço, conforme o orçamento, contemplou usinagem, fornecimento, transporte e aplicação de materiais betuminosos. Essas atividades são diferentes, exigem equipamentos distintos, mão de obra diferente, além de não se concentrarem no local da obra, logo, caso não sejam planejadas corretamente, podem gerar impactos negativos em grande escala, principalmente no caso apresentado.

Os serviços preliminares, juntamente com os serviços do CBUQ, corresponderam às classes A e B da curva ABC, Tabela 6, já que também possuem impacto elevado ao comparar a quantidade de itens, principalmente nos itens 1.1.1 e 1.1.3 da Tabela 5. Esses serviços das etapas iniciais de cada trecho da obra demandaram um gerenciamento efetivo, já que as operações com os equipamentos para a fresagem, como a mobilização do equipamento, demandaram uma logística específica, além de executarem a remoção do pavimento – atividade que depende de

um planejamento e gestão de riscos específicos – com a necessidade de caminhões para a carga e o transporte do material que é fresado.

Tabela 5 - Orçamento da proposta técnica.

Item	Descrição	Und.	Quant.	Preço unit. (r\$)	Preço total (r\$)
<b>1</b>	<b>PAVIMENTAÇÃO</b>				<b>6.104.487,93</b>
<b>1.1</b>	<b>Serviços Preliminares</b>				<b>1.262.870,96</b>
1.1.1	Fresagem contínua de revestimento betuminoso	m <sup>3</sup>	3.494,71	192,91	674.164,50
1.1.2	Fresagem descontínua de revestimento betuminoso	m <sup>3</sup>	1,43	408,58	585,74
1.1.3	Transporte com caminhão basculante de 10 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada	t.km	183.787,73	3,20	588.120,72
1.1.4	Taxa sobre tonelada de materiais descartados em aterro homologado	t	8.390,70	-	-
<b>1.2</b>	<b>Pinturas</b>				<b>169.325,75</b>
1.2.1	Emulsão asfáltica RR-1C - fornecimento e transporte	t	29,84	2.963,24	88.423,08
1.2.2	Aplicação de Pintura de Ligação	m <sup>2</sup>	66.313,67	1,22	80.902,67
<b>1.3</b>	<b>Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ)</b>				<b>4.655.069,08</b>
1.3.1	Cimento asfáltico CAP 50/70 com polímero - Fornecimento e transporte	t	372,14	5.565,14	2.071.000,06
1.3.2	Usinagem e Aplicação de CBUQ - Faixa 2 DIRENG	t	7.156,50	290,92	2.081.968,98
1.3.3	Transporte de material asfáltico para pavimentação Usina / Obra (custo de tonelada transportada)	t	7.156,50	70,16	502.100,04
<b>1.4</b>	<b>Selagem de trincas</b>				<b>17.222,14</b>
1.4.1	Cimento asfáltico CAP 50/70 com polímero - Fornecimento e transporte	t	0,68	5.565,14	3.784,29
1.4.2	Transporte - Areia média - Caminhão basculante 10 m <sup>3</sup>	t.km	6,83	3,20	21,85
1.4.3	Selagem de trincas mecanizada em pavimento flexível com CAP 50/70 e polímero - areia comercial	m	1.300,00	10,32	13.416,00

<b>2</b>	<b>PINTURA DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL</b>				<b>135.798,31</b>
2.1	Serviços topográficos para demarcação de sinalização horizontal	m <sup>2</sup>	3.973,76	3,73	14.822,12
2.1.1	Pintura de faixas de sinalização horizontal aeroportuária na cor branca, de acordo com o código de cores MUNSELL N 9,5, aplicada conforme especificação.	m <sup>2</sup>	3.745,70	30,41	113.906,73
2.1.2	Pintura de símbolos de sinalização horizontal aeroportuária na cor branca, de acordo com o código de cores MUNSELL N 9,5, aplicada conforme especificação.	m <sup>2</sup>	44,31	33,44	1.481,72
2.1.3	Pintura de faixas de sinalização horizontal aeroportuária na cor amarela, de acordo com o código de cores MUNSELL 10 YR 7,5/14, aplicada conforme especificação.	m <sup>2</sup>	183,75	30,41	5.587,74
<b>3</b>	<b>OMISSOS</b>				<b>22.216,32</b>
3.1	Mobilização e Desmobilização Equipamentos	e VB de	2,00	11.108,16	22.216,32
<b>TOTAL (R\$)</b>					<b>6.262.502,56</b>

Fonte: Autor.

A Tabela 6 demonstra a classificação dos serviços de acordo com o impacto no preço global. Notou-se que, dos dezesseis serviços listados, cinco deles correspondem em torno de 95%, o que explica a elevada inclinação inicial da relação entre os serviços e o preço, que pode ser percebida no Gráfico 8, correspondente à faixa A e ao início da faixa B da curva ABC.

Tabela 6 – Curva ABC de serviços.

Item	Descrição	Preço total (R\$)	% Acumulada	Classe
1.3.2	Usinagem e Aplicação de CBUQ - Faixa 2 DIRENG	2.081.968,98	33,25%	A
1.3.1	Cimento asfáltico CAP 50/70 com polímero - Fornecimento e transporte	2.071.000,06	66,31%	A
1.1.1	Fresagem contínua de revestimento betuminoso	674.164,50	77,08%	A
1.1.3	Transporte com caminhão basculante de 10 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada	588.120,72	86,47%	B
1.3.3	Transporte de material asfáltico para pavimentação Usina / Obra (custo de tonelada transportada)	502.100,04	94,49%	B
2.1.1	Pintura de faixas de sinalização horizontal aeroportuária na cor branca, de acordo com o código de cores MUNSELL N 9,5, aplicada conforme especificação.	113.906,73	96,31%	B
1.2.1	Emulsão asfáltica RR-1C - fornecimento e transporte	88.423,08	97,72%	B
1.2.2	Aplicação de Pintura de Ligação	80.902,67	99,01%	B
3.1	Mobilização e Desmobilização de Equipamentos	22.216,32	99,37%	C
2.1	Serviços topográficos para demarcação de sinalização horizontal	14.822,12	99,60%	C
1.4.3	Selagem de trincas mecanizada em pavimento flexível com CAP 50/70 e polímero - areia comercial	13.416,00	99,82%	C
2.1.3	Pintura de faixas de sinalização horizontal aeroportuária na cor amarela, de acordo com o código de cores MUNSELL 10 YR 7,5/14, aplicada conforme especificação.	5.587,74	99,91%	C
1.4.1	Cimento asfáltico CAP 50/70 com polímero - Fornecimento e transporte	3.784,29	99,97%	C
2.1.2	Pintura de símbolos de sinalização horizontal aeroportuária na cor branca, de acordo com o código de cores MUNSELL N 9,5, aplicada conforme especificação.	1.481,72	99,99%	C
1.1.2	Fresagem descontínua de revestimento betuminoso	585,74	100,00%	C
1.4.2	Transporte - Areia média - Caminhão basculante 10 m <sup>3</sup>	21,85	100,00%	C

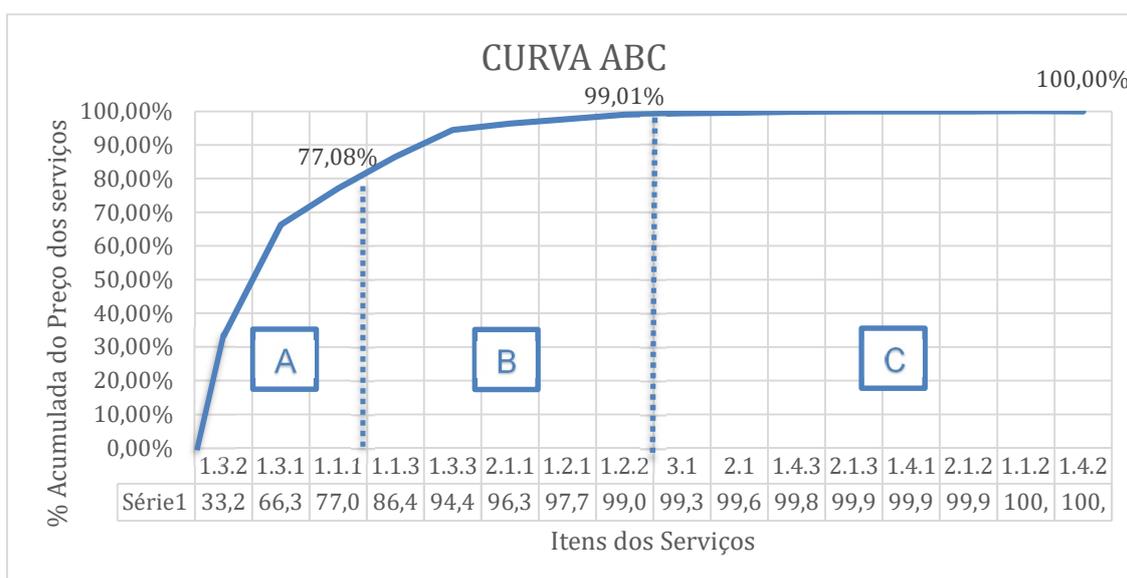
Fonte: Autor.

Nesse sentido, por se tratar de uma obra de pavimentação com a recuperação do pavimento as principais atividades foram relacionadas aos materiais betuminosos que foram aplicados, bem como na fresagem que foi necessária para a retirada do pavimento. Por se tratarem de insumos nobres, serviços com especificidades onerosas e que envolvem diversas subatividades em suas composições de custo eles foram os responsáveis pela primeira faixa da curva. Na faixa seguinte, a variação da porcentagem em relação ao preço diminuiu - de 77,08% para uma variação de aproximadamente 21,93% - e a quantidade de composições de custo aumentaram – de três para cinco.

Os principais serviços da obra nessa faixa estavam relacionados aos da faixa A, justamente por apresentarem as composições de transporte dos materiais, que foram influenciadas diretamente pela quantidade dos insumos que foi transportada e pela distância da usina para a obra – fator importante do planejamento e do gerenciamento da obra. Além dos transportes, a pintura referente à sinalização e a emulsão asfáltica figuraram como itens importantes.

No Gráfico 08, as transições das faixas da curva ABC com os respectivos percentuais identificados são evidenciadas. A curva ABC da obra analisada apresentou três pacotes de serviço na faixa A, quatro na B e nove na C. A configuração obtida pôde indicar ao responsável pelo gerenciamento da obra quais aspectos priorizar, bem como quais serviços admitir menores taxas de desperdício, atraso, replanejamento a fim de evitar ineficiência da obra.

Gráfico 8 – Curva ABC de Serviços.



Fonte: Autor.

## 4.2 Logística e Metodologia Executiva dos Serviços

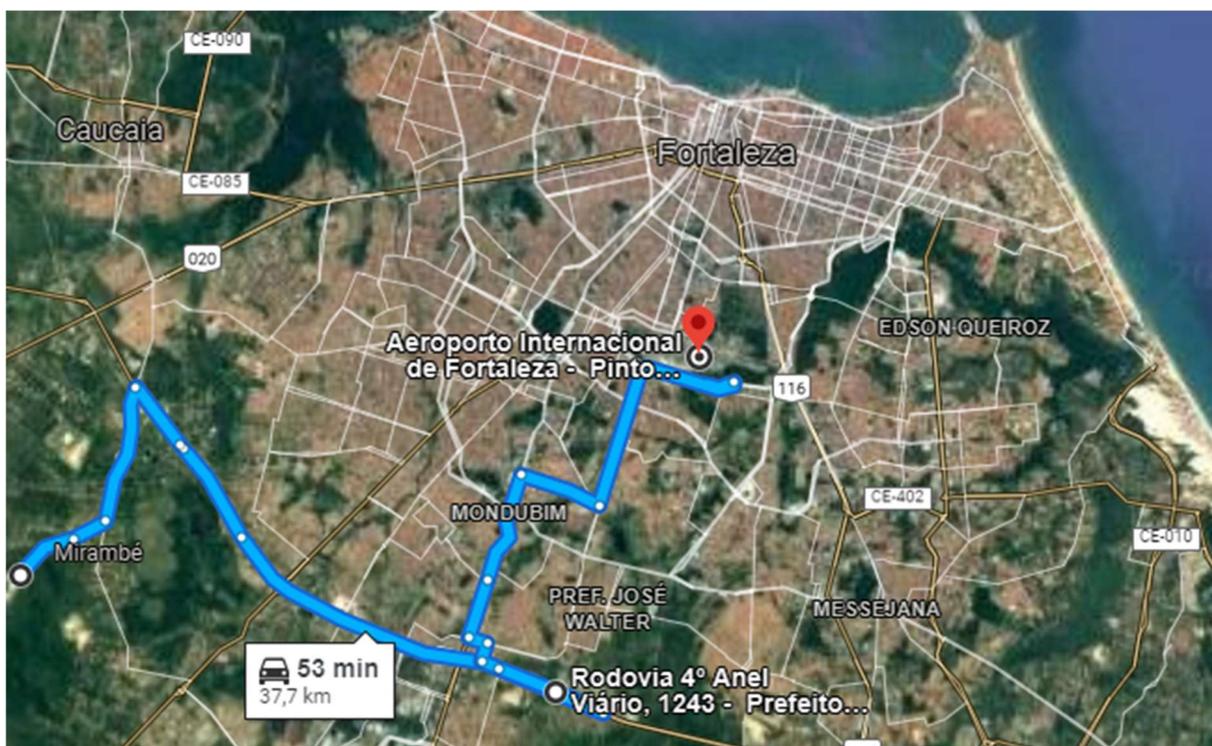
A obra apresentou um planejamento logístico com as seguintes informações:

- a) Aspectos do local da obra e da usina;
- b) Aspectos pluviométricos no período da obra;
- c) Rotina diário e jornada de trabalho;
- d) Logística dos materiais e equipamentos;

### 4.2.1 Aspectos do local da obra, da usina e da pedreira

A obra foi realizada na PPD do Aeroporto Internacional Pinto Martins, localizado no bairro Serrinha, na cidade de Fortaleza, estado do Ceará. O aeroporto dista, aproximadamente, 11Km da região da usina utilizada, localizada no bairro Distrito Industrial III. A pedreira utilizada para os agregados distava 19 Km da usina, na cidade de Caucaia, no bairro Taquara.

Figura 9 – Distância e trajeto integrado entre pedreira, usina de asfalto e local da obra.



Fonte: Google Maps (2022).

Ressalta-se como relevante o aspecto da localização da usina e da obra, pois, a logística de usinagem, carga, transporte e aplicação representa uma parcela significativa do preço da obra. As operações de carga e transporte são partes integrantes do sistema, já que são responsáveis pela destinação dos materiais para a utilização na obra. Na obra em questão a proximidade entre a usina e o local da obra facilitou a logística de transporte, bem como das operações relacionadas, o que favoreceu a efetividade da obra, principalmente pelas restrições das jornadas de trabalho – reduzidas e em horário específico - no complexo aeroportuário.

#### **4.2.2 Aspectos pluviométricos no período da obra**

O planejamento para a execução da obra considerou a pluviosidade no período da obra – três últimos meses do ano de 2020 - que apresentou baixos índices de precipitação média. A obra foi executada em um período favorável para a efetividade dos serviços, já que em períodos imediatamente posteriores – meses representantes do período chuvoso em Fortaleza - o crescimento da precipitação média é notório e, portanto, prejudicial às atividades de pavimentação. Na Tabela 7 é demonstrado o planejamento do período da obra em relação a esse aspecto.

Tabela 7 – Período planejado para a obra, precipitação e dias de chuva.

<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>Precipitação (mm)</b>	<b>Dias de Chuva</b>
<b>Outubro</b>	2020	1,0	5
<b>Novembro</b>	2020	1,0	5
<b>Dezembro</b>	2020	2,0	10

Fonte: Autor.

Nota-se, com o planejamento do período da obra ao considerar os aspectos pluviométricos, que o cronograma das atividades não possuía margens para atrasos ou replanejamentos que comprometessem o avanço da obra por muitas semanas. Por meio da análise do cenário, se o ritmo geral de execução das atividades fosse inferior ao planejado, alguns serviços teriam de ser realizados em períodos com alta precipitação média, ou seja, com mais um fator de risco e de restrição. Essas características se confirmaram na obra com algumas variações – apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Chuva máxima no posto pluviométrico Castelão em Fortaleza.

<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>Precipitação normal (mm)</b>	<b>Precipitação observada (mm)</b>
<b>Setembro</b>	2020	6,3	15,3
<b>Outubro</b>	2020	6,3	15,3
<b>Novembro</b>	2020	6,6	15,9
<b>Dezembro</b>	2020	31,7	0,0
<b>Janeiro</b>	2021	124,8	112,7
<b>Fevereiro</b>	2021	148,4	65,6

Fonte: FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (2022) – Adaptado.

No período da obra as precipitações observadas foram acima do normal, exceto no mês de dezembro. Entretanto, a tendência ao aumento da precipitação com o início do ano posterior se apresentou conforme o planejamento. A ausência de precipitação observada em dezembro facilitou a aceleração do ritmo nesse mês.

#### **4.2.3 Rotina diária e jornada de trabalho**

A rotina de trabalho diária foi planejada considerando uma jornada de trabalho total de 6h05min, sendo o período de trabalho efetivo na PPD de 4h50, correspondentes ao período de 0h às 04h50 min. As atividades realizadas seguiram o planejamento inicial da Tabela 9 ao longo de todo o período da obra, sendo operações de avanço dos serviços por trecho da PPD – atividades com ciclo repetitivo.

Tabela 9 – Rotina diária de atividades.

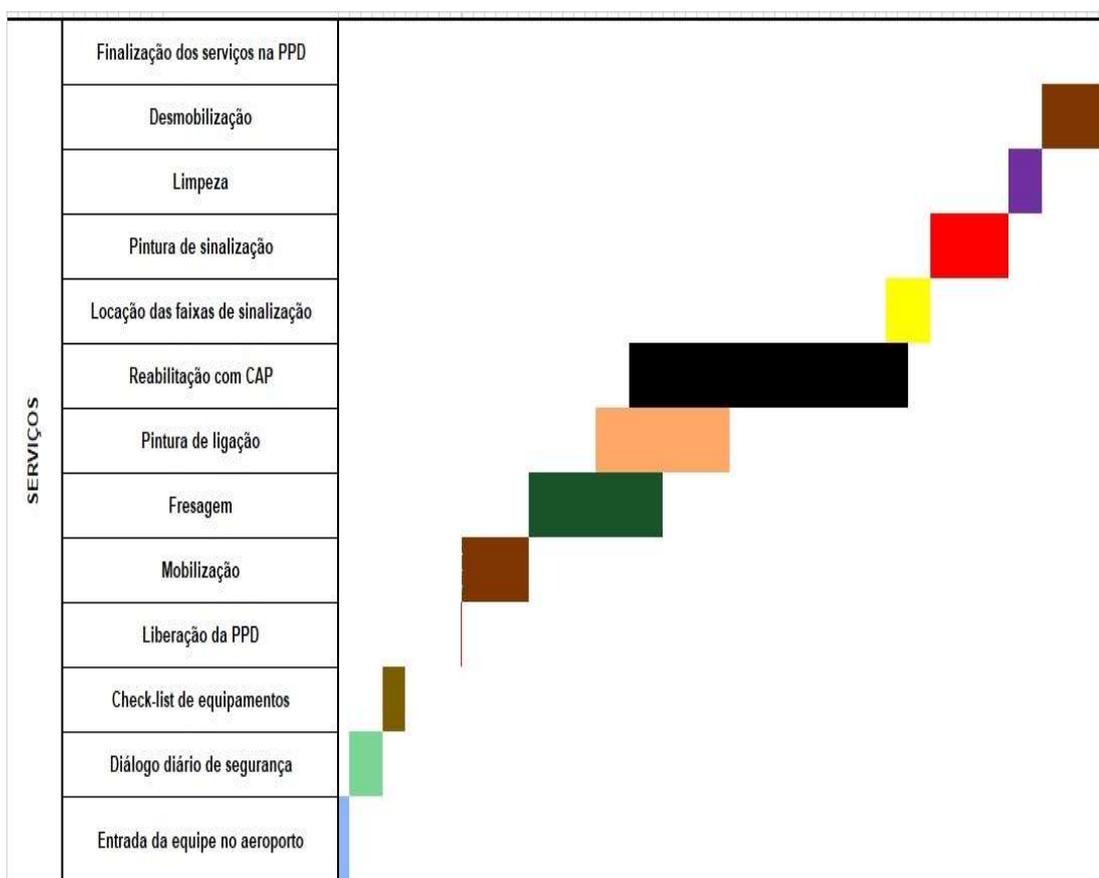
<b>Atividade</b>	<b>Início</b>	<b>Duração (min)</b>	<b>Término</b>
Entrada da equipe no aeroporto	23:05	5	23:10
Diálogo diário de segurança	23:10	15	23:25
Check-list de equipamentos	23:25	10	23:35
Liberação da PPD	00:00	0	00:00
Mobilização	00:00	30	00:30
Fresagem	00:30	60	01:30
Pintura de ligação	01:00	60	02:00
Reabilitação com CAP	01:15	125	03:20
Locação das faixas de sinalização	03:10	20	03:30
Pintura de sinalização	03:30	35	04:05
Limpeza	04:05	15	04:20
Desmobilização	04:20	30	04:50
Finalização dos serviços na PPD	04:50	0	04:50

Fonte: Autor.

Ressalta-se que, por questões de segurança das operações, a rotina diária de atividades foi modificada durante a obra. Dentre as alterações, a finalização dos serviços da PPD foi replanejada para às 4h30.

O sistema construtivo apresenta repetitividade das atividades que são realizadas em trechos diários e podem ser representadas por uma linha de balanço. Na Figura 10 é apresentada a rotina esquemática diária como um trecho da linha de balanço da obra que se repete com as mesmas relações de duração.

Figura 10 – Rotina esquemática dos serviços executados na PPD.



Fonte: Autor.

#### **4.2.4 Logística de mão de obra e equipamentos**

A mão de obra e os equipamentos dos serviços em questão estão presentes nas Tabelas 10 e 11, respectivamente. Dentre os equipamentos, notou-se como relevante, em quantidade, o uso de caminhões basculantes para as operações de carga, transporte e descarga dos materiais e, conseqüentemente, a maior utilização de motoristas.

Tabela 10 - Uso de mão de obra por mês na obra.

Descrição	Quant. Out	Quant. Nov.	Quant. Dez.
Encarregado de pavimentação	1	1	1
Mesista	1	1	1
Motorista	26	26	26
Operador de máquina	4	4	4
Operador de espargidor	1	1	1
Rasteleiro	4	4	4
Servente	14	14	14
Topógrafo	1	1	1
Auxiliar de sala técnica	1	1	1
Engenheiro júnior	1	1	1
<b>Total de Mão de Obra</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>

Fonte: Autor.

Tabela 11 - Uso de equipamentos por mês na obra.

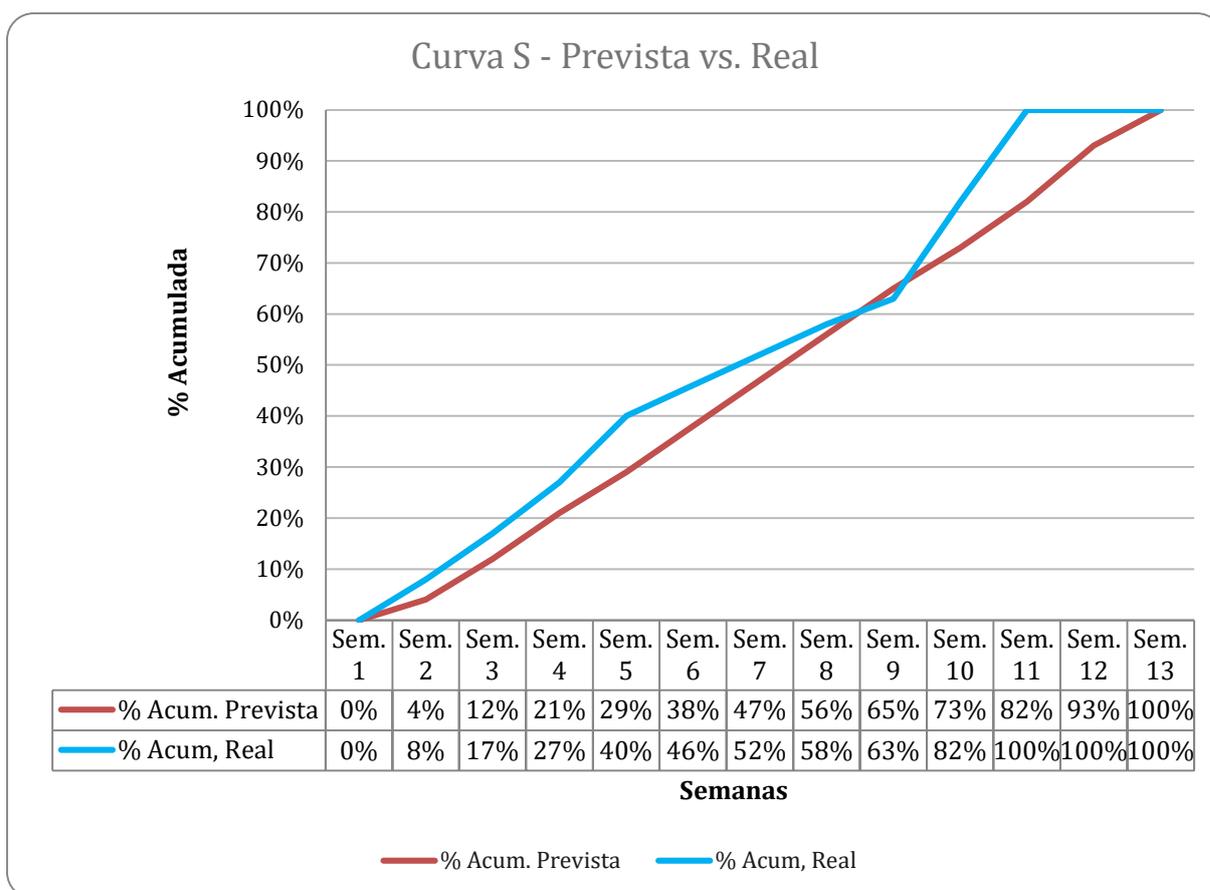
Descrição	Quant. 1º mês	Quant. 2º mês	Quant. 3º mês
Caminhão-tanque	1	1	1
Carreta	1	1	1
Minicarregadeira com Vassoura Mecânica	2	2	2
Ônibus	1	1	1
Placa Vibratória	1	1	1
Torre de Iluminação	15	15	15
Veículo Utilitário (Saveiro)	4	4	4
Caminhão Basculante (10m <sup>3</sup> )	21	21	21
Caminhão Mercedes Benz 1718 (Espargidor)	1	1	1
Caminhão guindauto (Munck)	1	1	1
Espargidor de Asfalto	1	1	1
Fresadora Asfáltica <i>Wirtigen</i>	1	1	1
Rolo Compactador de Pneus	3	3	3
Rolo Compactador Tandem	3	3	3
Vibroacabadora	2	2	2
<b>Total de Equipamentos</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>58</b>

Fonte: Autor.

#### 4.3 Elementos de Controle e Acompanhamento da Obra

A Curva S dos serviços previstos e realizados está presente no Gráfico 9. A Curva S prevista apresentou pequenas variações de forma, pelo fato do planejamento do avanço físico da obra não ter discrepâncias consideráveis, explicadas pela execução com repetição dos serviços em cada trecho diário e, portanto, em cada conjunto de trechos na semana.

Gráfico 9 - Curva S prevista e real para a obra.



Fonte: Autor.

O planejamento da obra previu um início com ritmo mais leve, representado pelas atividades da primeira semana. Contudo, a partir da segunda semana até a penúltima prevista o ritmo permanece consideravelmente constante. A última semana, entretanto, mostra uma variação relacionada à diminuição do ritmo com o encerramento das operações.

Em contrapartida, a Curva S real da obra, no Gráfico 9, apresentou as seguintes características:

- a) Três trechos distintos influenciados pelos períodos de medição dos serviços;
- b) Redução do período da obra, com aceleração dos serviços;
- c) Ritmo no último período da obra acima da média empregada nos demais períodos;
- d) Ausência do padrão comumente observado em uma curva S convencional, que apresenta um período lento seguido por um intervalo de tempo com ritmo mais elevado e finaliza com uma desaceleração.

A Curva S real se diferencia da prevista com a redução do período planejado para a obra em duas semanas. A aceleração do ritmo, acima do dobro da média das semanas anteriores, fez com que a obra pudesse ser terminada na primeira quinzena de dezembro de 2020. Aproximadamente um terço dos custos e avanço da obra foram executados e efetivamente medidos com referência em apenas duas semanas, correspondentes ao último mês.

Além dessa mudança de ritmo, observou-se uma variação entre as primeiras semanas, correspondentes ao mês de outubro, e o mês de novembro, já que nesse último a execução dos serviços e a sua respectiva medição foram inferiores ao período anterior. Diante disso, o perfil apresentado pela Curva S real sugere um início em ritmo rápido e um término de obra acelerado. Os serviços, ao longo do período da obra, foram acompanhados diariamente e desempenhados na PPD dos lados direito (LD) e esquerdo (LE) em trechos com seguimentos orientados na PPD. O Apêndice A apresenta as atividades realizadas durante os três meses da obra, de acordo com os trechos executados na PPD. As atividades foram executadas em todos os dias da semana, exceto aos domingos e feriados, dias assinalados com a ausência de atividades. A equipe - diretamente ligada às operações de fresagem, pavimentação e sinalização - permaneceu inalterada durante o período da obra, exceto na atividade exclusiva de levantamento topográfico no mês de novembro. A equipe e os equipamentos utilizados diretamente são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Equipe diretamente ligada às atividades na PPD e equipamentos.

<b>Função na Equipe</b>	<b>Quant.</b>	<b>Quant. (topografia)</b>	<b>Equipamentos</b>	<b>Quant.</b>
Engenheiro	1	1	Fresadora	1
Encarregado	1	1	Minicarregadeira	2
Operador de máquina	9	0	Vibroacabadora	1
Topógrafo	1	1	Rolo Compactador	4
Técnico de segurança	1	1	Caminhão Espargidor	1
Mecânico	1	0	Caminhão-tanque	1
Motoristas	15	0	Caminhão de sinalização	1
Rasteleiro	4	0	Caminhão Basculante	4
Servente	10	4		

Fonte: Autor.

Durante o acompanhamento das atividades foram apontadas observações por parte da empresa contratante que fiscalizava as operações desenvolvidas. Essas informações, no Quadro 10, serviram de norteammento para a contratada realizar o controle adequado dos processos e supervisionar o desenvolvimento da obra e adotar as medidas corretivas necessárias para a eliminação das inconformidades.

Quadro 10 - Observações de inconformidades e medidas corretivas no período da obra.

<b>Data</b>	<b>Observações</b>	<b>Medida corretiva</b>
01/10/2020	Deixados régua de alumínio e um vassourão na ilha gramada, configurando <i>Foreign object damage</i> (F.O.D.)	Realizar discussão de segurança com colaboradores e tomar medidas corretivas.
01/10/2020 a 11/10/2020	Massa asfáltica com aparência muito aberta e disforme.	Ajustar traço.
12/10/2020	Traço com ajustes. Aparência mais uniforme da massa.	
22/10/2020	Resquícios de material provenientes na fresagem na PPD.	Limpeza da PPD com maior atenção.
12/11/2020	Chuva forte com prejuízo à execução do trecho e à sinalização da zona de toque.	Aguardar ensaios e extração de corpos de prova.

Fonte: Autor

#### 4.4 Cenários alternativos

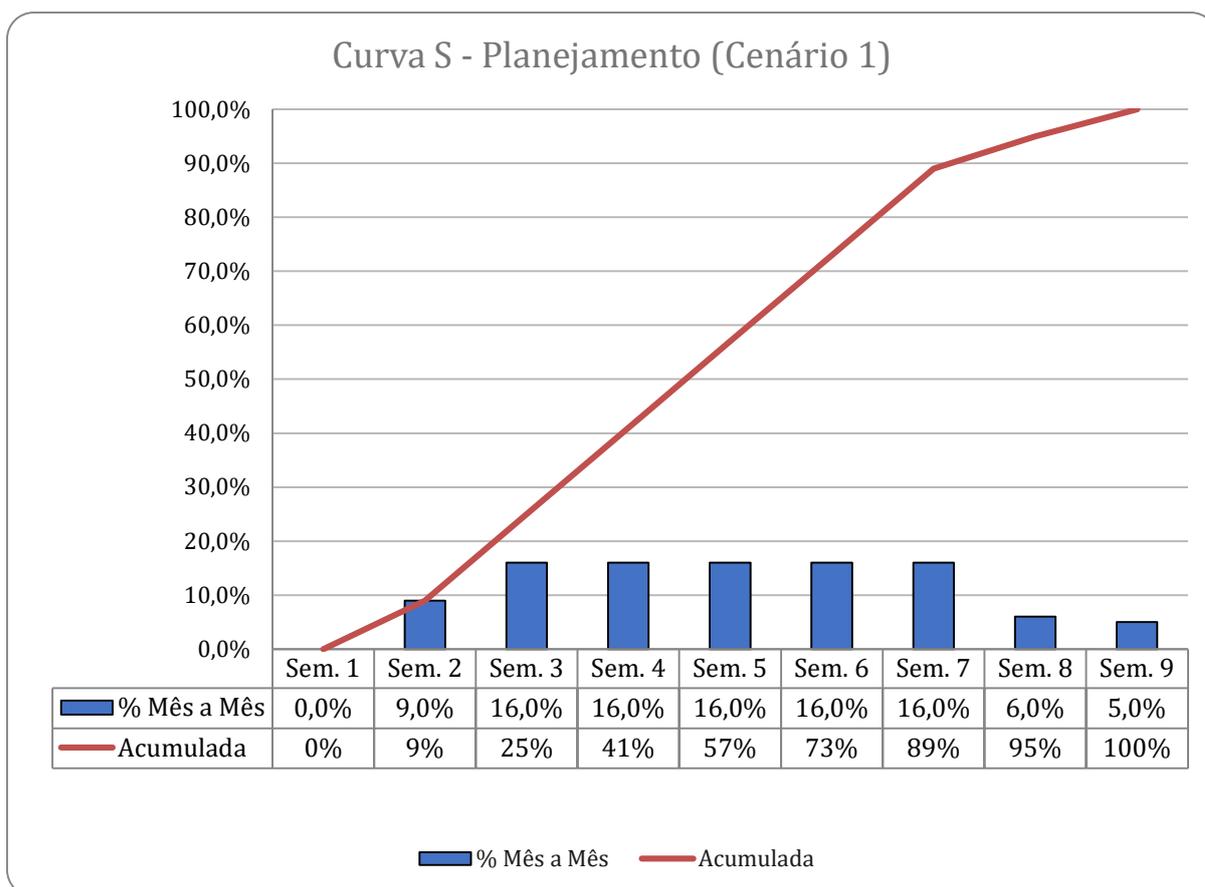
O primeiro cenário alternativo apresenta uma Curva S planejada, como no Gráfico 10, com as seguintes características:

- a) Período de obra reduzido em duas semanas em relação ao período real e em quatro semanas ao considerar o previsto inicialmente;
- b) Concentração dos serviços no período central da obra;
- c) Menor carga se serviços nas últimas semanas;
- d) Constância de ritmos nas semanas intermediárias.

A curva de controle para o primeiro cenário alternativo considerou uma aceleração com a distribuição no período central da obra, de forma a definir que o avanço da obra nas últimas duas semanas seria reduzido. Com isso, o responsável pelo gerenciamento da obra teria uma margem de segurança caso fosse necessário

um replanejamento devido a atrasos na obra, pois a prorrogação dos serviços poderia ter o impacto negativo minimizado ao distribuir a carga de trabalho nas semanas planejadas com redução de ritmo. Na Tabela 13, é apresentada a rotina diária de atividades considerada para esse cenário.

Gráfico 10 - Curva S planejada para o primeiro cenário alternativo.



Fonte: Autor.

Por ser um cenário alternativo, existem restrições específicas para que seja viável, principalmente ao considerar o ambiente aeroportuário e as limitações de operação na PPD. Dentre elas estão:

- a) Liberação da PPD para as operações por mais uma hora, no mínimo;
- b) Gerenciamento de riscos ampliado por ter uma aceleração dos serviços;
- c) Análise de viabilidade ao verificar os custos e benefícios da obra em um período menor, mas com maior restrição diária de operação da PPD;
- d) Disponibilidade e viabilidade de operação para um volume maior de serviços e, conseqüentemente, o aumento de insumos diários;
- e) Impacto financeiro a ser distribuído em um menor período.

Tabela 13 - Rotina diária de atividades do primeiro cenário alternativo.

<b>Atividade</b>	<b>Início</b>	<b>Duração (min)</b>	<b>Término</b>
Entrada da equipe no aeroporto	23:05	5	23:10
Diálogo diário de segurança	23:10	15	23:25
<i>Check-list</i> de equipamentos	23:25	10	23:35
Liberação da PPD	00:00	0	00:00
Mobilização	00:00	30	00:30
Fresagem	00:30	70	01:40
Pintura de ligação	01:10	70	02:20
Reabilitação com CAP	01:30	150	04:00
Locação das faixas de sinalização	03:50	20	04:10
Pintura de sinalização	04:10	45	04:55
Limpeza	04:55	25	05:20
Desmobilização	05:20	30	05:50
Finalização dos serviços na PPD	05:50	0	05:50

Fonte: Autor

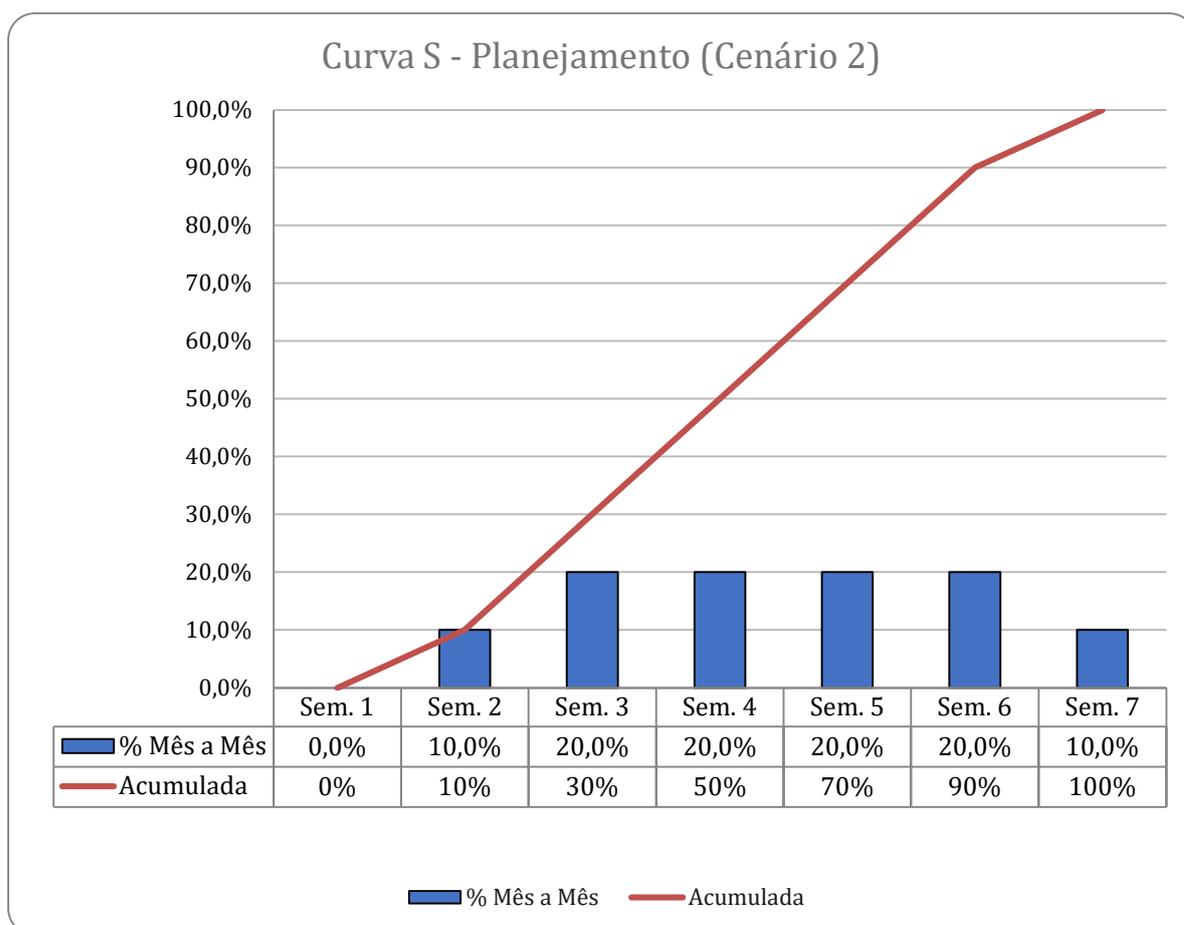
O segundo cenário alternativo apresenta uma curva S planejada, Gráfico 11, com as seguintes características:

- a) Período de obra reduzido em quatro semanas em relação ao período real e em seis semanas ao considerar o previsto inicialmente;
- b) Concentração dos serviços no período central da obra;
- c) Menor carga se serviços na última semana;
- d) Constância de ritmos nas semanas intermediárias.

Na Tabela 14, a rotina de trabalho é apresentada com as atividades dispostas em uma jornada de trabalho maior, correspondente à aceleração da obra. Por ser um cenário alternativo com uma aceleração maior que a do primeiro cenário alternativo, as restrições se apresentam com maior evidência e, para que seja viável, são necessários os seguintes aspectos:

- a) Liberação da PPD para as operações por mais duas horas, no mínimo, sendo no total, aproximadamente, sete horas diárias;
- b) Gerenciamento de riscos ampliado e verificação das condições de operações auxiliares que possam ser impactadas;
- c) Disponibilidade e viabilidade de operação para um volume de serviços em um ritmo dobrado de operação
- d) Disponibilidade financeira em um período, aproximadamente, 50% inferior ao planejado anteriormente na proposta técnica.
- e) Impossibilidades construtivas quanto ao ritmo acelerado necessário.

Gráfico 11 - Curva S planejada para o segundo cenário alternativo.



Fonte: Autor.

Tabela 14 - Rotina diária de atividades do segundo cenário alternativo.

<b>Atividade</b>	<b>Início</b>	<b>Duração (min)</b>	<b>Término</b>
Entrada da equipe no aeroporto	23:05	5	23:10
Diálogo diário de segurança	23:10	15	23:25
Check-list de equipamentos	23:25	10	23:35
Liberação da PPD	00:00	0	00:00
Mobilização	00:00	30	00:30
Fresagem	00:30	80	01:50
Pintura de ligação	01:20	80	02:40
Reabilitação com CAP	01:45	180	04:45
Locação das faixas de sinalização	04:35	20	04:55
Pintura de sinalização	04:55	55	05:50
Limpeza	05:50	30	06:20
Desmobilização	06:20	30	06:50
Finalização dos serviços na PPD	06:50	0	06:50

Fonte: Autor.

#### 4.5 Composições De Custos E Impactos Na Obra

As composições de custos dos principais serviços executados foram definidas pela empresa contratada, sendo composições próprias de preço unitário (CPPU), que consta no Apêndice B.

Ao analisar as CPPU utilizadas, notou-se diferença entre os custos adotados para os que estão presentes nos sistemas referenciais de custo. Por se tratar de operações no sistema aeroportuário, essas discrepâncias possuem maior frequência, já que não existe nesses sistemas um módulo aeroportuário totalmente desenvolvido. Além disso, a taxa empregada para os Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) nos serviços de fornecimento de materiais (25,27%) foi consideravelmente superior à utilizada com a referência dos serviços da Seinfra/CE, sendo no último caso o limite fixado em 15%. Contudo, a obra não estava sujeita aos limites e às faixas aplicadas às obras públicas, por ser um contrato entre empresas privadas. Percebeu-se também a ausência de Composições de Preço Unitário (CPU) das tabelas de custos que referenciassem adequadamente o insumo do Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) com polímero, sendo encontrado apenas o serviço referente ao fornecimento do CAP 50/70. As referências das composições e insumos utilizados estão presentes no Apêndice C e no Anexo A.

Ao comparar os principais serviços e seus respectivos preços adotados com os preços dos sistemas de custos, apresentados na Tabela 15, notou-se uma discrepância que, na análise conjunta dos itens, resultou em um impacto de, aproximadamente, um terço do preço total do orçamento (R\$6.262.502,56). Os preços referenciais eram inferiores ao preço adotado no orçamento e, portanto, distantes da realidade orçamentária dessa obra.

Nesse cenário, foram observadas as diferenças entre as CPU e CPPU nos aspectos a seguir:

- a) A produtividade considerada nas CPU que consideram operações em rodovias é superior ao indicado nas CPPU que consideram as atividades no complexo aeroportuário;
- b) Os índices adotados para a utilização dos insumos, principalmente dos equipamentos, são inferiores ao apresentado nas CPPU da obra em questão;

- c) A previsão da mão de obra nas CPU é inferior ao apresentado nas CPPU e, em alguns casos, como na fresagem e no transporte não considera toda mão de obra necessária para executar o serviço;
- d) Os custos referenciados pelo SICRO não consideram as demandas logísticas mais rígidas para os pavimentos aeroportuários, principalmente, os da pista de pouso e decolagem, portanto possuem a tendência a apresentar custos defasados;
- e) A tabela da Seinfra/CE com a ANP apresenta limitações em relação a atualização dos custos dos materiais betuminosos, principalmente, em períodos com variações mais frequentes desses insumos. Além dessa restrição, alguns materiais betuminosos específicos que são utilizados nos pavimentos aeroportuários não são referenciados diretamente.

Tabela 15 - Diferença entre o preço das principais composições de custo e o preço do orçamento.

<b>Descrição orçamentária</b>	<b>Código</b>	<b>Preço Unit. Sistema de Custos(R\$)</b>	<b>Preço Unit. Orçamento (R\$)</b>	<b>Diferença (%)</b>	<b>Diferença Total na obra (R\$)</b>
Fresagem contínua de revestimento betuminoso	4011479	51,14	192,91	277,21	495.445,03
Transporte com caminhão basculante de 10 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada	5914389	0,57	3,20	461,40	483.361,72
Cimento Asfáltico Cap 50/70 Com Polímero – Fornecimento e Transporte	I0798 <sup>1</sup> e I0002	3.197,81	5.565,14	74,03	880.978,18
Usinagem e Aplicação De CBUQ - Faixa 2 Direng.	C3155	205,72	290,92	41,12	609.904,20
<b>Total (R\$)</b>					<b>2.469.689,13</b>

<sup>1</sup> O insumo de refere ao cap 50/70, sendo utilizado na análise por não ter um insumo específico com a informação da presença de polímero.

Fonte: Autor.

Ao planejar os cenários alternativos, notou-se a diferença nas produtividades dos serviços que, conforme a diminuição do prazo da obra, demandavam uma produtividade superior, demonstrada na Tabela 16. Alguns serviços não apresentaram um aumento na produção, como a mobilização de equipamentos e a aplicação dos materiais. Contudo, demandaram uma quantidade de material diário e a realização das operações diárias em um período menos, pois o prazo total da obra nos cenários alternativos foi menor.

Tabela 16 – Produtividade das CPPU para cada cenário analisado.

<b>Serviços</b>	<b>Cenário real</b>	<b>Cenário alternativo 1</b>	<b>Cenário alternativo 2</b>
Fresagem contínua	58,33 m <sup>3</sup>	71,29 m <sup>3</sup>	91,66 m <sup>3</sup>
Emulsão asfáltica RR-2c	0,513 t	0,627 t	0,8061 t
Transporte com caminhão basculante 10m <sup>3</sup>	3065,82 t.km	3757,12 t.km	4817,72 t.km
Transporte de material asfáltico para pavimentação usina/obra	139,99 t	209,12 t	345,69 t
Cimento asfáltico cap 50/70 com polímero – fornecimento e transporte	6,58 t	8,04 t	10,34 t
Mobilização e Desmobilização De Equipamentos	1,00 und	1,00 und	1,00 und

O aumento da produtividade demandada pela aceleração da obra considerada nos cenários alternativos impactou também o preço unitário das CPPU utilizadas. Nos serviços de fresagem e transporte a mudança dos preços unitários é considerável, sendo até um terço menor que o preço utilizado no cenário real. O preço de CPPU como o de fornecimento de materiais betuminosos e de mobilização e desmobilização de equipamentos não apresentou variação, entretanto essas atividades – nos cenários alternativos – seriam realizadas em um período total da obra reduzido em até um terço.

Os preços unitários dessas últimas CPPU poderiam ser reavaliados ao levar em consideração o menor período da obra e, portanto, o ganho de forma mais acelerada. Além disso, a disponibilidade para a atuação em outras obras após o término da obra em questão também poderia ser um fator para a consideração de um preço unitário menor. Ressalta-se que a definição dos preços unitários desses materiais e serviços demandam análises mais criteriosas e variam de acordo com o

caso concreto. No caso apresentado na Tabela 17 foi considerado o mesmo padrão de cálculo para a definição do preço unitário do cenário real para os demais cenários alternativos.

Tabela 17 – Preço unitário para as CPPU de cada cenário.

<b>Serviços</b>	<b>Cenário real (R\$)</b>	<b>Cenário alternativo 1 (R\$)</b>	<b>Cenário alternativo 2 (R\$)</b>
Fresagem contínua	192,91	157,84	122,75
Emulsão asfáltica RR-2c	2.963,24	2.963,24	2.963,24
Transporte com caminhão basculante 10m <sup>3</sup>	3,20	2,61	2,03
Transporte de material asfáltico para pavimentação usina/obra	70,16	46,97	28,40
Cimento asfáltico cap 50/70 com polímero – fornecimento e transporte	5.565,14	5.565,14	5.565,14
Mobilização e Desmobilização De Equipamentos	11.108,16	11.108,16	11.108,16

As informações apresentadas, na Tabela 18, demonstram a variação do preço total de alguns serviços ao ter os cenários analisados em comparação. As diferenças dos preços totais, considerando a produtividade como fator influenciador, chegam a um terço, resultado relacionado com a aceleração do ritmo dos cenários alternativos. Ao analisar outros serviços que seriam executados com o preço unitário igual ao do cenário real – ao considerar a análise desse trabalho – outro fator deve ser levado em conta, a duração total da obra.

Tabela 18 – Preço total do orçamento para as CPPU de cada cenário.

<b>Serviços</b>	<b>Cenário real (R\$)</b>	<b>Cenário alternativo 1 (R\$)</b>	<b>Cenário alternativo 2 (R\$)</b>
Fresagem contínua	674.164,50	551.605,02	427.228,29
Transporte com caminhão basculante 10m <sup>3</sup>	588.120,72	479.685,97	373.089,09
Transporte de material asfáltico para pavimentação usina/obra	502.100,04	336.140,80	203.244,60

Fonte: Autor

No caso das mobilizações e desmobilizações dos equipamentos e no fornecimento e transporte dos materiais betuminosos as duas semanas a menos – do cenário alternativo 1 – e as 4 semanas a menos – cenário alternativo 2 – poderiam representar diferenças superiores a um terço, pois envolveria a possibilidade de diminuição do preço unitário por diversos fatores, sendo uma análise mais complexa. Contudo, com a observação da tendência dos outros serviços e utilizando a produtividade como fator importante na elaboração dos preços unitários dos serviços, pode-se estimar – de forma simplificada - a diferença do orçamento da obra entre os cenários em até um terço.

Outros questionamentos são apontados como importantes para a análise e para a adoção dos cenários alternativos, sendo o principal deles a disponibilidade do complexo aeroportuário para as jornadas de trabalho definidas neste trabalho. O preço total da obra, em uma análise ampla, sofre influência também dessa disponibilidade, pois tanto os custos de manter a PPD fechada por mais horas para permitir que a obra seja realizada em um período inferior quanto os custos de manter a PPD fechada por um período maior de dias, mesmo que por um período diário menor, precisam ser detalhadamente analisados.

## 5 CONCLUSÃO

A análise da obra descrita nesse trabalho apresentou os principais recursos relacionado ao planejamento de uma obra de reabilitação da pista de pouso e decolagem (PPD) do Aeroporto Internacional Pinto Martins em Fortaleza, no estado do Ceará, necessário desde antes da execução até a última fase dos serviços. Esses recursos puderam traçar as diretrizes para o desenvolvimento da obra em um ambiente com restrições e limitações de acesso e operação específicas.

O cenário geral da obra foi marcado pela presença de operações noturnas com jornada reduzida. As operações precisavam ser iniciadas e finalizadas para que a PPD pudesse ser utilizada pelas aeronaves. Desse modo, o controle do tempo foi um fator crucial para o desempenho da obra.

A dependência das condições climáticas foi um dos aspectos responsáveis pela delimitação da obra no último trimestre de 2020. O período chuvoso de Fortaleza a partir de janeiro de 2021 poderia inviabilizar a execução das atividades. Com isso, caso ocorressem problemas graves no desenvolvimento das atividades na PPD durante o período de trabalho, esses atrasos não poderiam ser reparados com a execução das atividades em outro turno.

A logística empregada para a fabricação, o fornecimento e a aplicação dos materiais betuminosos foi planejada com detalhes para não prejudicar a efetividade da obra. A localização da usina e da pedreira e as operações de transporte dos materiais foram definidas para que, no tempo disponível para a aplicação, os insumos pudessem estar no local de obra.

Nesse contexto, aliou-se ao planejamento a temática do gerenciamento como um elemento essencial para o controle da qualidade e da efetividade dos processos. Nessa área foram apresentadas a gerência dos riscos das atividades, os procedimentos de segurança, acompanhamento, supervisão e fiscalização da obra. Os cuidados na PPD envolveram a atenção ao início e término das operações com a entrega em condições seguras do ponto de vista operacional.

Dessa forma, pôde-se relacionar essas operações com a definição de custos. A análise de custos esteve presente em todas as etapas, pois representou a previsão no planejamento da proposta inicial, o impacto imediato durante o desenvolvimento dos serviços e o elemento principal para o controle financeiro relacionado ao avanço físico da obra. A obra apresentou uma concentração dos

custos nos materiais betuminosos e nas operações de fresagem e transporte e, por essa concentração, poucos serviços atuaram como definidores do desempenho financeiro da obra.

Nessa conjuntura, verificou-se a distribuição da operação dos serviços em períodos diferentes do planejamento inicial e do cenário real. A apresentação foi realizada com o propósito de complementar as abordagens realizadas e como uma demonstração de planejamento simplificado do autor, possibilitando a aplicação também nos casos de replanejamento e ajuste de ritmo de uma obra atrasada.

Os cenários apresentados consideraram o replanejamento da obra com a duração reduzida, pois foi considerada a necessidade de desenvolvimento dos serviços no período com baixa pluviosidade. Esses cenários só puderam ser planejados porque consideraram que a PPD pudesse ser fechada por um período maior que o real. Diante desses apontamentos, a presença das composições de custo completou o trabalho com a verificação de um dos impasses persistentes em operações no complexo aeroportuário – a ausência de um sistema referencial de custos com a contemplação dos serviços dessa natureza. De forma simplificada, as principais Composições Próprias de Preço Unitário (CPPU) utilizadas foram comparadas com as Composições de Preço Unitário (CPU) de tabelas de custos e o impacto na obra caso utilizassem essas últimas composições.

O impacto financeiro da adoção de CPPU em vez das CPU foi considerável, pois ao comparar os serviços, percebeu-se a diferença em todos os serviços analisados. As CPU dos sistemas de referência não contemplam todas as especificidades das operações aeroportuárias e, caso fossem adotadas, resultariam em uma previsão de custos que poderia inviabilizar a obra, por ser subdimensionada.

Tendo em vista a importância dos elementos necessários às operações de obras de engenharia em pavimentação aeroportuária, sugere-se o desenvolvimento e aprimoramento das seguintes análises de trabalhos futuros que abordem a:

- a) Análise das metodologias de aceleração e replanejamento de ritmo de obras, como a metodologia da aceleração racional dos serviços;
- b) Verificação e estudo sobre a produtividade da equipe utilizada ao ter cenários com jornadas específicas de trabalho, como as com redução de carga horária diária e as com operações noturnas;
- c) Pesquisa sobre as formações de CPU e CPPU para o atendimento às necessidades das atividades no complexo aeroportuário.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC Nº153 EMENDA Nº 06:** AERÓDROMOS - OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E RESPOSTA À EMERGÊNCIA. 2021a. 130 p. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-153>. Acesso em: 28 jul. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC Nº 154 EMENDA Nº 07:** PROJETO DE AERÓDROMOS. 2021b. 238 p. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-154-emd-07>. Acesso em: 28 jul. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC Nº 107 EMENDA Nº 04:** SEGURANÇA DA AVIAÇÃO CIVIL CONTRA ATOS DE INTERFERÊNCIA ILÍCITA – OPERADOR DE AERÓDROMO. 2021c. 57 p. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-107>. Acesso em: 08 set. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Manual de OBRAS E SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO**. 3. ed. Brasil: SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA, Novembro 2020. 61 p. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/publicacoes/publicacoes-arquivos/manual-de-obras-e-servicos-de-manutencao.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). Ministério da Infraestrutura. **CONCESSÕES DE AEROPORTOS**. 2021d. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/concessoes>. Acesso em: 09 ago. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Portaria nº 4315**, de 23 de fevereiro de 2021. 2021e. Disponível em: [https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/portarias/2021/portaria-no-4315-sia-23-02-2021/@@display-file/arquivo\\_norma/PA2021-4315.pdf](https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/portarias/2021/portaria-no-4315-sia-23-02-2021/@@display-file/arquivo_norma/PA2021-4315.pdf). Acesso em: 08 set. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS AÉREAS (Brasil). **AVIAÇÃO NO BRASIL: penetração da aviação. PENETRAÇÃO DA AVIAÇÃO**. Disponível em: <http://panorama.abear.com.br/a-aviacao-no-brasil/penetracao-da-aviacao/>. Acesso em: 06 jul. 2021.
- BALBO, J. T.. **PTR 3432 – Aeroportos: Projeto Estrutural de Pavimentos de Pistas de Pouso, Taxis e Pátios de Aeroportos**. 2018. Apresentação em PDF. 96 slides. Laboratório de Mecânica de Pavimentos. Escola Politécnica - PTR. Universidade de São Paulo. . Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4290829/mod\\_resource/content/1/Pavimentos%20de%20aeroportos%202018.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4290829/mod_resource/content/1/Pavimentos%20de%20aeroportos%202018.pdf). Acesso em: 5 nov. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (Brasil). Ministério da Infraestrutura. **Sistema de Custos SICRO**. Nordeste, Ceará, Outubro - 2020. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro/nordeste/ceara/2021/outubro/outubro-2021>. Acesso em: 15 jan. 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (Brasil). Ministério dos transportes. Departamento nacional de infra-estrutura de transportes. Diretoria de planejamento e pesquisa. Coordenação-geral de estudos e pesquisa. Instituto de pesquisas rodoviárias. **MANUAL DE PAVIMENTAÇÃO**. Publicação IPR – 719. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/719\\_manual\\_de\\_pavimentacao.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/719_manual_de_pavimentacao.pdf). Acesso em: 09 dez. 2021

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (Brasil). Ministério dos transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de transportes. Diretoria Executiva. Gerência de Riscos. **Guia de Gerenciamento de Riscos de Obras Rodoviárias - Fundamentos**. Brasília, 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/documentos/guiadegerenciamentoderiscosfundamentos.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2021

DIAS, P. R. V.. Instituto Brasileiro Engenharia de Custos. **ENGENHARIA DE CUSTOS**: estimativa de custo de obras e serviços de engenharia. 2. ed. Rio de Janeiro: (Sindicato dos Editores de Livros, 2015. Disponível em: [https://ibecensino.org.br/wp-content/uploads/2017/04/livro\\_01\\_estimativa\\_de\\_custos\\_de\\_obras\\_e\\_servicos\\_de\\_engenharia-3.pdf](https://ibecensino.org.br/wp-content/uploads/2017/04/livro_01_estimativa_de_custos_de_obras_e_servicos_de_engenharia-3.pdf). Acesso em: 17 jun. 2021.

FONSECA, A. V. M.; MIYAKE, D. I.. **Uma análise sobre o ciclo PDCA como um método para solução de problemas da qualidade**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26, 2006, Fortaleza. Anais do XXVI Enegep. Disponível em: [https://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006\\_TR470319\\_8411.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR470319_8411.pdf) . Acesso em: 21 set. 2021.

FONSECA, O. A.. **PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS**: Dimensionamento. 2011. Apresentação em PDF. 21 slides. Parte 1.

FRAPORT (Brasil). Diretoria de Emergência e Segurança. **Módulo Básico - Obras**: Programa de Instrução de Segurança Operacional (PISOA). 03. ed. Fortaleza, 2020. 31 p.

GOMES, K. dos S.. **Flight Therapy**: O programa que fideliza clientes vencendo o medo de voar. Monografia. Universidade Tuiuti do Paraná. Curitiba, 2012. Disponível em: . Acesso em: 06 jul. 2021.

GONÇALVES, I.. **O que é ciclo PDCA?**. 2020. Disponível em: <https://oobras.com.br/o-que-e-o-ciclo-pdca/>. Acesso em: 21 set. 2021.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. **Secretaria da Infraestrutura**. TABELA UNIFICADA SEINFRA 026 - ENC. SOCIAIS 114,23% . Fortaleza: Secretaria da Infraestrutura, 2022a. Disponível em: <https://sites.seinfra.ce.gov.br/siproce/anteriores/026-servicos.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. **Secretaria da Infraestrutura**. Tabela de Preço de Insumos - ENC. SOCIAIS 114,23% . Fortaleza: Secretaria da Infraestrutura, 2022b. Disponível em: <https://sites.seinfra.ce.gov.br/siproce/anteriores/026-insumos.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. **Secretaria da Infraestrutura**. Tabela de Preços para Materiais Betuminosos 2020/09. Fortaleza: Secretaria da Infraestrutura, 2020.

HONESKO, F.. **PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO**: um estudo de caso na verificação dos serviços executados. 2014. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014. Cap. 2. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1972/1/PB\\_COECI\\_2013\\_2\\_12.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1972/1/PB_COECI_2013_2_12.pdf). Acesso em: 14 set. 2021.

HORONJEFF, et al., 2010, **“Planning and Design of Airports (Fifth Edition)”**, Mc. Graw-Hill Inc., New York.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Censo demográfico 1940-2010**. Até 1970 dados extraídos de: Estatísticas do século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007 no Anuário Estatístico do Brasil, 1981, vol. 42, 1979.

INSTITUTE, P. M. (ed.). **UM GUIA DO CONHECIMENTO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS**: guia pmbok. 6. ed. Newtown Square: Project Management Institute, 2017. 763 p. (Guia PMBOK). Inclui referências bibliográficas e índice.

MATTOS, A. D.. **PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019a. 368 p.

MATTOS, A. D.. **Como preparar ORÇAMENTO de OBRAS**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019b. 328 p.

OLIVEIRA, F. H. L. de; NOBRE, E. F. J.. **Correção de patologia em pavimento asfáltico aeroportuário**. In: VII Simpósio de Transporte Aéreo - SITRAER, 2008, Rio de Janeiro. Anais do VII Simpósio de Transporte Aéreo - SITRAER, 2008.

PROJECT MANAGEMENT KNOWLEDGE BASE. **Técnica do Valor Agregado, o desafio de indicadores**. 2013. Disponível em: <<https://pmkb.com.br/artigos/tecnica-do-valor-agregado-o-desafio-de-indicadores-para-seu-projeto/>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

PESSOA JÚNIOR, Elci. **Manual de Obras Rodoviárias e Pavimentação Urbana**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. 224 p.

RODRIGUES, Régis M. **Engenharia de Pavimentos**: Parte I - Projeto de Pavimentos. São José dos Campos, 2018. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Divisão De Engenharia Civil-aeronáutica.

SILVA, C. J. L. e. **Transporte aéreo, infraestrutura aeroportuária e controle urbano**: O estudo de caso do Aeroporto Internacional do Recife/Guararapes-Gilberto Freyre. Orientadora: MAIA, Maria Leonor Alves. 2010. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

SIMÕES, A. F. O.. **TRANSPORTE AÉREO BRASILEIRO NO CONTEXTO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS**: EMISSÕES DE CO2 E ALTERNATIVAS DE MITIGAÇÃO. 2003. 312 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Coppe, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/afsimoes.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2021.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (Brasil). **ESTUDO SOBRE TAXAS REFERENCIAIS DE BDI DE OBRAS PÚBLICAS E DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS RELEVANTES. 2013**. Secretaria de Fiscalização de Obras Aeroportuárias e de Edificação, Secretaria de Fiscalização de Obras Rodoviárias, Secretaria de Fiscalização de Obras de Energia e Saneamento, Secretaria de Fiscalização de Obras Portuárias, Hídricas e Ferroviárias, Secretaria de Fiscalização e Avaliação de Programas de Governo. Disponível em: <https://www.genebraseguros.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Estudo-BDI-TCU.pdf>. Acesso em: 02 out. 2021.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (Brasil). **Portaria nº 33**, de 07 de dezembro de 2012. Portaria–Segecex Nº 33, de 7 de Dezembro de 2012. 2012. Brasília, Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8182A159B6EC170159B7A9382B0701>. Acesso em: 02 out. 2021

**APÊNDICE A – QUADROS DE ACOMPANHAMENTO DIÁRIO.**

<b>Dia</b>	<b>Fresagem Asf.</b>	<b>Pavimentação Asfáltica.</b>	<b>Sinalização Horiz.</b>
01/10/2020	✓	(E. 127+3,8 a E. 120+00 – LD)	✓
02/10/2020	✓	(E. 127+3,8 a E. 120+00 – LE)	✓
03/10/2020	✓	(E. 127+3,8 a E. 120+00 – LE)	✓
04/10/2020	☒	☒	☒
05/10/2020	✓	(E. 124+00 a E. 118+00 – LD)	✓
06/10/2020	✓	(E. 127+3,8 a E. 124+00 – LD)	✓
07/10/2020	✓	(E. 120+00 a E. 108+00 – LD)	✓
08/10/2020	✓	(E. 118+00 a E. 103+00 – LD)	✓
09/10/2020	✓	(E. 120+00 a E. 105+00 – LE)	✓
10/10/2020	✓	(E. 89+00 a E. 105+00 – LE)	✓
11/10/2020	☒	☒	☒
12/10/2020	☒	☒	☒
13/10/2020	✓	(E. 91+10 a E. 108+00 – LE)	✓
14/10/2020	✓	(E. 91+10 a E. 108+00 – LD primeira faixa)	✓
15/10/2020	✓	(E. 87+00 a E. 103+00 – LD segunda faixa)	✓
16/10/2020	✓	(E. 77+00 a E. 89+00 – LE segunda faixa)	✓
17/10/2020	✓	(E. 96+11 a E. 106+11 – LE terceira faixa)	✓
18/10/2020	☒	☒	☒
19/10/2020	✓	(E. 72+00 a E. 87+00 – LD segunda faixa)	✓
20/10/2020	✓	(E. 96+11 a E. 106+11 – LE quarta faixa)	✓
21/10/2020	✓	(E. 72+10 a E. 92+10 – LD primeira faixa)	✓
22/10/2020	✓	(E. 72+10 a E. 92+10 – LE primeira faixa)	✓
23/10/2020	✓	(E. 96+11 a E. 106+11 – LE quinta faixa)	✓
24/10/2020	✓	(E. 96+11 a E. 106+11 – LE sexta faixa)	✓
25/10/2020	☒	☒	☒
26/10/2020	✓	(E. 54+00 a E. 72+10 – LD primeira faixa)	✓
27/10/2020	✓	(E. 54+00 a E. 72+10 – LE primeira faixa)	✓
28/10/2020	✓	(E. 82+00 a E. 102+10 – LD terceira faixa)	✓
29/10/2020	✓	(E. 76+10 a E. 96+11 – LE terceira faixa)	✓
30/10/2020	✓	(E. 54+00 a E. 77+00 – LE segunda faixa)	✓
31/10/2020	✓	(E. 50+10 a E. 72+00 – LD segunda faixa)	✓
☒ Ausência de atividades.			
✓ Presença de atividades.			

<b>Dia</b>	<b>Fresagem Asf.</b>	<b>Pavimentação Asfáltica.</b>	<b>Sinalização Horiz.</b>
01/11/2020	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/11/2020	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03/11/2020	✓	(E. 32+00 a E. 54+00 – LE primeira faixa)	✓
04/11/2020	✓	(E. 32+00 a E. 54+00 – LD primeira faixa)	✓
05/11/2020	✓	(E. 61+00 a E. 80+00 – LD terceira faixa)	✓
06/11/2020	✓	(E. 56+10 a E. 76+10 – Le terceira faixa)	✓
07/11/2020	✓	(E. 35+10 a E. 54+00 – LE segunda faixa)	✓
08/11/2020	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
09/11/2020	✓	(E. 33+00 a E. 50+ 10 – LD segunda faixa)	✓
10/11/2020	✓	(E. 15+00 a E. 32+00 – LD primeira faixa)	✓
11/11/2020	✓	(E. 15+00 a E. 32+00 – LE primeira faixa)	✓
12/11/2020	✓	(E. 40+00 a E. 61+00 – LE terceira faixa)	✓
13/11/2020	Observação: Realização de levantamento topográfico.		
14/11/2020	✓	(E. 16+10 a E. 35+10 – LD segunda faixa)	✓
15/11/2020	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16/11/2020	✓	(E. 15+10 a E. 33+00 – LD segunda faixa)	✓
17/11/2020	✓	(E. 96+11 a E. 106+11 – LE quinta faixa)	✓
18/11/2020	✓	(E. 18+10 a E. 37+10 – LE terceira faixa)	✓
19/11/2020	✓	(E. 24+00 a E. 40+00 – LD terceira faixa)	✓
20/11/2020	✓	(E. 9+00 a E. 24+00 – LD terceira faixa)	✓
21/11/2020	✓	(E. 00+11 a E. 15+00 – LE primeira faixa)	✓
22/11/2020	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23/11/2020	✓	(E. 00+11 a E. 15+00 – LD primeira faixa)	✓
24/11/2020	✓	(E. 00+11 a E. 15+10 – LD segunda faixa)	✓
25/11/2020	✓	(E. 00+11 a E. 16+10 – LE segunda faixa)	✓
26/11/2020	✓	(E. 00+11 a E. 18+10 – LE terceira faixa)	✓
27/11/2020	✓	(E.00+11 a E. 09+00 – LD terceira faixa) E.00+11 a E. 04+7,14 – LE quarta faixa)	✓
28/11/2020	✓	(E. 00+11 a E. 04+7,14 – LE quinta faixa) (E. 00+11 a E. 04+7,14 – LD quarta faixa)	✓
29/11/2020	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30/11/2020	✓	(E. 00+11 a E. 04+7,14 – LE sexta faixa) (E. 00+11 a E. 04+7,14 – LD quinta faixa)	✓
01/12/2020	✓	(E. 00+11 a E. 04+7,14 – LD sexta faixa)	✓
02/12/2020	✓	(E. 47+10 a E. 52+10 – LD quarta faixa) (E. 40+12 a E. 50+10 – LE quarta faixa)	✓
03/12/2020	✓	(E. 42+11 a E. 47+10 – LD quarta faixa) (E. 40+12 a E. 50+10 – LE quinta faixa)	✓
04/12/2020	✓	(E. 42+11 a E. 52+10 – LD quinta faixa) (E. 40+12 a E. 45+10 – LE sexta faixa)	✓
05/12/2020	✓	(E. 42+11 a E. 42+10 – LD quinta faixa) (E. 45+10 a E. 50+10 – LE sexta faixa)	✓
06/12/2020	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
07/12/2020	✓	(E. 69+19 a E. 79+19 – LE quarta faixa)	✓
08/12/2020	✓	(E. 69+19 a E. 79+19 – LE quinta faixa)	✓
09/12/2020	✓	(E. 69+19 a E. 79+19 – LE sexta faixa)	✓
<input checked="" type="checkbox"/> Ausência de atividades. ✓ Presença de atividades.			

## APÊNDICE B – QUADROS DE COMPOSIÇÕES PRÓPRIAS DE PREÇO UNITÁRIO

<b>Fresagem contínua de revestimento betuminoso</b>					
Produção: 58,33				Unidade:	m <sup>3</sup>
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			
1.1	Operador de Máquina	Dia	2,00	239,95	479,90
1.2	Topógrafo	Dia	1,00	344,97	344,97
1.3	Servente	Dia	4,00	151,51	606,04
1.4	Motorista NV 19	Dia	4,00	249,17	996,68
<b>Total de mão de obra</b>					<b>2.427,59</b>
2	Material				
2.1	Bits	Unidade	20,00	28,00	560,00
2.2	Óleo Diesel	L	120,00	3,59	430,80
2.3	Gasolina	L	8,33	4,59	38,23
<b>Total de material</b>					<b>1029,03</b>
3	Equipamentos				
3.1	Fresadora Asfáltica	Dia	1,00	2.500,00	2.500,00
3.2	Caminhão Pipa	Dia	1,00	400,00	400,00
3.3	Minicarreadeira com vassoura mecânica	Dia	2,00	400,00	800,00
3.4	Carreta	Dia	1,00	1.167,00	1.167,00
3.5	Veículo Utilitário (Saveiro)	Dia	2,00	93,00	186,00
<b>Total de equipamentos</b>					<b>5.053,00</b>
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>145,88</b>
BDI		(%)	32,34		47,03
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>192,91</b>

<b>Emulsão asfáltica RR-1C – fornecimento e transporte</b>					
Produção: 0,513				Unidade:	t
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			0,00
2	Material				
2.2	Emulsão asfáltica RR-1C	t	0,5130	2.365,49	1.213,50
<b>Total de material</b>					<b>1.213,50</b>
3	Equipamentos				0,00
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>2.365,49</b>
BDI		(%)	25,27		597,75
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>2.963,24</b>

<b>Transporte com caminhão basculante de 10 m<sup>3</sup> - rodovia pavimentada</b>					
Produção: 3065,8248				Unidade:	t.km
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			
1.1	Motorista NV 19	Dia	10,00	249,17	2.491,70
<b>Total de mão de obra</b>					<b>2.491,70</b>
2	Material				
2.2	Óleo Diesel	L	175,20	3,59	628,97
<b>Total de material</b>					<b>628,97</b>
3	Equipamentos				
3.1	Caminhão basculante (10m <sup>3</sup> )	Dia	10,00	480,83	4.308,30
<b>Total de equipamentos</b>					<b>4.308,30</b>
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>2,42</b>
BDI		(%)	32,34		0,78
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>3,20</b>

<b>Transporte de material asfáltico para pavimentação Usina/Obra</b>					
Produção: 139,99				Unidade:	t
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			
1.1	Motorista NV 19	Dia	10,00	249,17	2.491,70
<b>Total de mão de obra</b>					<b>2.491,70</b>
2	Material				
2.2	Óleo Diesel	L	175,20	3,59	628,97
<b>Total de material</b>					<b>628,97</b>
3	Equipamentos				
3.1	Caminhão basculante (10m <sup>3</sup> )	Dia	10,00	480,83	4.308,30
<b>Total de equipamentos</b>					<b>4.308,30</b>
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>53,06</b>
BDI		(%)	32,34		17,10
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>70,16</b>

<b>Cimento asfáltico CAP 50/70 com polímero – fornecimento e transporte</b>					
Produção: 6,58				Unidade:	t
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			0,00
2	Material				
2.2	CAP 60/85	t	6,5796	2.365,49	1.213,50
<b>Total de material</b>					<b>29.230,11</b>
3	Equipamentos				0,00
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>4.442,52</b>
BDI		(%)	25,27		1.122,62
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>5.565,14</b>

<b>Mobilização e Desmobilização de Equipamentos</b>					
Produção: 1,00				Unidade:	unidade
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			0,00
2	Material				0,00
3	Equipamentos				
3.1	Transporte de Equipamentos	Unidade	10,00	8.400,00	8.400,00
<b>Total de equipamentos</b>					<b>8.400,00</b>
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>8.400,00</b>
BDI		(%)	32,34		2.708,16
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>11.108,16</b>

### APÊNDICE C – TABELA DE COMPOSIÇÕES DE PREÇO UNITÁRIO

<b>Código</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unid.</b>	<b>Custo Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>
4011479	Sicro CE 10/2020	Fresagem contínua de revestimento asfáltico	m <sup>3</sup>	38,65	51,14
5914389	Sicro CE 10/2020	Transporte com caminhão basculante de 10 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada	tkm	0,43	0,57
I0798	Seinfra ANP 09/2020	Cimento asfáltico CAP 50/70 BDI = 15%	t	2780,71	3.197,81
I0002	Seinfra 026	Transporte comercial de material betuminoso à quente (Y = 0,41x + 42,23) BDI = 15% e Dmt = 11km	t	46,74	53,75
C3155	Seinfra 026	Concreto betuminoso à quente – CBUQ (s/transp)	t	155,45	205,72

## APÊNDICE D – QUADROS DE COMPOSIÇÕES PRÓPRIAS DE PREÇO UNITÁRIO

<b>Fresagem contínua de revestimento betuminoso</b>					
Produção: 71,29				Unidade:	m <sup>3</sup>
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			
1.1	Operador de Máquina	Dia	2,00	239,95	479,90
1.2	Topógrafo	Dia	1,00	344,97	344,97
1.3	Servente	Dia	4,00	151,51	606,04
1.4	Motorista NV 19	Dia	4,00	249,17	996,68
<b>Total de mão de obra</b>					<b>2.427,59</b>
2	Material				
2.1	Bits	Unidade	20,00	28,00	560,00
2.2	Óleo Diesel	L	120,00	3,59	430,80
2.3	Gasolina	L	8,33	4,59	38,23
<b>Total de material</b>					<b>1029,03</b>
3	Equipamentos				
3.1	Fresadora Asfáltica	Dia	1,00	2.500,00	2.500,00
3.2	Caminhão Pipa	Dia	1,00	400,00	400,00
3.3	Minicarreadeira com vassoura mecânica	Dia	2,00	400,00	800,00
3.4	Carreta	Dia	1,00	1.167,00	1.167,00
3.5	Veículo Utilitário (Saveiro)	Dia	2,00	93,00	186,00
<b>Total de equipamentos</b>					<b>5.053,00</b>
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>119,36</b>
BDI		(%)	32,34		38,48
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>157,84</b>

<b>Emulsão asfáltica RR-1C – fornecimento e transporte</b>					
Produção: 0,627				Unidade:	t
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			0,00
2	Material				
2.2	Emulsão asfáltica RR-1C	t	0,627	2.365,49	1.483,16
<b>Total de material</b>					<b>1.483,16</b>
3	Equipamentos				0,00
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>2.365,49</b>
BDI		(%)	25,27		597,75
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>2.963,24</b>

<b>Transporte com caminhão basculante de 10 m<sup>3</sup> - rodovia pavimentada</b>					
Produção: 3757,1192				Unidade:	t.km
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			
1.1	Motorista NV 19	Dia	10,00	249,17	2.491,70
<b>Total de mão de obra</b>					<b>2.491,70</b>
2	Material				
2.2	Óleo Diesel	L	175,20	3,59	628,97
<b>Total de material</b>					<b>628,97</b>
3	Equipamentos				
3.1	Caminhão basculante (10m <sup>3</sup> )	Dia	10,00	480,83	4.308,30
<b>Total de equipamentos</b>					<b>4.308,30</b>
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>1,98</b>
BDI		(%)	32,34		0,63
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>2,61</b>

<b>Transporte de material asfáltico para pavimentação Usina/Obra</b>					
Produção: 209,12				Unidade:	t
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			
1.1	Motorista NV 19	Dia	10,00	249,17	2.491,70
<b>Total de mão de obra</b>					<b>2.491,70</b>
2	Material				
2.2	Óleo Diesel	L	175,20	3,59	628,97
<b>Total de material</b>					<b>628,97</b>
3	Equipamentos				
3.1	Caminhão basculante (10m <sup>3</sup> )	Dia	10,00	480,83	4.308,30
<b>Total de equipamentos</b>					<b>4.308,30</b>
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>35,52</b>
BDI		(%)	32,34		11,45
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>46,97</b>

<b>Cimento asfáltico CAP 50/70 com polímero – fornecimento e transporte</b>					
Produção: 8,04				Unidade:	t
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			0,00
2	Material				
2.2	CAP 60/85	t	8,0418	4.442,52	35.725,69
<b>Total de material</b>					<b>35.725,69</b>
3	Equipamentos				0,00
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>4.442,52</b>
BDI		(%)	25,27		1.122,62
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>5.565,14</b>

<b>Mobilização e Desmobilização de Equipamentos</b>					
Produção: 1,00				Unidade:	unidade
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			0,00
2	Material				0,00
3	Equipamentos				
3.1	Transporte de Equipamentos	Unidade	10,00	8.400,00	8.400,00
<b>Total de equipamentos</b>					<b>8.400,00</b>
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>8.400,00</b>
BDI		(%)	32,34		2.708,16
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>11.108,16</b>

## APÊNDICE E – QUADROS DE COMPOSIÇÕES PRÓPRIAS DE PREÇO UNITÁRIO

<b>Fresagem contínua de revestimento betuminoso</b>					
Produção: 91,66				Unidade:	m <sup>3</sup>
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			
1.1	Operador de Máquina	Dia	2,00	239,95	479,90
1.2	Topógrafo	Dia	1,00	344,97	344,97
1.3	Servente	Dia	4,00	151,51	606,04
1.4	Motorista NV 19	Dia	4,00	249,17	996,68
<b>Total de mão de obra</b>					<b>2.427,59</b>
2	Material				
2.1	Bits	Unidade	20,00	28,00	560,00
2.2	Óleo Diesel	L	120,00	3,59	430,80
2.3	Gasolina	L	8,33	4,59	38,23
<b>Total de material</b>					<b>1029,03</b>
3	Equipamentos				
3.1	Fresadora Asfáltica	Dia	1,00	2.500,00	2.500,00
3.2	Caminhão Pipa	Dia	1,00	400,00	400,00
3.3	Minicarreadeira com vassoura mecânica	Dia	2,00	400,00	800,00
3.4	Carreta	Dia	1,00	1.167,00	1.167,00
3.5	Veículo Utilitário (Saveiro)	Dia	2,00	93,00	186,00
<b>Total de equipamentos</b>					<b>5.053,00</b>
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>92,83</b>
BDI		(%)	32,34		29,92
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>122,75</b>

<b>Emulsão asfáltica RR-1C – fornecimento e transporte</b>					
Produção: 0,8061				Unidade:	t
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			0,00
2	Material				
2.2	Emulsão asfáltica RR-1C	t	0,8061	2.365,49	1.906,92
<b>Total de material</b>					<b>1.906,92</b>
3	Equipamentos				0,00
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>2.365,49</b>
BDI		(%)	25,27		597,75
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>2.963,24</b>

<b>Transporte com caminhão basculante de 10 m<sup>3</sup> - rodovia pavimentada</b>					
Produção: 4817,725				Unidade:	t.km
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			
1.1	Motorista NV 19	Dia	10,00	249,17	2.491,70
<b>Total de mão de obra</b>					<b>2.491,70</b>
2	Material				
2.2	Óleo Diesel	L	175,20	3,59	628,97
<b>Total de material</b>					<b>628,97</b>
3	Equipamentos				
3.1	Caminhão basculante (10m <sup>3</sup> )	Dia	10,00	480,83	4.308,30
<b>Total de equipamentos</b>					<b>4.308,30</b>
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>1,54</b>
BDI		(%)	32,34		0,78
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>2,03</b>

<b>Transporte de material asfáltico para pavimentação Usina/Obra</b>					
Produção: 345,69				Unidade:	t
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			
1.1	Motorista NV 19	Dia	10,00	249,17	2.491,70
<b>Total de mão de obra</b>					<b>2.491,70</b>
2	Material				
2.2	Óleo Diesel	L	175,20	3,59	628,97
<b>Total de material</b>					<b>628,97</b>
3	Equipamentos				
3.1	Caminhão basculante (10m <sup>3</sup> )	Dia	10,00	480,83	4.308,30
<b>Total de equipamentos</b>					<b>4.308,30</b>
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>21,48</b>
BDI		(%)	32,34		6,92
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>36,52</b>

<b>Cimento asfáltico CAP 50/70 com polímero – fornecimento e transporte</b>					
Produção: 10,34				Unidade:	t
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			0,00
2	Material				
2.2	CAP 60/85	t	10,3394	4.442,52	45.933,03
<b>Total de material</b>					<b>45.933,03</b>
3	Equipamentos				0,00
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>4.442,52</b>
BDI		(%)	25,27		1.122,62
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>5.565,14</b>

<b>Mobilização e Desmobilização de Equipamentos</b>					
Produção: 1,00				Unidade:	unidade
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Mão de obra	Dia			0,00
2	Material				0,00
3	Equipamentos				
3.1	Transporte de Equipamentos	Unidade	10,00	8.400,00	8.400,00
<b>Total de equipamentos</b>					<b>8.400,00</b>
4	Material de Consumo				0,00
5	Ferramental				0,00
<b>Custo Total (1+2+3+4+5)</b>					<b>8.400,00</b>
BDI		(%)	32,34		2.708,16
<b>Preço Unitário (R\$)</b>					<b>11.108,16</b>

## ANEXO A – COMPOSIÇÕES E INSUMOS DOS SISTEMAS DE CUSTO

<b>CGCIT</b>		<b>DNIT</b>						
<b>SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO</b>				Distrito Federal		Produção da equipe 99,60000 m <sup>3</sup>		
<b>Custo Unitário de Referência</b>				Outubro/2020		Valores em reais (R\$)		
4011479 Fresagem continua de revestimento asfáltico								
<b>A - EQUIPAMENTOS</b>		<b>Quantidade</b>	<b>Utilização</b>		<b>Custo Horário</b>		<b>Custo Horário Total</b>	
			<b>Operativa</b>	<b>Improdutiva</b>	<b>Produtivo</b>	<b>Improdutivo</b>		
E9571	Caminhão tanque com capacidade de 10.000 l - 188 kW	1,00000	0,55	0,45	191,3357	49,8955	127,6876	
E9678	Fresadora a frio - 410 kW	1,00000	1,00	0,00	918,5618	317,4195	918,5618	
E9697	Minicarregadeira de pneus com vassoura de 1,8 m - 42 kW	2,00000	0,83	0,17	92,5726	43,1146	168,3295	
E9156	Soprador de ar costal - 2,6 kW	2,00000	1,00	0,00	4,2332	0,2900	8,4664	
					<b>Custo horário total de equipamentos</b>		<b>1.223,0453</b>	
<b>B - MÃO DE OBRA</b>		<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Horário</b>		<b>Custo Horário Total</b>		
P9824	Servente	5,00000	h	15,9417		79,7085		
					<b>Custo horário total de mão de obra</b>		<b>79,7085</b>	
					<b>Custo horário total de execução</b>		<b>1.302,7538</b>	
					<b>Custo unitário de execução</b>		<b>13,0799</b>	
					<b>Custo do FIC</b>		<b>-</b>	
					<b>Custo do FIT</b>		<b>-</b>	
<b>C - MATERIAL</b>		<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Preço Unitário</b>		<b>Custo Unitário</b>		
M1974	Bit para fresadora de 410 kW	0,64800	un	32,3055		20,9340		
M1975	Porta bits para fresadora de 410 kW	0,00136	un	324,6581		0,4415		
M3507	Revestimento asfáltico	1,00000	m <sup>2</sup>	0,0000		0,0000		
					<b>Custo unitário total de material</b>		<b>21,3755</b>	
<b>D - ATIVIDADES AUXILIARES</b>		<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unitário</b>		<b>Custo Unitário</b>		
					<b>Custo total de atividades auxiliares</b>		<b>-</b>	
					<b>Subtotal</b>		<b>34,4554</b>	
<b>E - TEMPO FIXO</b>		<b>Código</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unitário</b>		<b>Custo Unitário</b>	
M3507	Revestimento asfáltico - Caminhão basculante 10 m <sup>2</sup>	5915440	2,40000	t	1,4500		3,4800	
					<b>Custo unitário total de tempo fixo</b>		<b>3,4800</b>	
<b>F - MOMENTO DE TRANSPORTE</b>		<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>DMT</b>			<b>Custo Unitário</b>	
				<b>LN</b>	<b>RP</b>	<b>P</b>		
M3507	Revestimento asfáltico - Caminhão basculante 10 m <sup>2</sup>	2,40000	tkm	5914359	5914374	5914389		
					<b>Custo unitário total de transporte</b>		<b>-</b>	
					<b>Custo unitário direto total</b>		<b>37,94</b>	

Obs:

Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2022).

<b>CGCIT</b>		<b>DNIT</b>						
<b>SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO</b>				Distrito Federal		FIC 0,02240		
<b>Custo Unitário de Referência</b>				Outubro/2020		Produção da equipe 249,00000 tkm		
5914359 Transporte com caminhão basculante de 10 m <sup>2</sup> - rodovia em leito natural				Valores em reais (R\$)				
<b>A - EQUIPAMENTOS</b>		<b>Quantidade</b>	<b>Utilização</b>		<b>Custo Horário</b>		<b>Custo Horário Total</b>	
			<b>Operativa</b>	<b>Improdutiva</b>	<b>Produtivo</b>	<b>Improdutivo</b>		
E9579	Caminhão basculante com capacidade de 10 m <sup>2</sup> - 188 kW	1,00000	1,00	0,00	149,7848	43,7339	149,7848	
					<b>Custo horário total de equipamentos</b>		<b>149,7848</b>	
<b>B - MÃO DE OBRA</b>		<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Horário</b>		<b>Custo Horário Total</b>		
					<b>Custo horário total de mão de obra</b>		<b>-</b>	
					<b>Custo horário total de execução</b>		<b>149,7848</b>	
					<b>Custo unitário de execução</b>		<b>0,6015</b>	
					<b>Custo do FIC</b>		<b>0,0135</b>	
					<b>Custo do FIT</b>		<b>-</b>	
<b>C - MATERIAL</b>		<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Preço Unitário</b>		<b>Custo Unitário</b>		
					<b>Custo unitário total de material</b>		<b>-</b>	
<b>D - ATIVIDADES AUXILIARES</b>		<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unitário</b>		<b>Custo Unitário</b>		
					<b>Custo total de atividades auxiliares</b>		<b>-</b>	
					<b>Subtotal</b>		<b>0,6150</b>	
<b>E - TEMPO FIXO</b>		<b>Código</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unitário</b>		<b>Custo Unitário</b>	
					<b>Custo unitário total de tempo fixo</b>		<b>-</b>	
<b>F - MOMENTO DE TRANSPORTE</b>		<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>DMT</b>			<b>Custo Unitário</b>	
				<b>LN</b>	<b>RP</b>	<b>P</b>		
					<b>Custo unitário total de transporte</b>		<b>-</b>	
					<b>Custo unitário direto total</b>		<b>0,62</b>	

Obs:

Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2022).



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria da Infra-estrutura

Tabela de Preços para Materiais Betuminosos  
2020/09

TABELA DE CUSTO DA SEINFRA		ANP		
INSUMO	DESCRIÇÃO	UND	VALOR (R\$)	ORIGEM DO PREÇO
10809	ASFALTO DILUÍDO - CM 30	T	4.561,85	ANP CEARÁ
18568	ASFALTO BORRACHA - AB-8	T	3.049,77	ANP REGIÃO SUDESTE
10798	CIMENTO ASFÁLTICO CAP 50/70	T	2.780,71	ANP CEARÁ
12508	EMULSÃO ASFÁLTICA RL 1C	T	2.638,03	ANP REGIÃO NORDESTE
12509	EMULSÃO ASFÁLTICA RM 1C	T	2.200,54	ANP CEARÁ
18326	EMULSÃO ASFÁLTICA CATIONICA MODIFICADA POR POLÍMERO ELASTOMÉRICO - RR 2C - E	T	2.797,44	ANP REGIÃO NORDESTE
18408	EMULSÃO ASFÁLTICA CATIONICA MODIFICADA POR POLÍMERO ELASTOMÉRICO - RL 1C - E	T	2.456,37	ANP REGIÃO NORDESTE
19138	EMULSÃO ASFÁLTICA RC-1C-E	T	2.833,30	ANP CEARÁ
12319	EMULSÃO ASFÁLTICA RR 1C	T	2.069,19	ANP CEARÁ
12569	EMULSÃO ASFÁLTICA RR 2C	T	2.175,26	ANP CEARÁ

Fonte: GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ (2020).



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria da Infraestrutura

TABELA UNIFICADA SEINFRA

026 - ENC. SOCIAIS 114,23%

BDI: 0,00%

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO
20.6.3	C3155	CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE - CBUQ (S/TRANSP)	M3	155,45

Fonte: GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ (2022a).



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria da Infraestrutura

Tabela de Preço de Insumos

Tabela	026 - ENC. SOCIAIS 114,23%		
Insumo	Descrição	Unidade	VALOR
10002	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO À QUENTE (Y = 0,41X + 42,23)	T	42,64

Fonte: GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ (2020b).