

---

**CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS DE CONSULTORIA ESPECIALIZADA PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE BARREIRA ACÚSTICA PARA CONTENÇÃO DE RUÍDOS DO AEROPORTO DE MARICA – RJ.**

Contrato nº CPSE-0001/2024-EP-364

---

**EP-364-PT-RL-GER-0001**

**IMPLANTAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE BARREIRA ACÚSTICA**

**RELATÓRIO DE PROJETOS**

---

Setembro/2024

Rev. 0

---

**ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO PARA  
IMPLANTAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE BARREIRA  
ACÚSTICA PARA CONTENÇÃO DE RUÍDOS DO  
AEROPORTO DE MARICA – RJ.**

Contrato nº CPSE-0001/2024-EP-364.

---

**ORDEM DE SERVIÇO - 001**

---

EP-364-PT-RL-GER-0001	RPC	RPC	TCAF	SET/24	00
<b>Número do Doc.</b>	<b>Elaboração</b>	<b>Verificação</b>	<b>Aprovação</b>	<b>Data</b>	<b>Revisão</b>

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	5
1.1. Localização do Projeto.....	6
2. SOLUÇÃO PROPOSTA .....	7
2.1. Conceito.....	7
2.1.1. Isolamento.....	7
2.1.2. Difração .....	8
2.1.3. Absorção .....	9
2.2. Discussão da Solução.....	10
2.2.1. Campanha de medição e caracterização das fontes.....	10
2.2.2. Consulta de legislação e zoneamento vigente .....	11
2.2.3. Elaboração do modelo computacional – caracterização da situação atual .....	12
2.2.4. Elaboração do modelo computacional – modelagem e previsão da ampliação do aeródromo .....	13
2.2.5. Elaboração do modelo computacional – modelagem e implantação de tratamento acústico (Barreira Acústica).....	13
2.3. Conclusão do Estudo de Simulação .....	14
2.4. Barreira Acústica.....	15
3. PROJETO ADOTADO .....	16
4. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES.....	17
5. METODOLOGIA EXECUTIVA.....	17
6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....	19
6.1. Painel de Concreto.....	19
6.2. Fonoleca.....	21
6.3. Visores de Vidro.....	24
6.4. Pilar de Apoio.....	25
6.5. Painéis .....	26
6.6. Base da Barreira e Estacas.....	26
6.7. Barreira de Empuxo .....	27
6.8. Portão de Correr Acústico.....	29
7. ESTUDOS E PROJETOS.....	29
7.1. Estudos Topográficos .....	30
7.2. Estudos Geotécnicos .....	31

7.3. Fundações .....	32
7.4. Projeto de Harmonização Visual e Integração Urbana .....	38
7.4.1. 1º. Tipo de Tramo: PLANTAS.....	39
7.4.2. 2º. Tipo de Tramo: PINTURA VERDE – .....	42
7.4.3. 3º. Tipo de Tramo: PLANTAS E ILUMINAÇÃO .....	44
7.4.4. 4º. Tipo de Tramo: PLANTAS, ILUMINAÇÃO E GALERIA.....	45
7.4.5. 5º. Tipo de Tramo: MURAL .....	47
7.4.6. 6º. Tipo de Tramo: VIDRO E PINTURA.....	49
8. MÉTODO EXECUTIVO .....	51
8.1. Escavações.....	52
8.1.1. Vala de drenagem .....	52
8.1.2. - Escavações de baldrame .....	52
8.1.3. Cravação das estacas .....	52
8.1.4. Implantação dos blocos de fundação .....	53
8.1.5. Execução dos baldrames .....	53
8.1.6. Execução dos pilares .....	53
9. RECURSOS NECESSÁRIOS.....	54
9.1. Equipamentos e materiais para execução .....	55
9.2. Recursos Humanos.....	57
10. CRONOGRAMA EXECUTIVO.....	59
10.1. Cronograma Físico .....	59
11. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA E NORMATIVAS .....	61
12. DOCUMENTOS DO PROJETO EXECUTIVO .....	62

## 1. INTRODUÇÃO

O ruído aeroportuário causado pelo movimento das aeronaves é considerado um dos principais causadores do impacto ambiental sobre as áreas localizadas no entorno dos aeroportos, afetando diretamente a circunvizinha.

Com o aumento da demanda, há o incremento da movimentação de aeronaves de asa rotativa e asa fixa na pista, tornando maior a incidência de ruído na área. No ambiente e comunidade, o ruído interfere de forma direta na qualidade de vida das pessoas, podendo dificultar a comunicação oral durante o dia e o sono durante a noite, além de produzir a sensação de permanente incômodo. O número de vezes que pessoas são despertadas do sono a cada procedimento de pouso ou decolagem no período noturno é um fator que, além do incômodo acarretado, pode trazer sérios transtornos para a vida diária das comunidades expostas a esse ruído. Como forma de minimizar esse impacto sonoro proveniente da operação do aeroporto, o estudo de simulação sonora mostra necessidade de intervenção acústica.

Muitas vezes, no caso do ruído aeronáutico, a flutuação entre períodos de relativo silêncio e períodos de ruído, pode ser observada antes e depois da passagem de aeronaves (BERANEK, 1971). Essas alternâncias são caracterizadas por uma grande amplitude sonora na passagem da aeronave, o que torna a fonte de ruído mais evidente e, conseqüentemente, mais irritante, causando um maior incômodo aos indivíduos expostos.

Para amenizar o problema já existente, tornam-se necessárias medidas de redução efetiva dos elevados níveis de ruído a que a população é exposta diariamente no entorno dos aeroportos. Detectado o problema, a implantação de barreiras acústicas foi proposta como solução para reduzir o impacto sonoro nas comunidades ao longo da pista, provocado pelas operações das aeronaves no solo, durante pouso e decolagem.

Sabe-se que, no procedimento de pouso e decolagem as aeronaves emitem ruídos de níveis elevados, provocados principalmente pela reversão dos motores durante o pouso e pela aceleração na decolagem, que ocorrem no solo, e a barreira, paralela à pista, possibilitaria a redução do nível de ruído nos receptores críticos.

### 1.1. Localização do Projeto

O Aeroporto de Maricá situa-se no município de Maricá na região costeira do Estado do Rio de Janeiro e é administrado pela CODEMAR - Companhia de Desenvolvimento de Maricá, uma sociedade por ações de economia mista, constituída pela Prefeitura da Cidade de Maricá.

Também denominado Aeroporto Laélcio Baptista, situa-se a Rua Jovino Duarte de Oliveira, 481 – Maricá/RJ – às margens da Lagoa Maricá e seus principais acessos são realizados pela RJ-114 ao sul e RJ-106 ao norte. Possui uma pista autenticada (Pista – MARICÁ – RJ / RJ0009) asfaltada com cerca de 1.000 metros e está localizado a 200km, em linha reta, dos campos do pré-sal da Bacia de Santos. Trata-se da menor distância entre o continente e as plataformas dos Campos de Tupi e Libra, o que torna o terminal estratégico para as operações de logística para a atividade offshore.

A operação nas plataformas offshore exige aeronaves de asa móvel para realizar toda a logística de apoio e transporte de equipamentos, insumos e trabalhadores, constituindo-se assim no principal terminal de apoio entre as plataformas de exploração offshore e o continente.

O Aeródromo está situado a Rua Jovino Duarte de Oliveira, 481 – Maricá-RJ – com coordenadas (Graus, Minutos e Segundos) 22°55'05.0"S / 42°49'44.0"W.

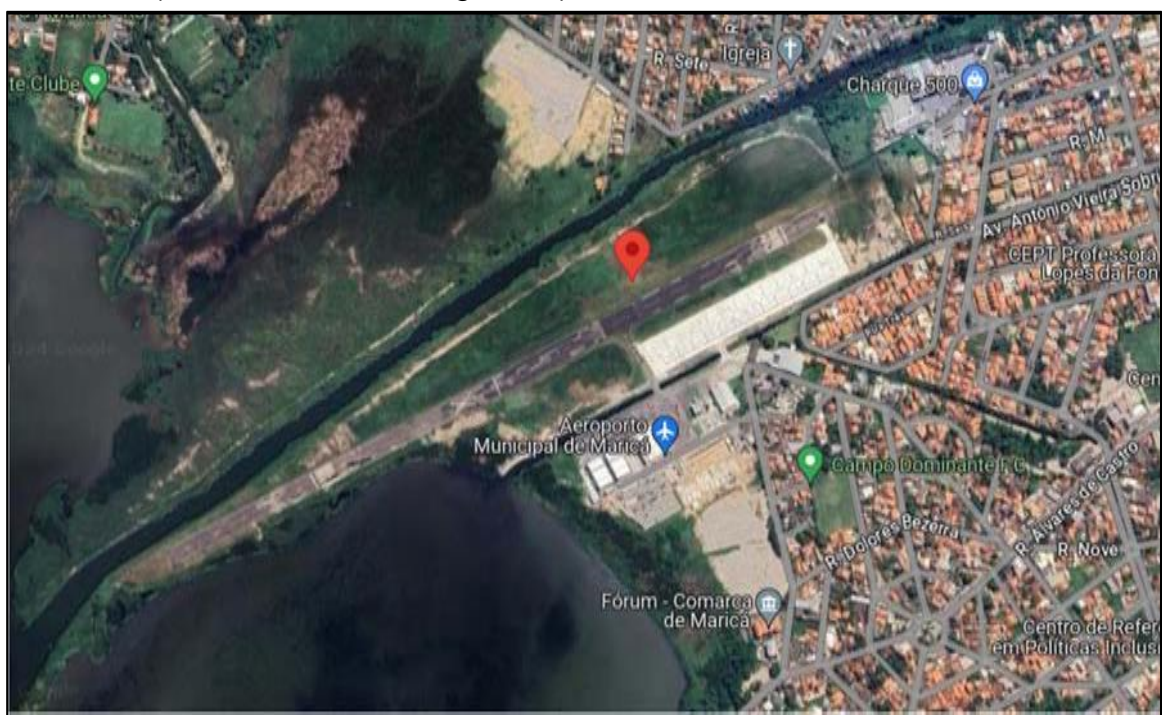


Figura 1: Localização.

## 2. SOLUÇÃO PROPOSTA

### 2.1. Conceito

Todos os edifícios sensíveis ao ruído e que de alguma forma estão expostos a níveis elevados de ruído proveniente de uma fonte sonora são considerados receptores críticos. Eles estão situados em áreas onde o impacto ambiental sonoro é sentido de forma intensa, e a atividade exercida no local é prejudicada devido à elevada exposição ao ruído.

Para esse estudo, os receptores críticos são as residências, escolas, hospitais e todas as edificações onde as atividades exercidas sofrem interferência do elevado nível de ruído aeroportuário.

Com o intuito de minimizar o incômodo causado à população exposta no entorno dos aeroportos, a implantação de uma barreira acústica entre a fonte (aeronaves no pátio) e os receptores (população da área vizinha, ao longo da pista) é a principal alternativa de controle de ruído, atuando assim no ruído direto entre fonte e receptor.

A solução acústica apresentada, barreira no perímetro do aeródromo, com altura variável de 2,0 à 5,0 metros envolve os conceitos acústicos de isolamento, difração e absorção, fundamentais para o resultado do tratamento acústico. Os conceitos abordados para o controle e redução dos níveis de pressão sonora analisados neste estudo acústico estão apresentados a seguir.

#### 2.1.1. Isolamento

É sabido que uma parede ou outros materiais densos e opacos podem servir como efetivas barreiras contra a transmissão aérea do som. Apesar de toda superfície refletir parte da energia sonora que incide sobre ela, somente as superfícies pesadas ou acusticamente estanques serão realmente efetivas no bloqueio do som. Esta eficiência depende das características físicas do material, tais como peso, rigidez e amortecimento, além do uso de



módulos simples ou múltiplos e seu espaçamento, utilização ou não de material absorvente na cavidade etc.

Quando a onda sonora alcança um material isolante acústico, este é colocado em movimento, tornando-se uma fonte sonora, assim, parte da energia é transmitida ao ar no lado oposto à fonte, parte é refletida de volta à fonte e parte é perdida no material (através de dissipação em forma de calor).

O parâmetro que governa o grau de isolamento dos materiais acústicos é a “Perda na Transmissão” ou PT, em dB, que é dependente da frequência (f) e do ângulo de incidência do som ( $\delta$ ), da massa superficial do material (m) e da constante p.c. A expressão simplificada, mais conservativa (integrando-se o som incidente entre 0° e 78°):

$$PT = 18 * \log(f * m) - 48$$

Também conhecida como "lei da massa", em que a cada dobro da frequência ou da massa, a PT aumenta em 5 dB. Tal lei ocorre apenas em uma região central do espectro, pois nas baixas frequências, a “Perda na Transmissão” é controlada pela rigidez do material e ressonâncias, e nas altas frequências, pelo efeito de coincidência da onda.

### 2.1.2. Difração

Barreiras são utilizadas para controlar a propagação de ruído. A atenuação é devida, principalmente à difração (mudança de direção) das ondas sonoras ao redor da barreira. É preciso, entretanto, que a barreira possua densidade mínima de 20 kg/m<sup>2</sup> e altura tal que o receptor não visualize a fonte sonora.

As barreiras são mais efetivas no controle de médias e altas frequências, (em função dos grandes comprimentos de onda das baixas frequências). A redução de ruído será dependente da "difração sonora" ou desvio da onda acústica pelo topo da barreira. O resultado obtido após a inserção da barreira será tanto melhor quanto mais próxima à fonte ela estiver, em função da "zona de sombra acústica" formada.



A partir do cálculo do número de Fresnel, obtido para cada frequência do som, existem ábacos para o cálculo da atenuação da barreira. No geral, a atenuação sonora promovida por uma barreira apresenta diferentes valores, dependendo do tipo de fonte, da distância entre fonte e receptor e composição da barreira.

Como a atenuação da barreira é função direta do número de Fresnel, observa-se que o cálculo dessa atenuação constitui um método iterativo, baseado num problema geométrico, ou seja, depende do posicionamento relativo entre fonte – barreira – receptor e de suas alturas respectivas.

Além da difração sonora ocasionada pela barreira física que atenua o ruído em sua trajetória há outros fatores importantes na etapa de dimensionamento, principalmente, a definição dos materiais utilizados, uma vez que se pretende, neste caso, atuar como isolante e absorvedor de ruído.

### **2.1.3. Absorção**

Se a superfície refletora fosse perfeitamente rígida e não porosa, não haveria perda da energia acústica na reflexão. Na prática, porém, isto não acontece: parte da energia acústica incidente é sempre absorvida no material. No processo da absorção, a energia sonora é dissipada no material em forma de calor.

A fração de energia absorvida caracteriza o coeficiente de absorção acústica, o qual depende do tipo de material e da frequência do som incidente. O coeficiente pode variar entre 0,0 (nenhuma absorção) e 1,0 (total absorção).

A absorção sonora também varia em função da espessura e da densidade volumétrica do material poroso, de sua aplicação sobre uma superfície rígida ou com câmara de ar e até se o material for pintado ou não.

Se o observador estiver em uma área em que receba ruído de uma fonte isolada por uma barreira acústica infinita, essa energia sonora percebida será proveniente do efeito da difração sonora das ondas na borda superior da barreira. Assim, para minimizar esse efeito, materiais

absorvedores, voltado para a fonte de ruído (face interna da barreira – pátio de manobras), são importantes para diminuir o efeito da difração sonora.

A utilização de materiais absorvedores no topo da barreira aumenta a sua atenuação, reduzindo a parcela de energia sonora redirecionada por difração (SAMIR, 1992). Portanto, barreiras acústicas se mostram mais eficientes com composição rígida + absorvedora, uma vez que o ruído absorvido no topo da barreira possui efeito na difração e o ruído absorvido ao longo da barreira, parte inferior, reduz a reflexão sonora que ocorre no piso, resultando em melhor desempenho acústico.

## **2.2. Discussão da Solução**

Para a definição do tratamento acústico foi elaborado estudo de propagação sonora, utilizado software específico para caracterização e determinação do impacto sonoro do aeródromo. O estudo contemplou as seguintes etapas:

### **2.2.1. Campanha de medição e caracterização das fontes**

A campanha de medição de ruído de longa duração foi efetuada para caracterização do ruído das aeronaves de asa rotativa e análise da flutuação do ruído no período de amostragem (entre 11/03/2024 à 19/03/2024) através da instalação de três sensores (Estações de Monitoramento de Ruído – OTOH), capturando os principais descritores acústicos: LAeq dia (07:00 às 22:00), LAeq noite (22:00 às 07:00), nível estatístico L90, LAeq 24hrs, L<sub>máx</sub> e L<sub>mín</sub>.

Todas as medições foram feitas em nível equivalente de pressão sonora (LAeq), que representa um valor médio e constante durante o período de observação. O tempo de aquisição sonora considerou o período completo entre 11/03/2024 e 19/03/2024, sem pausa, suficiente para capturar a flutuação dos níveis sonoros das fontes de interesse em período típico de operação.

Os resultados foram utilizados para elaboração do modelo computacional e calibração da situação atual de operação do aeródromo.

### **2.2.2. Consulta de legislação e zoneamento vigente**

De acordo com a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), em sua última atualização (22/03/2024) o aeródromo de Maricá não possui PEZR (Plano Específico de Zoneamento de Ruído) portanto, os critérios utilizados para avaliação serão os dispostos na legislação municipal vigente, Lei Nº2303/2009.

A Lei Nº 2303/2009 dispõe sobre ruídos, fixa níveis e horários em que será permitida sua emissão e cria a certidão de tratamento acústico no município de Maricá-RJ estipula os níveis máximos de sons e ruídos em seu artigo 5º, conforme a seguir:

*“Art. 5º” - Para os efeitos desta Lei, os níveis máximos de sons e ruídos, de qualquer fonte emissora e natureza, em empreendimentos ou atividades residenciais, de serviços, institucionais, industriais ou especiais, públicas ou privadas, serão determinados por zona e horário segundo normas da ABNT e do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, conforme:*

*I - área estritamente residencial urbana, ou de hospitais, ou de escolas:*

- a) horário diurno - 50 dB(A);*
- b) horário noturno - 45 dB(A).*

*II - área mista, predominantemente residencial:*

- a) horário diurno - 55 dB(A);*
- b) horário noturno - 50 dB(A).*

*III - área mista, com vocação comercial e administrativa:*

- a) horário diurno - 60 dB(A);*
- b) horário noturno - 55 dB(A).*

*IV - área mista, com vocação recreacional:*

- a) horário diurno - 65 dB(A);*

b) *horário noturno - 55 dB(A).*

*V - área predominantemente industrial:*

a) *horário diurno - 70 dB(A);*

b) *horário noturno - 60 dB(A).*

*VI - área aeroportuária:*

a) *horário diurno - 75 dB (A);*

b) *horário noturno - 70 dB (A)."*

Portanto, os limites acústicos para o aeródromo de Maricá correspondem ao de área portuária, 75 dB(A) diurno e 70 dB(A) noturno.

### **2.2.3. Elaboração do modelo computacional – caracterização da situação atual**

A simulação sonora é uma ferramenta mundialmente reconhecida pela melhor forma de representação e avaliação de estudo de impacto de ruído. O modelo computacional se baseia na construção de um mapa com a área de interesse a partir da combinação do layout de implantação do local de interesse e calibração das fontes sonoras.

Os dados de entrada para o estudo foram obtidos e gerados a partir de desenhos no formato .dwg (AutoCAD), com topografia local, implantação de áreas construídas, absorção sonora de superfícies, edifícios de entorno e fontes sonoras caracterizadas. No modelo digital foram considerados o ruído dos equipamentos mensurados na campanha de medição sonora e identificados 'in loco' como as principais fontes geradoras (aeronaves de asa rotativa).

Os pontos receptores de ruído têm a função de 'calibrar' o modelo, isto é, certificar de que o modelo esteja reproduzindo as condições operacionais e a propagação sonora identificada no local em campanha de medição sonora.

A partir da construção do modelo computacional calibrado com os resultados obtidos "in loco", denominado cenário atual, pode-se efetuar cenários distintos de operação, como a expansão e alteração da localização do pátio e implementação de medidas mitigadoras de ruído,

barreira acústica, analisando a viabilidade de tratamentos acústico e visualizando o resultado prévio – denominado cenário futuro.

As fontes de ruído consideradas nesta análise abrangem as aeronaves de asa rotativa (helicópteros) de modelo Sikorsky S92, S76, AW 139 e H175, estacionadas nos pátios do aeródromo. Atualmente, foi informado que a densidade máxima diária é de 21 decolagens e 21 pousos

#### **2.2.4. Elaboração do modelo computacional – modelagem e previsão da ampliação do aeródromo**

O projeto de expansão do aeródromo prevê dois novos pátios de manobra, que possuirão capacidade, para 20 aeronaves, entretanto foram considerados 2 cenários de operação, um com 3 helicópteros no novo pátio, 2 helicópteros no pátio inferior e 1 operando no pátio antigo (local de calibração) e outro cenário com 3 aeronaves ligadas em cada novo pátio de manobra.

O modelo resultou em níveis de pressão sonora de até 86,0 dB(A) incidente nas fachadas dos receptores próximos ao aeródromo, sem tratamento acústico.

#### **2.2.5. Elaboração do modelo computacional – modelagem e implantação de tratamento acústico (Barreira Acústica)**

De acordo com o estudo de simulação sonora, a nova configuração e aumento de demanda de pousos e decolagens acarreta o impacto sonoro para a circunvizinhança. Portanto, a medida mitigadora de ruído para receptores sensíveis do entorno apresentada é pela implementação de Barreira Acústica que compreende o fechamento de parcela do perímetro do Aeródromo, voltado para receptores críticos do entorno, com altura variável de 2,0 m (perímetro da cabeceira da pista) à 5,0 m em todo o restante do perímetro considerado.

O modelo resultou em níveis de pressão sonora de até 76,0 dB(A) incidente nas fachadas dos receptores próximos ao aeródromo, com a implementação da Barreira Acústica, considerando as dimensões apresentadas em projeto e composição de materiais

### **2.3. Conclusão do Estudo de Simulação**

O laudo de simulação sonora do Aeródromo de Maricá, sito a Rua Jovino Duarte de Oliveira, 481 – Maricá-RJ apresenta a emissão e propagação sonora de aeronaves de asa rotativa, no interior do aeroporto, permitindo determinar o impacto sonoro do cenário atual e após projeto de expansão e alteração do local das pistas de estacionamento dos helicópteros para a circunvizinhança e analisar o desempenho acústico de barreira física para atenuação de ruído para o entorno.

Os resultados apresentaram, com a simulação de 6 aeronaves ligadas simultaneamente, níveis de pressão sonora supera 85,0 dB(A) na fachada de receptores residenciais do entorno imediato, sem tratamento acústico.

Já com a implementação da Barreira Acústica de 5,0 m de altura no perímetro do aeroporto, a atenuação para os receptores críticos mais próximos é variável, dependendo do local do receptor e distância da barreira acústica, a atenuação média é de 8,0 dB(A) e em alguns pontos reduz em até 10,0 dB(A) do nível sonoro das aeronaves nas pistas que incide nas fachadas das residências e edificações lindeiras.

O estudo de simulação previu dois cenários futuros de atuação e localização das aeronaves. Em função das restrições que limitam a atenuação sonora promovida pela barreira, como questões de estabilidade estrutural e segurança de voos (limitam a altura da barreira), tipo de fonte sonora (aeronaves) e distância entre a fonte sonora (aeronaves durante pouso e decolagem) e o receptor, concluiu-se que o sistema de atenuação se mostra eficiente com a configuração proposta e altura de 5,0m ao longo do trecho principal e do trecho próximo da cabeceira, com altura de 2,0 metros.





### 3. PROJETO ADOTADO

O Projeto adotado considera a construção de uma Barreira Acústica com comprimento aproximado de 1.400 m, em torno da região Leste da Pista e dos Prédios operacionais do Aeródromo, interposta às regiões habitadas (construções residenciais e comércio) do entorno do aeródromo.

A Barreira terá a altura de 5,0 m, exceto na região alinhada com a pista na direção da cabeceira 27, onde será instalada uma Barreira Metálica dupla e perfurada com altura de 2,0 m, em função das limitações da rampa de aproximação das aeronaves.

Toda a Barreira com altura de 5,0 m será construída em concreto pré-fabricado, com blocos de fundação a cada 10,0 m onde serão engastados os pilares de concreto armado com altura de 5,0 m. Entre os pilares serão instaladas 5 placas acústicas com altura de 1,0 m e comprimento em torno de 9,5 m, empilhadas completando todo o fechamento da barreira na altura de 5,0 m.

As Placas Acústicas serão constituídas por uma base de concreto armado com espessura de 100 mm, com o lado interno voltado para o interior do aeródromo revestida pelo material absorvedor acústico Fonoleca (Ver Item 6.2).

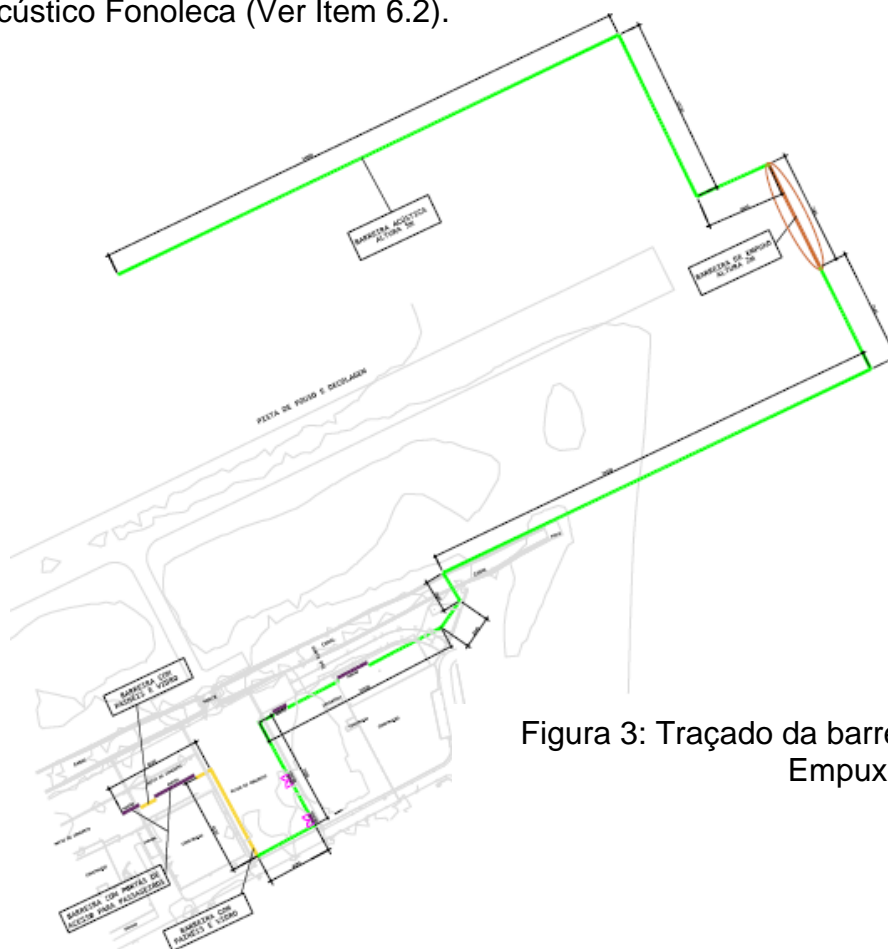


Figura 3: Traçado da barreira acústica Placas, Empuxo, Portões, Visores).

#### 4. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES

O sistema de atenuação sonoro – barreira principal - proposto é a confecção de painel de 100 mm de espessura em concreto pré-fabricado e módulo fonoleca de (500x500) (HxL) mm e 50 mm de espessura.

Toda a Barreira com altura de 5,0 m será construída em concreto pré-fabricado, com blocos de fundação a cada 10,0 m onde serão engastados os pilares de concreto armado com altura de 5,0 m. Entre os pilares serão instaladas 5 placas acústicas com altura de 1,0 m e comprimento aproximado de 9,5 m, empilhadas completando todo o fechamento da barreira na altura de 5,0 m e em um ponto com visores.

Já o trecho da pista voltado para cabeceira será projetado Barreira Metálica dupla e perfurada com altura de 2,0 m, em função das limitações da rampa de aproximação das aeronaves.

#### 5. METODOLOGIA EXECUTIVA

A execução de uma barreira acústica de concreto pré-fabricado deve seguir uma metodologia técnica para garantir eficiência, qualidade e segurança. Abaixo estão os passos essenciais que compõem uma boa metodologia executiva para esse tipo de projeto:

- Planejamento e Projeto Detalhado:
  - Definição clara dos requisitos acústicos e estruturais da barreira.
  - Projeto detalhado dos elementos pré-fabricados, incluindo dimensões, espessuras, detalhes de juntas e fixações.
- Preparação do Local:
  - Preparação da área onde a barreira será instalada, incluindo fundações adequadas para suportar o peso da estrutura pré-fabricada.
  - Verificação das condições do solo e do acesso para equipamentos de montagem.
- Produção dos Elementos Pré-fabricados:

- Produção dos elementos da barreira em uma fábrica, seguindo rigorosamente as especificações do projeto e as normas técnicas aplicáveis.
- Controle de qualidade durante todo o processo de fabricação para garantir a resistência, durabilidade e desempenho acústico dos elementos.
- Logística e Transporte:
  - Planejamento logístico para o transporte dos elementos pré-fabricados do local de produção até o local de instalação.
  - Utilização de equipamentos adequados e seguros para o transporte dos elementos, levando em consideração suas dimensões e peso.
- Montagem e Instalação:
  - Preparação das fundações conforme especificado no projeto.
  - Montagem dos elementos pré-fabricados de acordo com o layout e sequência definidos.
  - Utilização de equipamentos de elevação e fixação adequados para garantir a segurança durante a instalação.
- Tratamento de Juntas e Acabamentos:
  - Tratamento adequado das juntas entre os elementos pré-fabricados para garantir a continuidade acústica da barreira.
  - Aplicação de acabamentos conforme especificado no projeto, como pintura ou tratamentos de superfície.
- Inspeção e Controle de Qualidade:
  - Realização de inspeções periódicas durante todas as etapas de execução para garantir a conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos.
  - Testes de desempenho acústico após a instalação para verificar a eficácia da barreira.
- Documentação e Manutenção:

- Documentação completa de todos os procedimentos executivos, incluindo relatórios de inspeção e testes de desempenho.
- Estabelecimento de um plano de manutenção preventiva para garantir a durabilidade e eficácia contínua da barreira acústica ao longo do tempo.

Ao seguir essa metodologia executiva, é possível garantir que a barreira acústica de concreto pré-fabricado seja instalada de maneira eficiente, segura e com alto desempenho acústico, atendendo aos requisitos do projeto e às normas técnicas aplicáveis.

## **6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

### **6.1. Painel de Concreto**

Os painéis serão constituídos por concreto pré-fabricado, que é uma técnica de construção que envolve a fabricação de elementos estruturais (como lajes, vigas, pilares, painéis etc.) fora do local de construção principal, em uma fábrica ou ambiente controlado, e posteriormente transportados e montados no local da obra. Esse método oferece diversas vantagens, como maior controle de qualidade, redução de prazos de execução e minimização de desperdícios.

Aqui estão alguns conceitos e normas técnicas importantes relacionados ao concreto pré-fabricado:

- **Elementos Pré-Fabricados:** São componentes estruturais ou não estruturais fabricados fora do local de construção principal, como lajes alveolares, painéis de fachada, vigas etc.
- **Projeto e Detalhamento:** O projeto de estruturas pré-fabricadas deve considerar não apenas as cargas e condições de serviço, mas também os aspectos específicos de montagem e transporte dos elementos.

- **Materiais:** O concreto pré-fabricado utiliza materiais como concreto de alta resistência, aço de alta qualidade para armaduras, além de aditivos e adições minerais para melhorar as propriedades do concreto.
- **Normas Técnicas:** No Brasil, as normas técnicas que regulam o uso do concreto pré-fabricado incluem:
  - ABNT NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado
  - ABNT NBR 10839: Concreto - Ensaios de compressão em corpos-de-prova cilíndricos
  - ABNT NBR 8953: Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência
- **Ensaios e Controle de Qualidade:** São realizados ensaios para verificar a resistência do concreto, aderência das armaduras, dimensionamento dos elementos, entre outros, garantindo a conformidade com as normas vigentes.
- **Montagem e Transporte:** A montagem dos elementos pré-fabricados deve ser cuidadosamente planejada para garantir a integridade estrutural e a segurança durante o transporte e a instalação.
- **Manutenção e Durabilidade:** O concreto pré-fabricado requer manutenção adequada para garantir sua durabilidade, incluindo inspeções periódicas e reparos conforme necessário.

Adotar uma barreira acústica em concreto pré-fabricado em vez de painéis de aço e lã de fibra mineral oferece várias vantagens significativas, especialmente em termos de desempenho, durabilidade e sustentabilidade. Aqui estão algumas das principais vantagens:

- **Desempenho Acústico Superior:** O concreto pré-fabricado possui massa elevada, o que é crucial para absorver e refletir o som de maneira eficaz. Isso resulta em melhor redução de ruído em comparação com os painéis mais leves, como os de aço e lã de fibra mineral.

- **Durabilidade:** O concreto é um material durável e resistente às intempéries, o que significa que as barreiras acústicas de concreto pré-fabricado têm uma vida útil mais longa e requerem menos manutenção ao longo do tempo em comparação com os painéis de aço, que podem ser suscetíveis à corrosão, e a lã de fibra mineral, que pode ser afetada pela umidade e deterioração.
- **Resistência ao Fogo e Segurança:** O concreto possui naturalmente uma alta resistência ao fogo, oferecendo maior segurança em comparação com os painéis de lã de fibra mineral, que são inflamáveis. Além disso, o concreto pré-fabricado pode ser projetado com características adicionais de resistência ao fogo, conforme necessário.
- **Estética e Flexibilidade de Design:** Barreiras acústicas de concreto pré-fabricado podem ser projetadas em uma variedade de formas, tamanhos e acabamentos, permitindo uma maior flexibilidade estética em comparação com os painéis de aço e lã de fibra mineral, que podem ter limitações de design.
- **Sustentabilidade:** O concreto é um material sustentável devido à sua longa vida útil, baixa manutenção e potencial para reciclagem. Além disso, o uso de concreto pré-fabricado pode reduzir o consumo de recursos e a pegada de carbono em comparação com outros materiais que requerem processos intensivos de fabricação.

Portanto, ao optar por barreiras acústicas em concreto pré-fabricado, escolhe-se uma solução robusta, eficaz e sustentável para mitigação de ruídos em ambientes urbanos, industriais e viários.

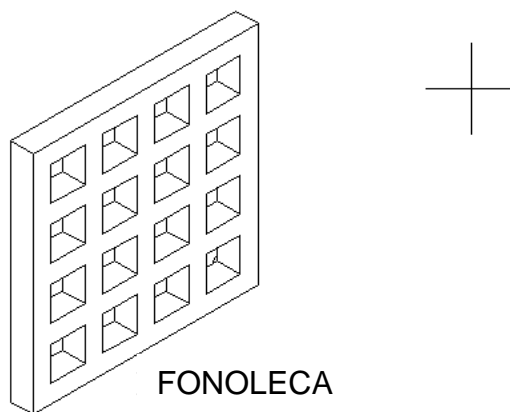
## **6.2. Fonoleca**

O revestimento absorvedor Fonoleca é uma solução para barreiras acústicas utilizada para reduzir a poluição sonora em ambientes urbanos e industriais. Este tipo de revestimento é projetado para absorver e dissipar ondas sonoras, melhorando o conforto acústico e contribuindo para a redução do ruído ambiente.

Aqui estão algumas características e benefícios do revestimento absorvedor Fonoleca:

- Alta Absorção Sonora: O material é eficaz na absorção de uma ampla gama de frequências sonoras, ajudando a minimizar o impacto do ruído.
- Durabilidade: Fabricado com materiais resistentes, o revestimento é adequado para uso em ambientes externos e pode suportar condições climáticas adversas.
- Instalação: O revestimento é relativamente fácil de instalar em diferentes tipos de estruturas de barreiras acústicas, sejam elas em rodovias, ferrovias ou em áreas industriais.
- Estética: Disponível em diferentes cores e acabamentos, o revestimento pode ser escolhido para combinar com a estética do ambiente onde será instalado.

O bloco “Fonoleca” produzido com Concreto Leve Absorvedor é um conglomerado modular de 500 x 500 mm (base x altura) e 50 mm de espessura, cuja geometria otimiza o desempenho de absorção sonora (NRC de 0,9) e mantém as características de isolamento acústico, com 850 kg/m<sup>3</sup>, e térmico, ideal para áreas externas, ação de intempéries e resistência ao fogo.



ADERIVADO NO CONCRETO ATRAVÉS DE  
COMPOUND ADESIVO

Figura 4 - Bloco Fonoleca – vista.

A seguir, apresentamos a curva de absorção do bloco, coeficiente de absorção por frequência – entre 125 Hz e 4.000 Hz.



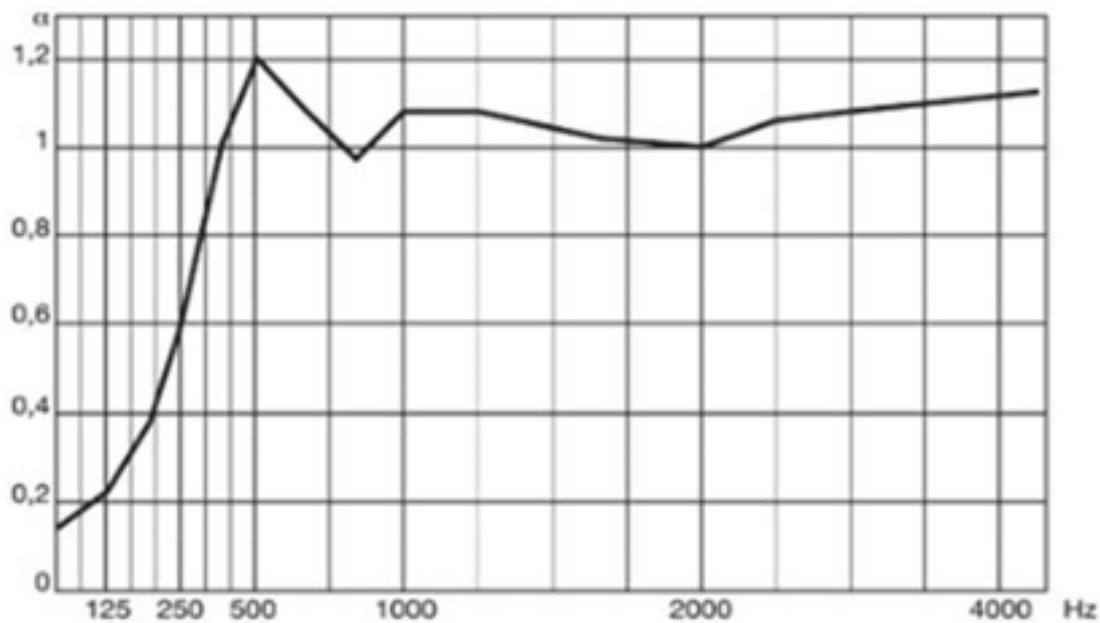


Figura 5: Coeficiente de absorção sonora. “Fonoleca”.

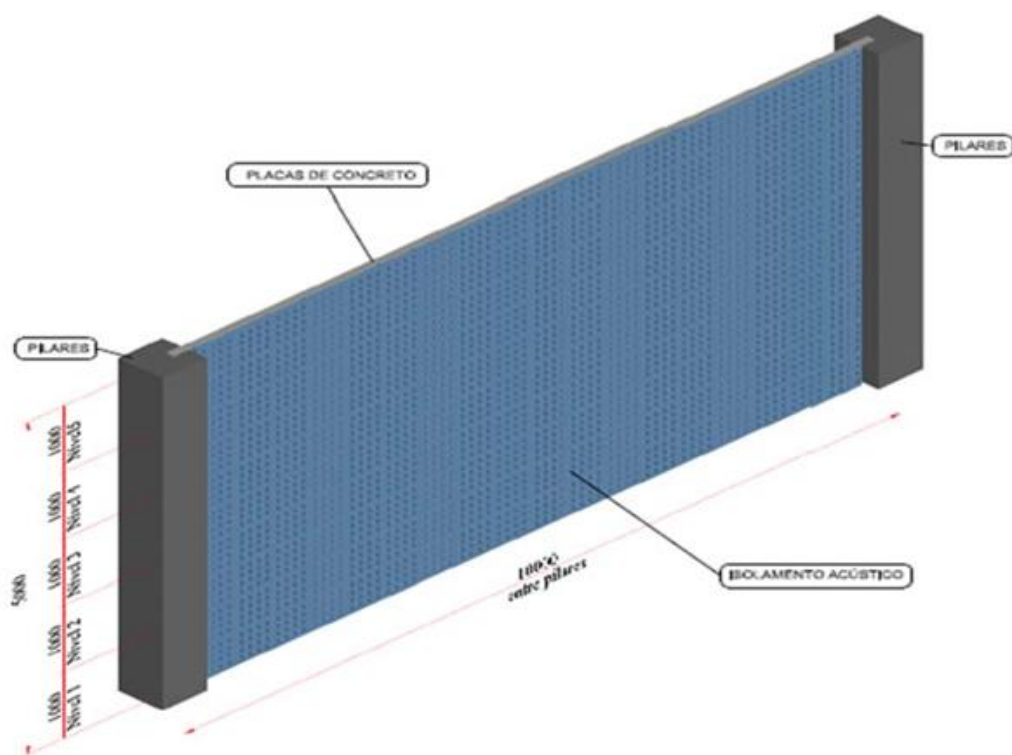


Figura 6: Revestimento de absorção sonora. “Fonoleca”.

### 6.3. Visores de Vidro

Os visores de vidro temperado e laminado é disponível nas cores verde, incolor, bronze e cinza, além dos refletivos de alta e baixa performance, são produzidos em um forno de tempera horizontal de alta tecnologia, o que confere ao produto resistência térmica e a impactos até cinco vezes superior à do vidro comum de mesma espessura.

Sua principal característica é a segurança, pois, em caso de quebra, os fragmentos são pequenos e arredondados, evitando assim acidentes graves. É a solução ideal e segura para ambientes que necessitem de um vidro que protege e não interfere na integração dos ambientes.

São também os únicos vidros que podem ser instalados assumindo uma função estrutural, fixados unicamente por ferragens ou parafusos. Os vidros são produzidos segundo orientações na norma técnica da ABNT – NBR 14.698.

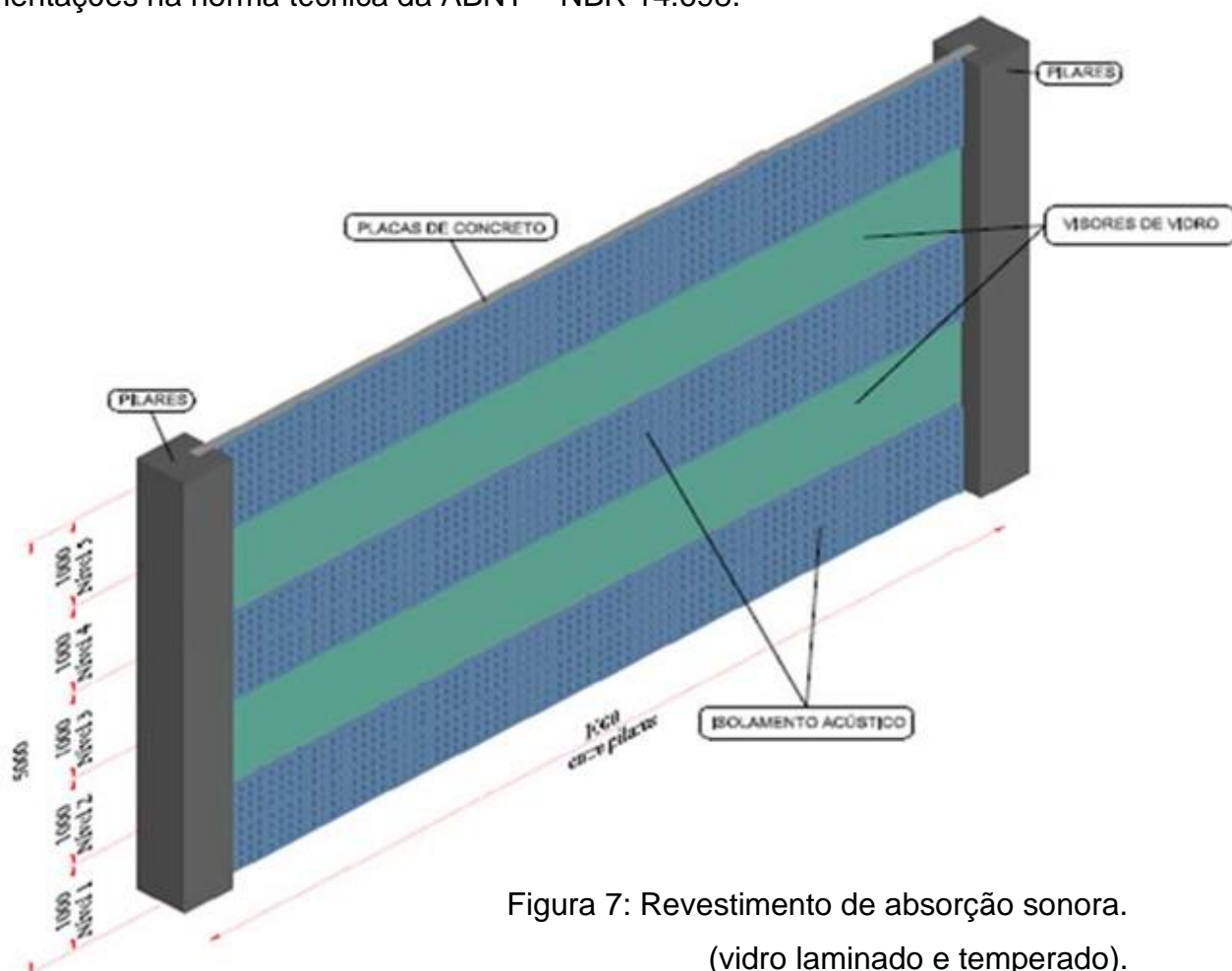


Figura 7: Revestimento de absorção sonora.  
(vidro laminado e temperado).

#### 6.4. Pilar de Apoio.

Os pilares foram dimensionados conforme modulação, peso e configuração da barreira acústica. Para a análise estrutural e dimensionamento e detalhamento estrutural foi utilizado o sistema TQS na versão V23.10.62. Confeccionados em concreto armado.

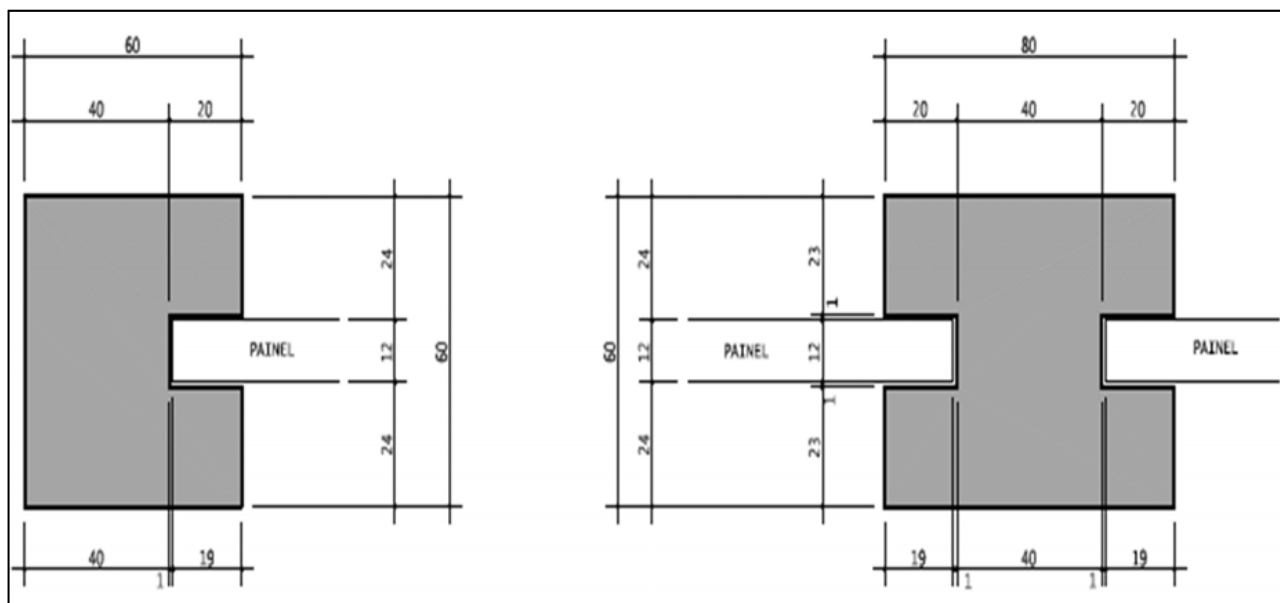


Figura 8: Armazão dos pilares.

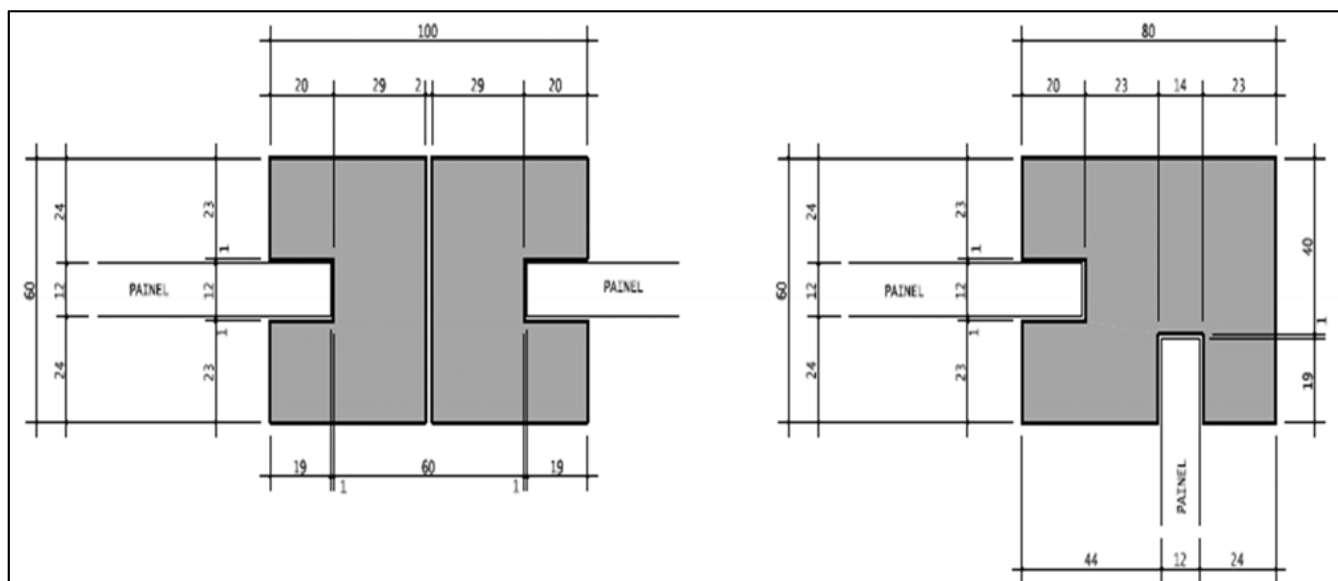


Figura 9: Armazão dos pilares.

## 6.5. Painéis

Os painéis em concreto armado foram dimensionados conforme modulação, peso e configuração da barreira acústica. Para a análise estrutural e dimensionamento e detalhamento estrutural foi utilizado o sistema TQS na versão V23.10.62. Confeccionados em concreto armado.

### PN1 a PN138 690x

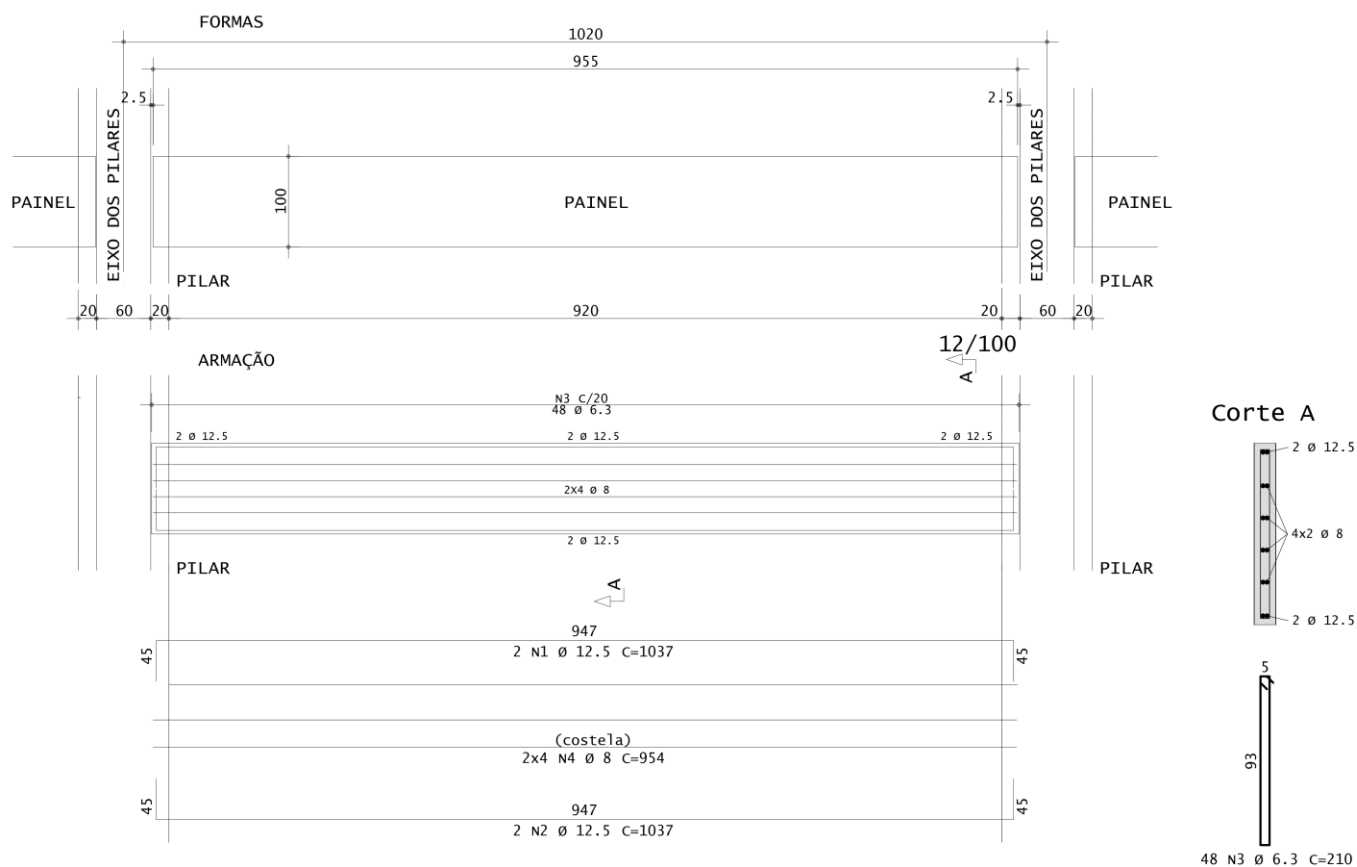


Figura 10: Armação dos painéis.

## 6.6. Base da Barreira e Estacas

Os blocos de fundação e estacas em concreto armado foram dimensionados conforme modulação, peso e configuração da barreira acústica. Para a análise estrutural e

dimensionamento e detalhamento estrutural foi utilizado o sistema TQS na versão V23.10.62. Confeccionados em concreto armado.

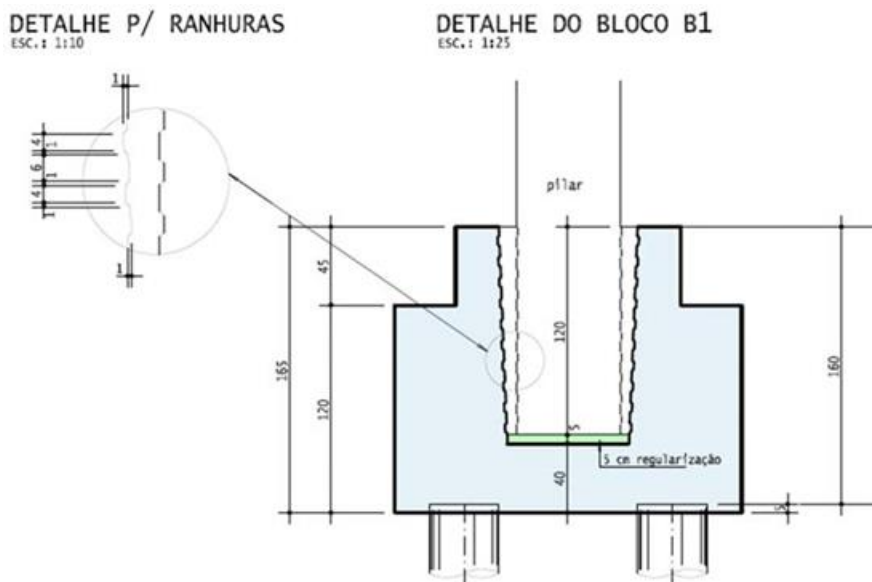


Figura 11: Detalhe da fixação dos pilares.

## 6.7. Barreira de Empuxo

A Barreira de Empuxo é uma solução para barreiras acústicas utilizada para reduzir e proteger as zonas operacionais contra a alta velocidade do ar das turbinas, motores, jatos e escapamentos das aeronaves e equipamentos que fazem as operações em solo. Será instalada com 2 m de altura na cabeceira 27. Material é confeccionado de metálica, fibra de vidro e plástico reforçado. Os defletores são feitos de malha metálica que se desvia o jato em ângulo, as estruturas são parcialmente abertas para facilitar a visão para lado posterior da barreira.

Aqui estão algumas características e benefícios da Barreira de Empuxo:

- Alta Absorção Sonora: O material é eficaz na absorção de uma ampla gama de frequências sonoras, ajudando a minimizar o impacto do ruído.
- Durabilidade: Fabricado com materiais resistentes, o revestimento é adequado para uso em ambientes externos e pode suportar condições climáticas adversas.
- Instalação: Relativamente fácil de instalar em diferentes tipos de estruturas de barreiras acústicas, sejam elas em aeroportos, portos, rodovias, ferrovias ou em áreas



industriais.

- Estética: Disponível em diferentes cores, o material pode ser escolhido para combinar com a estética do ambiente onde será instalado.



Figura 12: Detalhe da barreira de empuxo.

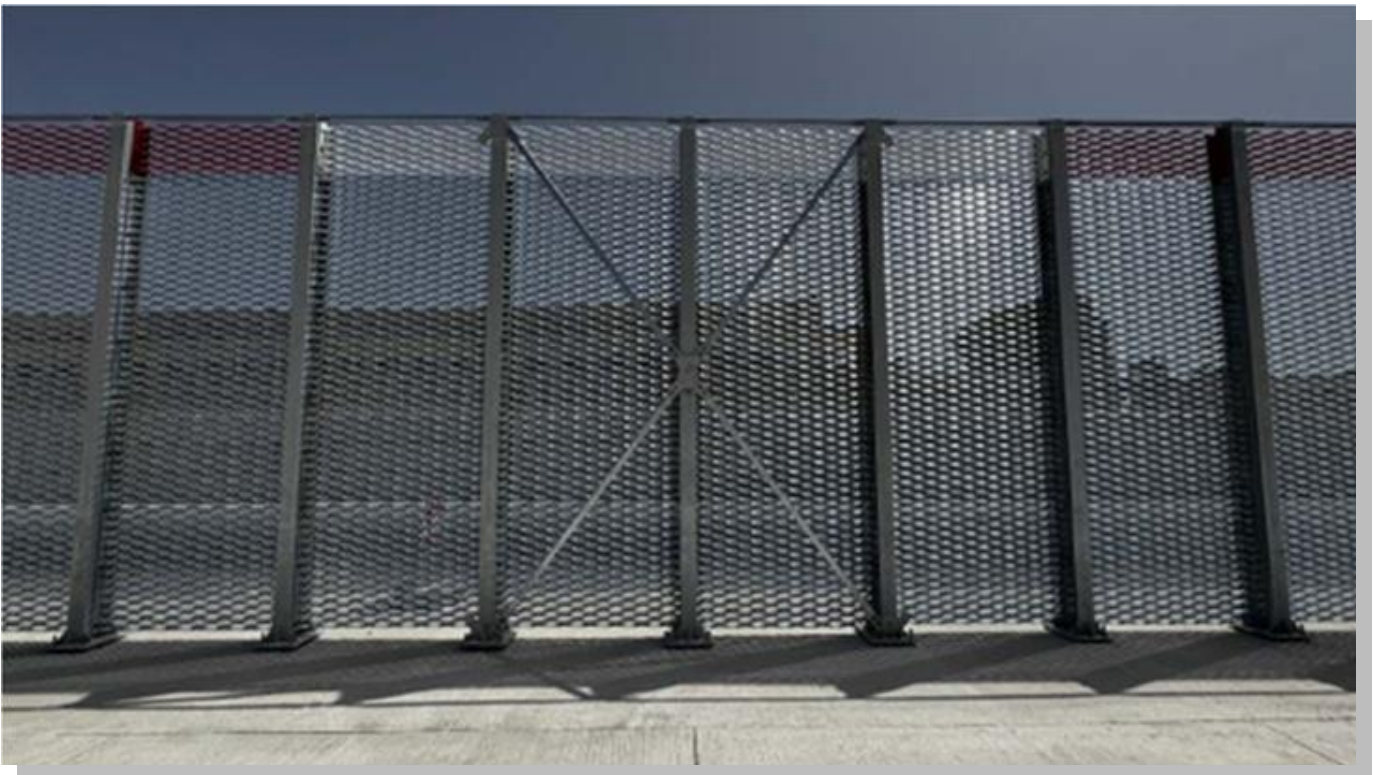


Figura 13: Detalhe da barreira de empuxo.

### 6.8. Portão de Correr Acústico

O Portão de Correr Acústico será confeccionado em aço galvanizado, revestido internamente com material acústico (Lã de Rocha - espessura 100 mm – densidade 48 kg/m<sup>3</sup>) com chapa lisa dos dois lados, a altura dos portões pode variar 2 a 5 m altura de acordo com a necessidade do local. Pintura será Epóxi (cor disponível a necessidade) ou Alcatrão de Hulha na cor Preta.



Figura 14: Detalhe do portão de correr (abertura única, dupla ou ambos os lados) variando alturas 2 a 5 m.

## 7. ESTUDOS E PROJETOS

Com base na definição do projeto da barreira acústica adotada e tendo sido detalhados os seus diversos componentes e sua localização, foram organizados os estudos e projetos que permitirão a sua implantação.

Vale dizer que muitos desses dados, apresentados a seguir, foram utilizados na fase de



concepção e definição do projeto adotado, sendo aqui apresentados com o sentido de esclarecer e sustentar as diversas alternativas adotadas. Diversos dados básicos, em especial, topográficos e geotécnicos foram extraídos de estudos anteriores realizados na área do Aeroporto de Maricá, para implantação de outras obras e adequações.

### 7.1. Estudos Topográficos

Os Estudos Topográficos tiveram como objetivo fornecer os elementos fundamentais para a elaboração do projeto de assentamento da barreira sonora. Considerando os diversos levantamentos realizados em toda a área do aeródromo e seu entorno e considerando ainda a característica linear da obra a executar, foram extraídos os elementos topográficos planialtimétricos dos dados disponíveis nos arquivos da CODEMAR.

Em especial, um levantamento realizado para a expansão do pátio de Aeronaves, que sustentou a base cartográfica e permitiu o aproveitamento de outros dados de levantamentos anteriores. Foi utilizada como base os marcos das estações existentes M5, M6 e M7 e que compõem a rede principal implantada na área aeroportuária.

As coordenadas do levantamento são apresentadas em Datum Horizontal: SIRGAS 2000, Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba – SC e Meridiano Central: 045g W. Gr.

Complementarmente foram implantadas as estações E1, E2 e E3, específicas para aquele levantamento realizado.

**Quadro 1 – Levantamento de estações existentes e implantadas.**

COORDENADAS DA POLIGONAL DO LEVANTAMENTO			
ESTAÇÃO	COORD.NORTE	COORD.ESTE	COTA
E1	7.463.809,138	722.901,274	2,365
E2	7.463.801,326	722.925,269	2,052
E3	7.463.820,354	722.879,803	1,605
M5	7.463.658,885	722.654,785	1,469
M6	7.463.682,837	722.701,808	1,471
M7	7.463.698,362	722.642,895	1,572

Fonte: Dados fornecidos pela CODEMAR e levantamento realizado pela Projetista

O levantamento foi realizado com equipamento de GSP RTK e Estação Total, conforme as especificações abaixo:

a) Estação Total GPT 3100W:

Precisão da Medição (Superfície Difusa);

Modo Prisma  $\pm (2\text{mm} + 2\text{ppm} \times D)$  m.s.e. D: Distância medida (mm).

b) RTK TRIMBLE R4

Precisão da Medição (Superfície Difusa);

Estática de alta precisão:

Horizontal .....3 mm + 0,1 ppm RMS;

Vertical.....3,5 mm + 0,4 ppm RMS estático e estático – rápido;

Horizontal.....3 mm + 0,5 ppm RMS;

Vertical.....5 mm + 0,5 ppm RMS.

Restou demonstrado a característica praticamente plana da área com pequenas variações localizadas, esta situação justifica-se, pois, a área em sua grande parte já foi trabalhada, sendo nivelada para outros usos.

## **7.2. Estudos Geotécnicos**

Os estudos e considerações geotécnicas foram apoiados por uma série de sondagens realizadas na área do aeródromo em especial na pista de pouso e decolagem e seu entorno.

Foram realizadas sondagens diversas, com furos executados à percussão (ABNT NBR 6484) e manual. Os materiais coletados foram encaminhados ao laboratório onde foram submetidos aos ensaios de caracterização estabelecendo-se a granulometria (ABNT NBR 7181) e os limites físicos (ABNT NBR 7180 e 6459). Foram ainda verificados os parâmetros de compactação, obtendo-se a umidade ótima e a densidade máxima (ABNT NBR 7182), posteriormente obteve-se o ISC – Índice de Suporte Califórnia e as respectivas expansões (ABNT NBR 9895).

Os demais dados exigidos foram igualmente explorados tais como posição do nível d'água, classificação tátil visual, entre outros, permitindo uma avaliação completa do solo de toda a área e do perímetro traçado pela barreira acústica a ser implantada.

Da análise realizada nos dados geotécnicos disponíveis foi possível extrair uma visão geral que foi utilizada como base para o lançamento do projeto da barreira acústica:

Classificação HRB: A-6

Índice Plasticidade – IP médio: 11

Limite de Liquidez – LL médio: 32

Caracterização: argilosos ou argilo-siltosos.

Portanto, são solos com baixa capacidade de suporte e pouco coesivos, situados em área com nível de lençol freático elevado, aprofundando em épocas específicas do ano.

Estes fatores foram considerados na escolha do tipo de fundação e até mesmo no método construtivo.

Os logs de sondagens coletados encontram-se apresentados no volume de anexos.

### **7.3. Fundações**

A barreira acústica, composta por placas de concreto armado com espessura de 12 cm e blocos fonoleca com espessura de 15 cm, será assentada diretamente sobre as vigas baldrame.

Para evitar torção na viga, a execução da barreira deverá seguir as dimensões, conforme Figura 15.

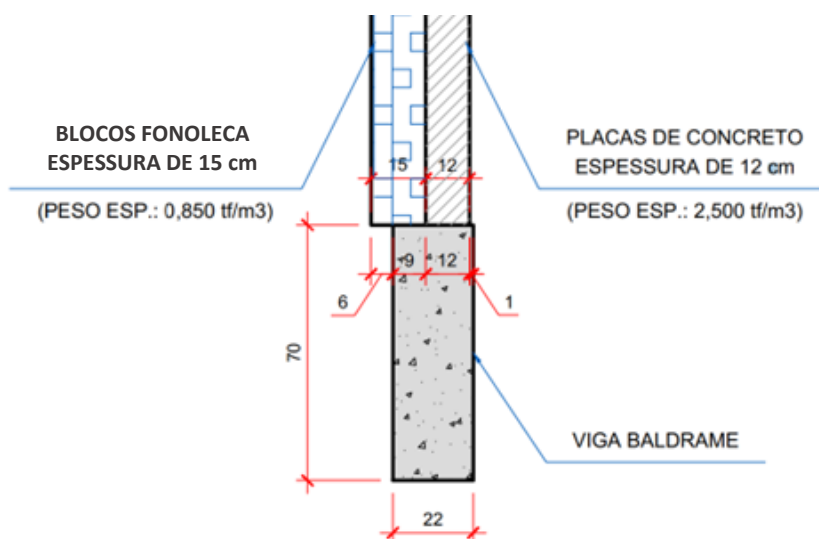


Figura 15: Dimensões para a barreira acústica projetada.

Essas dimensões foram definidas de modo a coincidir o centro de carga da barreira acústica e o centro das vigas baldrames.

Sendo que o peso específico do concreto é de 2,500 tf/m<sup>2</sup>, e o dos blocos fonoleca (acústicos) é de 0,850 tf/m<sup>2</sup>, e conhecendo suas espessuras é possível determinar o centro de carga da barreira acústica.

As vigas baldrames serão em concreto armado com seção transversal retangular, largura de 22 cm e altura de 70 cm, e foram calculadas para suportar o peso total da barreira acústica (altura de 5,00 m)

Essas vigas possuem vãos de 10,20 m e 10,40 m, entre eixos de pilares e segue a disposição conforme lançamento e planta de locação do projeto estrutural.

Os tramos das vigas com vãos de 10,20 m são rigidamente ligados aos blocos, nas duas extremidades. Os tramos com vãos de 10,40 m são rigidamente ligados, em apenas uma das extremidades, e apoiada na outra extremidade por intermédio de aparelhos de apoio elastoméricos, de modo a caracterizar as juntas de dilatação ao longo da barreira acústica.

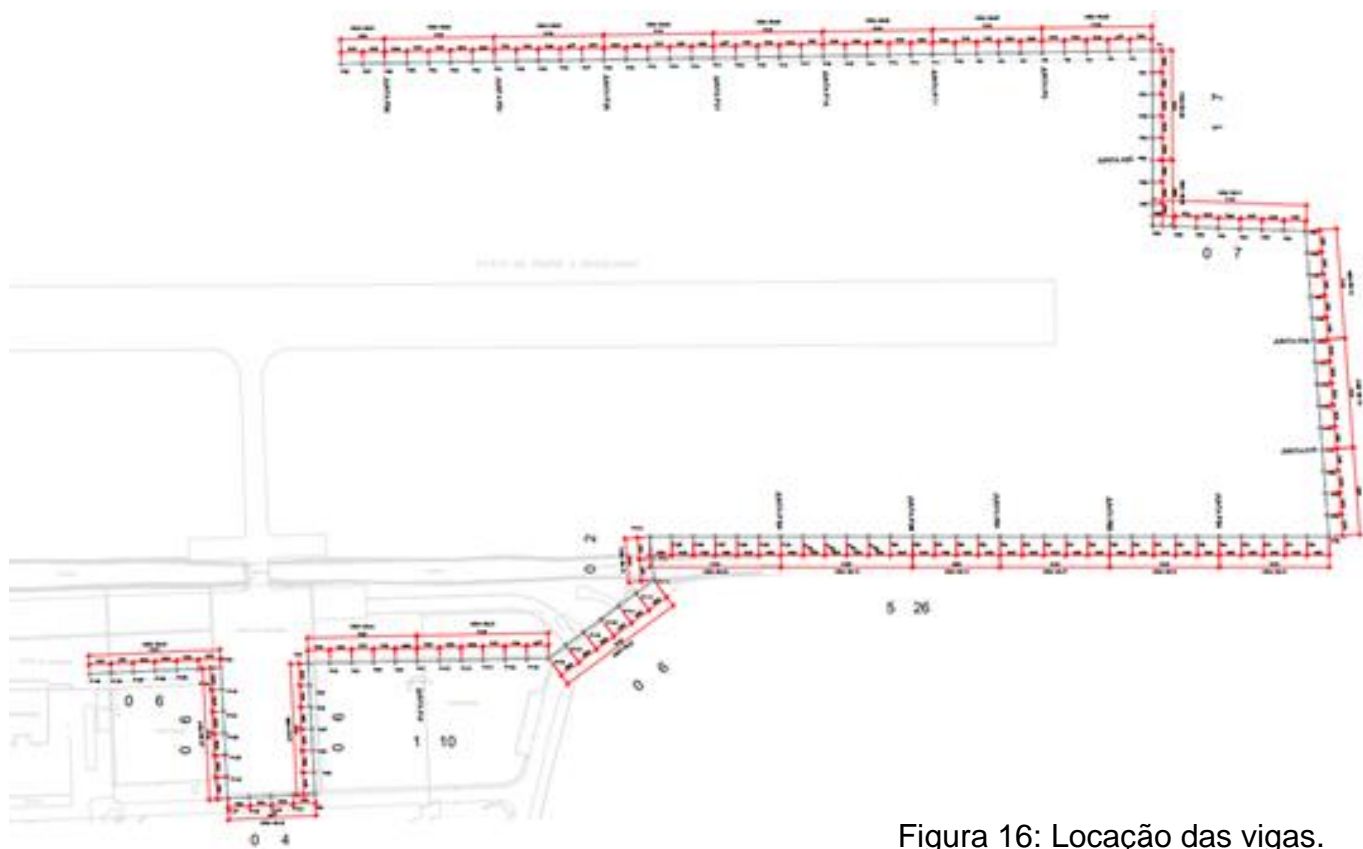


Figura 16: Localização das vigas.

Os aparelhos de apoio elastoméricos são do tipo Neoprene simples com dureza Shore igual a  $60 \pm 5$  e módulo de cisalhamento “G” igual a  $100 \text{ tf/m}^2$  (1 Mpa). Suas dimensões em planta são de 160 mm por 250 mm e altura de 25 mm.

Os Neoprenes serão assentados diretamente sobre consolos de concreto armado. Os vazios entre os consolos e as vigas baldrame deverão ser preenchidos por selante elastomérico, à base de poliuretano de alta resistência mecânica, tipo SIKAFLEX PRO, ou outro equivalente, envolvendo o Neoprene, afim de evitar a entrada de solo ou outros materiais nocivos nas frestas, aumentando a vida útil do sistema de apoio.

Antes da aplicação do selante elástico, toda a superfície de contato deverá estar limpa, isenta de poeiras e partículas, e imprimada com Primer, à base de poliuretanos e solventes, tipo SIKA PRIMER BR, ou outro equivalente.

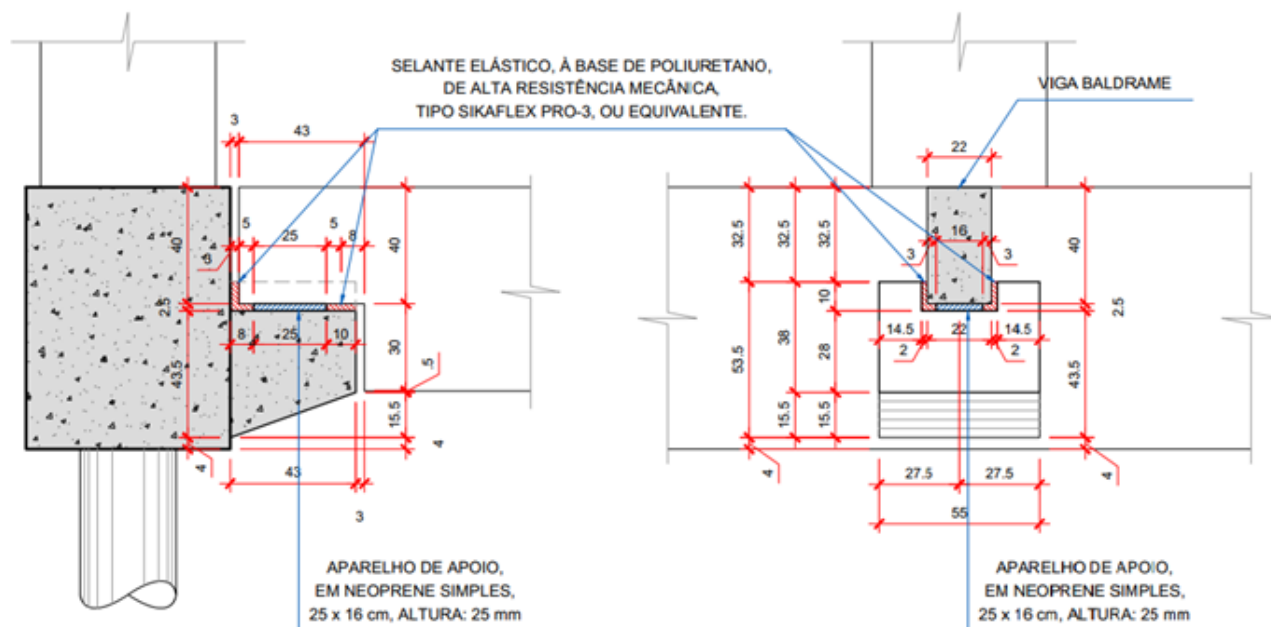


Figura 17: Aparelhos de apoio das vigas.

Os consoles foram posicionados juntos aos blocos sob os pilares P6, P11, P16, P21, P26, P31, P36, P55, P70, P75, P84, P89, P94, P98, P104 e P41, seguindo as juntas definidas pelo projeto estrutural.

As vigas baldrame foram posicionadas de modo a coincidir os seus eixos centrais com os eixos dos blocos. Da mesma forma o centro de gravidade dos blocos coincide com os dos pilares.

Os alinhamentos dos blocos seguem os alinhamentos dos pilares e foram lançados conforme planta de locação do projeto estrutural.

Foram definidos três tipos de blocos, sendo o primeiro sobre os pilares P38 e P139, o segundo sobre os pilares P1-P58-P65-P79-P110-P44-P50-P127-P133, e o terceiro sobre o restante dos pilares (P02 ao P37, P39 ao P43, P45 ao P49, P51 ao P57, P59 ao P64, P66 ao P78, P80 ao P109, P111 ao P126, P128 ao P132, P134 ao P138).

O primeiro tipo possui dimensões em planta com comprimento de 150 cm por uma largura de 70 cm e altura de 75 cm.

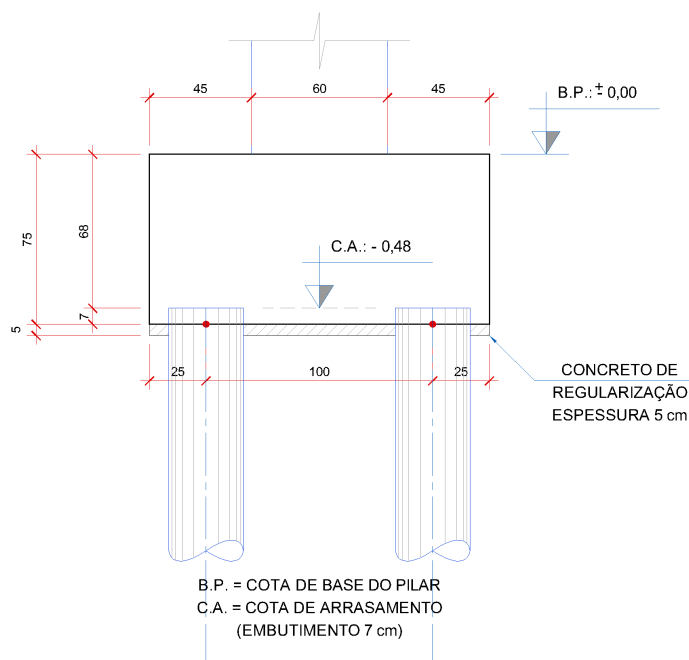
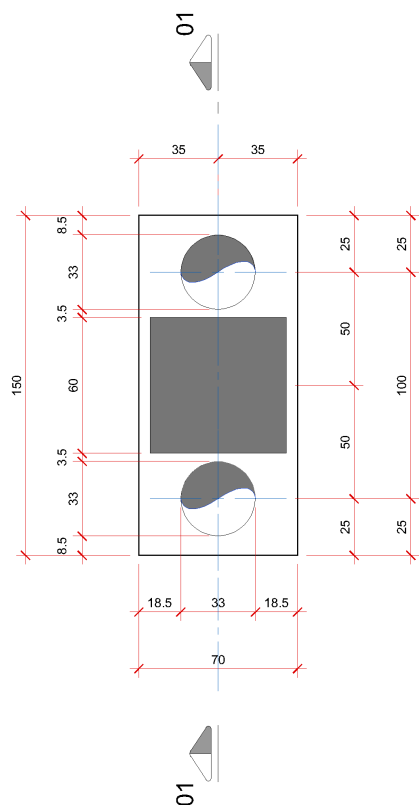


Figura 18: Tipo de blocos sob os pilares – Tipo 1.

O segundo tipo possui dimensões em planta com comprimento de 180 cm por uma largura de 70 cm e altura de 75 cm.

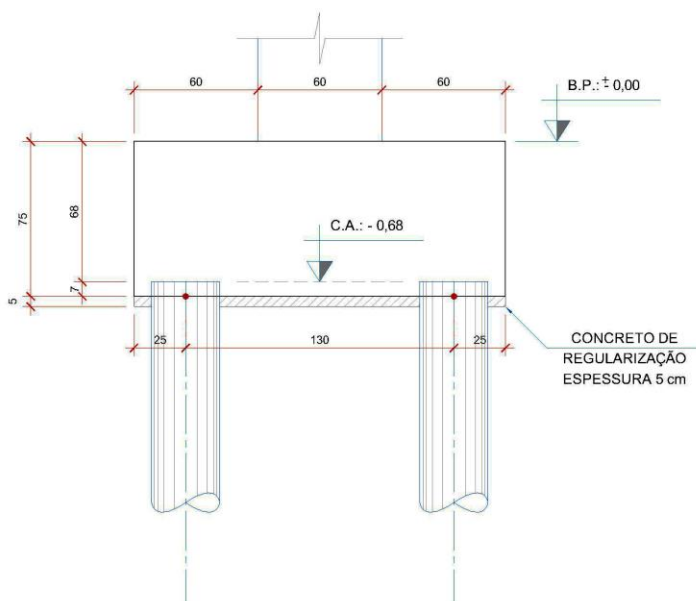
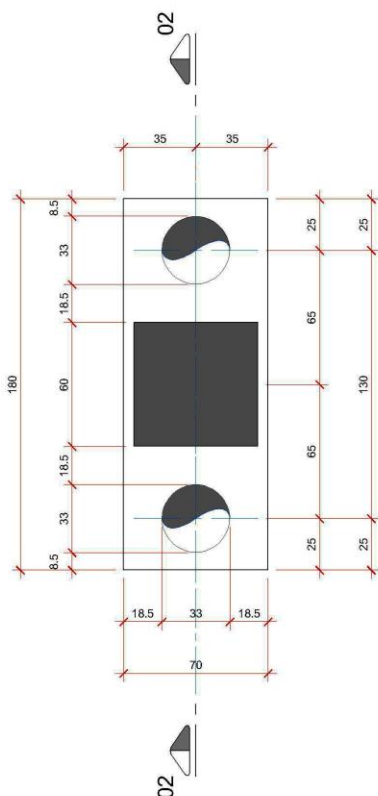


Figura 19: Tipo de blocos sob os pilares – Tipo 2.



O terceiro tipo possui dimensões em planta com comprimento de 220 cm por uma largura de 90 cm e altura de 75 cm.

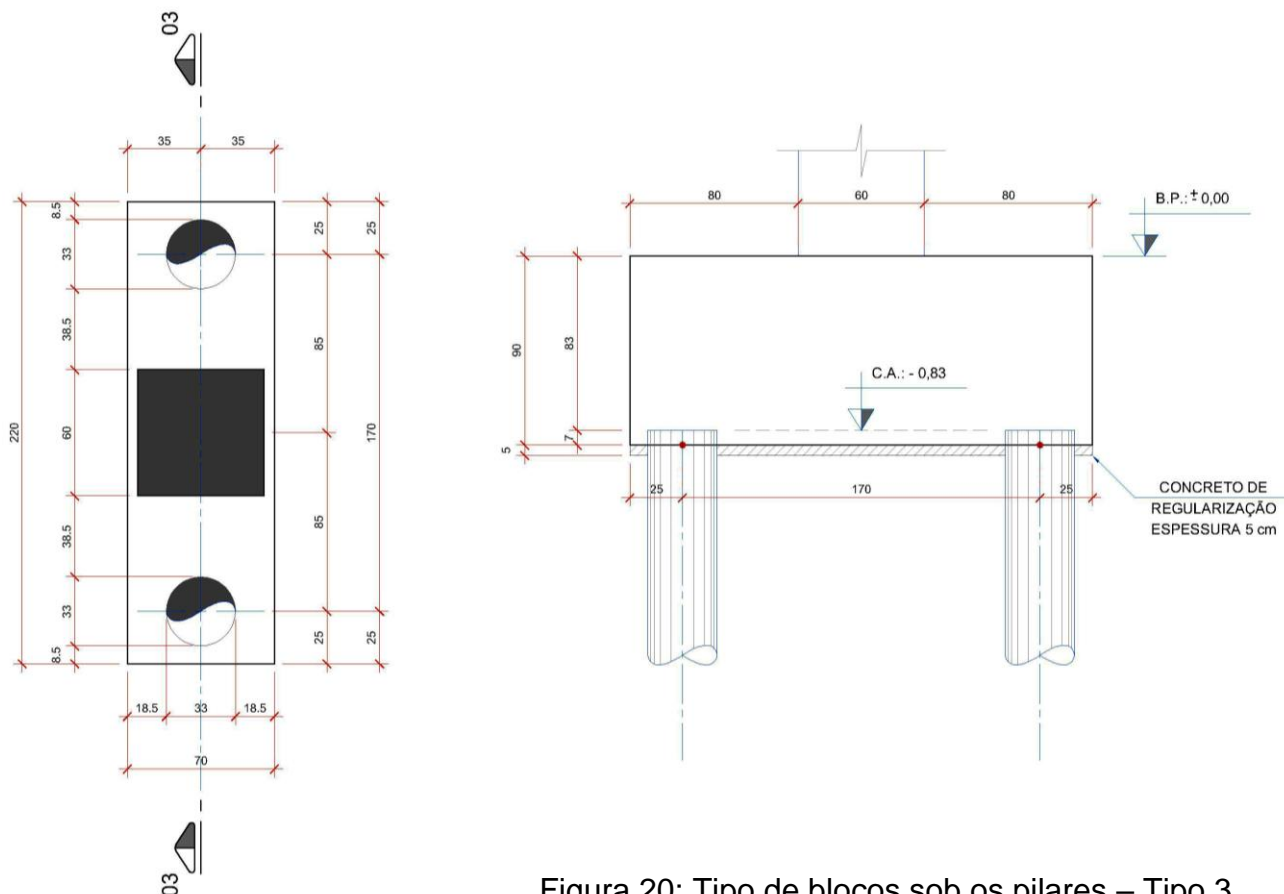


Figura 20: Tipo de blocos sob os pilares – Tipo 3.

Foi prevista a execução de concreto de regularização com espessura de 5 cm sob todos os blocos.

Todos os três tipos de blocos são sobre duas estacas, sendo estas dispostas de forma simétrica em relação aos pilares.

As estacas são do tipo pré-moldada cravada por percussão, com a utilização de bate-estaca.

A profundidade de cravação das estacas é de 12,00 m, foram definidas em função das sondagens SPT fornecidas, no entanto deverão ser cravadas até atingir a “nega”. Assim é possível a ocorrência de alterações em função das condições do terreno de fundação em cada local de cada estaca. Desse modo, embora tenha sido definida a profundidade de 12,00

m sem a necessidade de emendas, é possível o emprego de profundidades superiores, com a necessidade de emendas, ou mesmo inferiores.

A capacidade de carga das estacas foi calculada para uma carga máxima de 36,00 tf (360 kN), conforme a necessidade de projeto.

Os esforços para dimensionamento dos blocos e estacas foram adotados em acordo com a planta de carga dos pilares conforme projeto estrutural. Adicionalmente foi feita a verificação dos esforços devidos ao vento atuando na direção normal à superfície da barreira acústica, tendo sido adotada a pior situação, a favor da segurança.

Os esforços normais na base dos pilares apresentam valores moderados e quase idênticos, para os três tipos de blocos já descritos.

A estaca sugerida é do tipo pré-moldadas com seção transversal quadrada com lados de 45 cm.

No entanto essa estaca pode ser substituída por estacas pré-fabricadas com características semelhantes (perímetro, área da ponta, resistência do concreto e outros).

Cuidados especiais devem ser observados nas operações de cravação e arrasamento das estacas.

Devem ser observadas as instruções na NBR 6122 “Projeto e Execução de Fundações” e NBR 16258 “Estacas Pré-Fabricadas de Concreto – Requisitos”, além das demais necessárias, no que diz respeito aos procedimentos e realização de ensaios.

#### **7.4. Projeto de Harmonização Visual e Integração Urbana**

O indiscutível impacto visual criado pela presença da barreira acústica a ser implantada junto aos habitantes lindeiros ou mesmo aos usuários do aeroporto, deve ser reconhecido e como tal, tratado.

Com o intuito de mitigar o impacto representado pelo muro com 5m de altura, foi proposto um projeto de harmonização visual e integração urbana. O projeto foi concebido de forma a permitir um abrandamento da presença do muro e, visando este objetivo, aproveitar a sua implantação como elemento de integração e mesmo de atração, constituindo-se num ponto de

interesse, atraindo a atenção e tornando-se referência naquela zona da cidade e até, da própria comunidade maricaense.

Concebido desta forma foi proposto a implantação de vegetação (trepadeiras), pintura, murais e painéis, transformando a barreira sonora em sua face externa, especialmente, em um sugestivo out-door atrativo e chamativo, que inclusive será dinâmico, podendo se adaptar em seu visual as diversas festas e efemérides, constituindo-se assim num polo de contemplação e lazer.

O tratamento da barreira acústica foi concebido a partir de uma divisão de sua extensão em tramos de tratamentos diferenciados.

#### **7.4.1. 1º. Tipo de Tramo: PLANTAS**

##### **TRECHO 01 (P1 a P35) e TRECHO 03 (P79 a P108, P11, P112, P117 e P118)**

O uso de trepadeiras na Barreira Acústica oferece uma solução esteticamente agradável e funcional para integrar a estrutura à paisagem de Maricá, proporcionando uma aparência natural e harmoniosa.

Estas plantas, ao cobrirem o muro com suas folhagens, suavizam visualmente a imponência da construção, transformando-a em um elemento vivo e dinâmico.

Além disso, o contato visual com a natureza tem efeitos positivos no bem-estar das pessoas. A presença de elementos naturais, como plantas, pode reduzir o estresse, melhorar o humor e aumentar a sensação de tranquilidade. As trepadeiras, ao florescerem e trazerem cor e vida ao ambiente, criam um espaço mais acolhedor e agradável, tanto para os moradores próximos quanto para quem frequenta a área.

Além dos benefícios visuais, as trepadeiras ajudam a criar uma atmosfera mais neutra, o que é essencial em locais com grande circulação e atividade, como nas proximidades do aeroporto. Elas não apenas embelezam o ambiente, mas também atuam como barreira natural, filtrando poeira e poluição, melhorando a qualidade do ar. O som do vento passando pelas folhas e o toque suave das plantas oferecem um contraste com o concreto, criando um

microclima mais agradável, que contribui para um ambiente menos árido e mais sereno. Assim, o uso de trepadeiras no muro não só transforma o espaço em algo esteticamente belo, como também promove uma qualidade de vida superior para as pessoas, ao integrar a presença calmante da natureza em seu cotidiano.

Ao cobrirem o muro, as trepadeiras, também ajudam a regular a temperatura ao redor, criando uma barreira contra o calor intenso e mantendo a área mais fresca.

Isto beneficia diretamente as pessoas que transitam ou vivem próximas, gerando um ambiente mais confortável.

A sensação de estar rodeado por plantas contribui para reduzir a ansiedade e aumentar a sensação de bem-estar. O impacto visual positivo das trepadeiras, combinado com seus efeitos ambientais, transforma o muro em um elemento acolhedor, que humaniza a estrutura e traz benefícios emocionais e físicos, criando uma experiência de espaço que vai além da simples funcionalidade.

As trepadeiras escolhidas para cobrir o muro devem ser adaptadas à região de Maricá para garantir que se desenvolvam facilmente e contribuam para a preservação do ecossistema natural.

Plantas adaptadas requerem menos manutenção e cuidados, pois já estão simpatizadas às condições ambientais, como a quantidade de chuvas, solo e temperatura, o que garante sua saúde e beleza ao longo do ano.

Além disso, elas ajudam a manter a biodiversidade local e evitam a introdução de espécies invasoras que poderiam prejudicar o equilíbrio natural.

É essencial que essas trepadeiras sejam bonitas e coloridas para criar um impacto visual positivo, transformando o muro em um elemento atraente na paisagem. As cores vibrantes e a variedade de formas das folhas trazem vida ao espaço, criando uma atmosfera acolhedora e agradável para os moradores e frequentadores da área.

Além disso, é fundamental que as trepadeiras não sejam frutíferas para evitar a atração de animais e pássaros que possam gerar riscos em áreas próximas ao aeroporto. A presença de pássaros pode aumentar o perigo de colisões com aviões, comprometendo a segurança das operações aéreas. Assim, ao escolher plantas ornamentais e não frutíferas, o projeto garante

a segurança do entorno, sem comprometer a estética e o bem-estar proporcionado pela vegetação.

Nestes trechos, a superfície do muro deverá ser pintada em tons de verde, criando uma base visual que se harmoniza com o ambiente natural ao redor, fazendo referência às folhagens - nas duas faces da Barreira (parte interna e externa do aeroporto). A cor verde, semelhante à das plantas, oferece uma sensação de continuidade com a vegetação existente, suavizando a estrutura e fazendo com que ela se integre de forma sutil à paisagem.

Sobre essa pintura, as trepadeiras serão estrategicamente cultivadas para cobrir o muro gradualmente.

À medida que as plantas crescerem, suas folhas se sobreporão à base verde pintada, criando uma fusão entre a arte e a natureza.

Isso dará a impressão de que o muro faz parte da paisagem natural, com a vegetação crescendo espontaneamente. A combinação da pintura com as trepadeiras cria uma camada visual rica, ao mesmo tempo em que mantém o design estético e a função da barreira acústica.

Para a Pintura do Muro: Utilizar tinta específica para a área externa, resistente às intempéries.

Sugestão de tom de verde: Grama Esmeralda, Mata Atlântica e Árvore da Felicidade da marca Suvinil ou similar.

As plantas para o muro devem ser apropriadas para o clima da região e devem receber o manejo necessário para sua adaptação ao muro feito por profissional ou empresa especializada.

Sugestão de Plantas:

Hera-da-algéria (*Hedera canariensis*);

Philodendron hederaceum 'Brasil';

Syngonium podophyllum (Singônio - Variegata);

Ipoméia Roxa (*Ipomoea Black Heart*);

Epipremnum aureum (Jiboia);



Tradescantia zebrina (Zebrina);

Cissus (Cissus discolor);

Antúrio (Anthurium);

Costela-de-Adão (Monstera deliciosa);

Ficus pumila (Figueira-Trepadeira Variegata).

Plantas podem ser acrescentadas ou removidas desta lista conforme orientação do profissional ou empresa especializada. Tal lista é uma sugestão.



Figura 21: Modelo de uso de vegetação na Barreira Acústica.

#### **7.4.2. 2º. Tipo de Tramo: PINTURA VERDE**

##### **TRECHO 02 (P1, P51 a P62, P64, P66 a P68, P72 a P79)**

Na cabeceira da pista, a superfície do muro deverá ser pintada em tons de verde - nas duas faces da Barreira (parte interna e externa do aeroporto), criando uma base visual que se harmoniza com o ambiente natural ao redor, fazendo referência às folhagens. A cor verde,

semelhante à das plantas, oferece uma sensação de continuidade com a vegetação existente, suavizando a estrutura e fazendo com que ela se integre de forma sutil à paisagem. A pintura não deve permitir ofuscamento e os reflexos, garantindo perfeita visibilidade e segurança para pilotos e conforto visual para todos.

No trecho da cabeceira da pista do aeroporto, a escolha de não utilizar plantas, mas apenas pintura, foi feita com base em critérios de segurança operacional e estética. A proximidade com a cabeceira impõe restrições quanto ao uso de vegetação. Para evitar riscos, a solução adotada foi a aplicação de pintura verde na superfície do muro, simulando a cor das plantas e proporcionando uma integração visual suave com a paisagem sem comprometer a segurança.

Esta abordagem mantém o muro visualmente agradável, utilizando uma cor que remete à natureza e cria harmonia com o restante da barreira acústica, onde serão instaladas as trepadeiras.

A escolha de tons verdes imita a vegetação, suavizando a percepção visual da estrutura sem a necessidade de plantas reais, o que é fundamental em áreas onde a segurança das operações aeroportuárias é prioridade.

Dessa forma, mesmo sem a vegetação, o trecho da cabeceira continua esteticamente integrado ao projeto geral.

Além disso, a barreira de empuxo metálica, não deve sofrer interferências para manter sua função intacta. Não faremos interferência na barreira de empuxo para não comprometer a segurança da construção e das operações no aeroporto.

Portanto, a decisão de não utilizar plantas na cabeceira da pista e de evitar interferências na barreira de empuxo foi cuidadosamente tomada para equilibrar as exigências de segurança com a estética do projeto.

Enquanto o restante da barreira acústica se beneficiará da presença de trepadeiras para suavizar e embelezar a estrutura junto à natureza, a área próxima à cabeceira, com sua pintura verde, ainda se integrará visualmente ao conjunto, mas de forma segura e sem riscos operacionais.



A combinação de soluções naturais e artificiais garante que o projeto seja tanto eficiente em sua função como agradável aos olhos, respeitando todas as normas e preocupações de segurança.

Para a Pintura do Muro: Utilizar tinta específica para a área externa, resistente às intempéries.

Sugestão de tom de verde: Grama Esmeralda, Mata Atlântica e Árvore da Felicidade da marca Suvinil ou similares.

### **7.4.3. 3º. Tipo de Tramo: PLANTAS E ILUMINAÇÃO**

#### **TRECHO 04 (P39 a P41, P118 a P121)**

Neste trecho, como o piso é de concreto, deverá ser feito um canteiro de jardim junto às duas faces da Barreira Acústica para permitir o plantio das trepadeiras.

Além da pintura verde e das plantas trepadeiras, será instalada uma iluminação vinda diretamente do solo. Em dias comuns, a luz de tom quente/natural 4000K realçará a beleza das folhagens e a textura natural das plantas, criando um efeito encantador e acolhedor.

Em datas comemorativas, o sistema RGB poderá receber cores especiais, proporcionando uma atmosfera festiva e alegre para quem passar pelo local.

A especificação para este projeto deve considerar luminárias pretas de embutir no solo com lâmpadas de LED direcionáveis com potência e fluxo luminoso ideais para jardim externo, capazes de alcançar até 5 metros de altura. O ângulo de feixe deve ser fechado, entre 15º e 30º, para concentrar a iluminação no verde das plantas, e as luminárias devem possuir grau de proteção ideal (IP67) para suportar a exposição ao ar livre.

O uso da iluminação como elemento estético é capaz de transformar o ambiente de forma significativa, despertando nas pessoas sensações de conforto e bem-estar. A luz em tons suaves remete à tranquilidade e promove uma conexão visual agradável, criando uma atmosfera calmante e acolhedora.

Além disso, a utilização de cores festivas em momentos especiais confere ao espaço um caráter afetivo. Essa versatilidade de cores permite que a iluminação se adapte ao ambiente

e às ocasiões, garantindo que a barreira esteja sempre integrada ao contexto, seja ele cotidiano ou comemorativo.

A combinação harmoniosa entre luz e paisagismo é planejada para conectar visualmente a barreira ao entorno, tornando-a uma parte natural e agradável da paisagem urbana. Esta integração luminotécnica transforma a barreira em um elemento que, além de esteticamente agradável, contribui para um ambiente mais confortável e estimulante.



Figura 22: Modelo de uso de vegetação e iluminação na Barreira Acústica.

#### **7.4.4. 4º. Tipo de Tramo: PLANTAS, ILUMINAÇÃO E GALERIA**

##### **TRECHO 05 (P44 a P48 e P50)**

Neste trecho, como o piso é de concreto, deverá ser feito um canteiro de jardim junto às duas faces da Barreira para permitir o plantio das trepadeiras que crescerão sobre o muro com pintura verde.

Na face interna da Barreira (voltada para os helipontos), será instalada iluminação oriunda do solo, assim como no trecho 04.

Na face externa da Barreira Acústica (voltada para o posto de abastecimento de combustível), além das trepadeiras, serão instalados grandes painéis iluminados formando uma Galeria de Imagens.

Os painéis serão em tela tensionada de tecido com impressão de imagens em alta qualidade e resistência. Deverá possuir iluminação homogênea branco neutro 4000K. Os painéis devem ter dois metros de largura e três metros de altura conforme esquema ao lado.

A estrutura do painel será de alumínio com pintura verde, fixada com aplicação sobreposta e unida ao muro conforme orientação de empresa especializada sem comprometer o funcionamento acústico da Barreira.

A criação de uma galeria a céu aberto utilizando painéis de tecido tensionado sobre as trepadeiras na barreira acústica representa uma solução inovadora que une arte e natureza de forma harmoniosa. O tecido tensionado, leve e flexível, pode ser impresso com imagens artísticas ou temáticas de Maricá, celebrando a cultura local e valorizando o espaço urbano.

Posicionados sobre as plantas, esses painéis criam um contraste visual encantador, onde a robustez do muro é suavizada pela presença das trepadeiras e a arte se destaca em meio ao verde natural, formando um ambiente visualmente atrativo e dinâmico.

Além do apelo estético, a galeria a céu aberto proporciona uma experiência interativa para moradores e visitantes, transformando um espaço utilitário em um ponto de interesse cultural.

O uso do tecido tensionado é ideal por ser resistente às intempéries, durável e de fácil manutenção, garantindo a longevidade das imagens e reduzindo a necessidade de reparos frequentes. Esse material permite a troca periódica dos painéis, renovando o visual do espaço e promovendo diferentes artistas e temas ao longo do tempo, mantendo o local sempre atualizado e atrativo.

Esses painéis devem ser iluminados internamente, criando um efeito visual impressionante também durante a noite. A iluminação embutida destaca as cores e detalhes das imagens expostas, fazendo com que a galeria mantenha seu impacto estético mesmo após o pôr-do-sol. Esse jogo de luz e sombras confere ao local uma atmosfera acolhedora e sofisticada, tornando-o um ponto de atração tanto durante o dia quanto à noite.



A combinação de arte, vegetação e iluminação eleva o caráter do projeto, transformando a barreira acústica em uma referência cultural e visual para a comunidade. Além de suavizar o concreto com a presença das plantas, os painéis iluminados criam um foco de interesse que pode ser apreciado por todos que circulam pela área, gerando um sentimento de pertencimento e valorização do espaço público. Essa solução criativa integra funcionalidade e estética de forma marcante, reforçando a identidade visual de Maricá e trazendo um novo significado ao conceito de barreira acústica.

Para que o sistema proporcione os efeitos desejados, é fundamental que a especificação e instalação sejam realizadas por profissionais especializados, mantendo a segurança e a funcionalidade, e evitando interferências que possam comprometer a performance da barreira acústica.

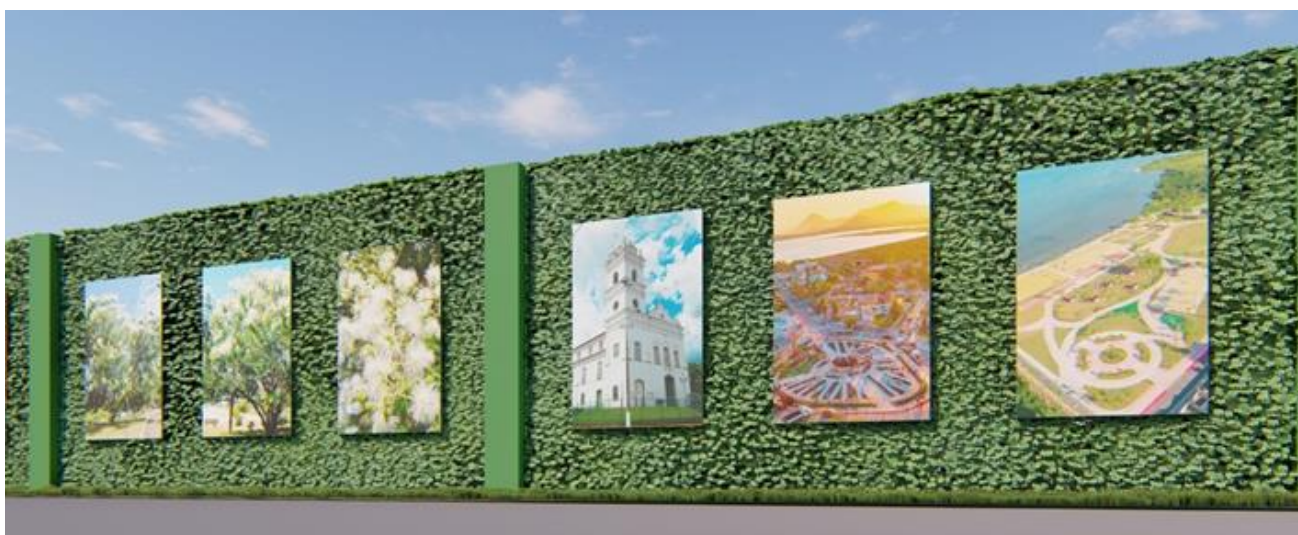


Figura 23: Modelo de uso de vegetação e de uma Galeria de Imagens na Barreira Acústica.

#### **7.4.5. 5º. Tipo de Tramo: MURAL**

##### **TRECHO 06 (P124 a P127 e P50)**

Neste trecho, nas duas faces do muro, deverá ser feito um mural, uma grande obra de arte que expresse a cultura da região. Na face externa (voltada para o estacionamento de veículos), poderá ser feita em pintura, cerâmica ou mosaico; e na face interna (voltada para

os helipontos), deverá ser feita em pintura tipo grafite para não comprometer o funcionamento da Barreira Acústica. Para esta obra de arte poderão ser convidados artistas de fora da cidade ou artistas locais, conforme conveniência e oportunidade da administração.

Um mural a céu aberto tem um impacto positivo significativo em diversos aspectos, tanto no ambiente urbano quanto no bem-estar social e cultural da comunidade.

Um mural bem executado transforma áreas cinzas ou desinteressantes em pontos de destaque visual.

Ele melhora a aparência do ambiente, criando uma paisagem mais agradável e atraente. Tal fato pode ser especialmente benéfico para espaços como este, devido às suas grandes dimensões e por estar bem próximo às pessoas.

Murais que refletem aspectos culturais, históricos ou naturais de uma região criam uma conexão emocional com a comunidade. Isso incentiva os moradores a sentirem orgulho de seu espaço e a cuidarem mais dele.

Um mural em Maricá, por exemplo, que represente suas paisagens, fauna ou símbolos locais, reforça o vínculo entre as pessoas e seu território.

Além disto, murais a céu aberto podem se tornar pontos turísticos ou culturais importantes. Eles atraem visitantes, gerando movimentação econômica e cultural. Em muitos casos, murais icônicos se tornam símbolos de uma cidade ou bairro, promovendo sua imagem de forma positiva.

Ainda, a presença de cores, formas e elementos artísticos no ambiente urbano tem um efeito direto no humor das pessoas. Estudos mostram que a exposição à arte pode reduzir o estresse, melhorar o humor e promover sentimentos de bem-estar.

Um mural pode servir como um ponto de alívio em meio à agitação urbana, tornando a cidade um lugar mais acolhedor e agradável para se viver.

Murais também se tornam parte da identidade visual e histórica da cidade. Eles criam um legado duradouro que pode ser apreciado por gerações futuras, preservando aspectos importantes da cultura e história local em uma forma artística e acessível.

#### 7.4.6. 6º. Tipo de Tramo: VIDRO E PINTURA

##### **TRECHO 07 (P127 a P134, P137 e P138)**

Neste trecho da Barreira Acústica, mais próxima ao terminal de Passageiros e à Lagoa, haverá detalhes de vidro no muro.

Esta transparência visa trazer mais leveza ao alto muro que estará tão rente às pessoas.

Neste espaço, nos dois lados da Barreira, faremos uma pintura de paisagem que remeterá à árvore Maricá, que dá o nome à cidade.

Esta escolha objetiva diminuir a percepção da altura do muro e mesclá-lo com a paisagem, deixando de ser um elemento disforme e desagradável ao olhar.

##### Proporção Humanizada:

A pintura de paisagem, combinada com a árvore de Maricá, ajuda a ajustar a percepção de escala do muro. Ao estar próximo das pessoas, um muro de grande altura pode parecer opressivo ou invasivo. Ao introduzir elementos visuais que conectam o espaço ao ambiente natural, como a árvore e a paisagem, a proporção do muro é suavizada, tornando a barreira mais acolhedora e menos agressiva visualmente.

##### Conexão com a Identidade Local:

A árvore de Maricá, que dá nome à cidade, é um símbolo importante da identidade local. Sua representação na Barreira reforça o sentido de pertencimento e orgulho pela história e natureza da cidade, criando uma conexão emocional entre os moradores, visitantes e o ambiente. Isso faz com que o espaço tenha uma relevância cultural e não apenas funcional.

##### Suavização do Impacto Visual:

O uso de uma paisagem pintada e da árvore de Maricá contribui para diminuir a dureza do concreto, trazendo um toque de natureza ao ambiente urbano. Isso cria uma transição mais suave entre o espaço construído e o ambiente ao redor, tornando o muro mais agradável ao olhar, especialmente para os passageiros que passam frequentemente pelo local.

### Aproximação com a Natureza:

Elementos naturais, como paisagens e árvores, têm um impacto positivo no bem-estar das pessoas. Ao incorporar esses elementos na pintura, cria-se um ambiente visualmente relaxante e convidativo. Essa sensação de proximidade com a natureza, mesmo em um espaço urbano, melhora o humor e proporciona uma experiência mais agradável para quem transita pela área.

### Integração do Muro com o Paisagismo:

A pintura de paisagens complementa o paisagismo já existente e planejado para a área, criando uma integração visual entre o natural e o construído. Isso torna o espaço mais coeso e menos fragmentado, contribuindo para a harmonia do terminal de passageiros com a área ao redor.

Essa estratégia não apenas embeleza o muro, mas também reforça o compromisso com a valorização do espaço urbano, criando uma experiência mais agradável e humanizada para todos que passam pelo terminal de passageiros.

A Lagoa de Maricá também está mais próxima a este trecho do muro, sendo ideal esta integração entre a natureza e a edificação através da pintura.



Figura 24: Modelo de uso de vegetação, vidro e pintura na Barreira Acústica.



## 8. MÉTODO EXECUTIVO

Para executar a barreira acústica, conforme projetada, deverão ser seguidas diversas etapas sequenciais, sendo algumas delas simultâneas. As diversas fases e os respectivos componentes encontram-se listados a seguir.

### Escavações

- Vala de drenagem

- Escavações de baldrame

### Cravação das estacas

### Implantação dos blocos de fundação

### Execução dos baldrames

### Execução dos pilares

### Execução da barreira

- Placas

- Fonoleca

- Partes metálicas

- Portões

- Vidros

### Tratamento da barreira

- Pintura

- Plantio de trepadeiras

- Colocação de painéis

- Execução de mural

### Iluminação

A execução da barreira encontra-se devidamente descrita nos itens específicos deste relatório e o tratamento da barreira sonora (muro) em seus diversos tramos, foi devidamente exposto e comentado no item de Harmonização Visual e Integração Urbana.

A iluminação, considerando que no sítio do aeroporto existem diversas iluminações especiais não foi objeto deste projeto devendo ser elaborado um projeto específico que atenda as solicitações do projeto de Harmonização Visual e Integração Urbana. Os pontos de locação e intensidades sugeridas serão disponibilizados na época oportuna.

Os demais componentes acima listados encontram-se resumidamente descritos à seguir, sem prejuízo das especificações adotadas e soluções projetadas.

## **8.1. Escavações**

### **8.1.1. Vala de drenagem**

Considerando a posição elevada do lençol freático em toda a área de implantação do projeto, considerando a necessidade de se escavar o solo sob a barreira para executar o baldrame que irá suportar o muro, foi previsto uma vala de drenagem próxima ao perímetro da barreira.

Esta vala deverá ter cerca de 100cm de profundidade, considerando o nível do lençol na profundidade de cerca de 25cm, permitindo a coleta da água sub-superficial e possibilitando a escavação da viga baldrame imediatamente ao lado. A vala de drenagem deverá estar cerca de 50cm afastada da borda da escavação do baldrame, com traçado paralelo pelo lado interno do perímetro do muro.

### **8.1.2. - Escavações de baldrame**

A viga baldrame deverá ter 70cm de altura e 22cm de largura, com o intuito de permitir a sua execução, deverá ser escavada uma vala de no mínimo 62cm de largura e uma profundidade que respeitada eventual variação localizada de nível possibilite que o topo do baldrame esteja no máximo a 10cm no nível do solo.

### **8.1.3. Cravação das estacas**

As estacas de concreto com seção quadrada deverão ser cravadas nos pontos definidos pelo projeto específico de fundações.

Para cravar as estacas, que serão pré-fabricadas, será utilizado bate-estaca hidráulico dotado de martelo de queda e deverá ter sua base (patas de apoio) devidamente apoiadas sobre uma chapa ou equivalente que permita a distribuição do peso próprio do equipamento e a absorção da martelada.

#### **8.1.4. Implantação dos blocos de fundação**

Os blocos de fundação deverão ser inicialmente escavados e posteriormente montadas as formas e em seguida a respectiva ferragem, sendo em seguida realizado o lançamento do concreto.

As escavações deverão permitir a conformação dos blocos dentro das medidas projetadas, prevendo-se sobre-larguras que permitam a montagem das formas.

Importante destacar que a vala de drenagem deve atender igualmente os blocos a serem executados. Está prevista a execução de concreto de regularização com espessura de 5 cm sob todos os blocos.

A concretagem deverá ser realizada obrigatoriamente com concreto usinado.

#### **8.1.5. Execução dos baldrames**

As vigas baldrames serão em concreto armado com seção transversal retangular, largura de 22 cm e altura de 70 cm.

Essas vigas deverão ser concretadas sucessivamente, respeitando-se a posição dos blocos para cada lance de trabalho.

A concretagem deverá ser realizada obrigatoriamente com concreto usinado.

#### **8.1.6. Execução dos pilares**

Os pilares deverão ser executados, respeitando-se as dimensões de projeto e serão precedidos dos serviços de montagem das formas e da armação da ferragem. A concretagem deverá ser realizada obrigatoriamente com concreto usinado.

Pode-se admitir o pilar pré-moldado, desde que atenda previamente aos aspectos construtivos de qualidade.

## 9. RECURSOS NECESSÁRIOS

Para a execução de barreiras acústicas em concreto pré-fabricado, alguns recursos fundamentais são necessários para garantir a eficácia e qualidade da estrutura. Aqui estão os principais:

- **Material de Concreto Especializado:** O concreto pré-fabricado utilizado deve ser especificamente formulado para proporcionar uma boa absorção sonora e resistência às intempéries.
- **Design Estrutural Adequado:** O projeto das barreiras acústicas deve considerar não apenas a altura e extensão necessárias para o isolamento sonoro, mas também a geometria e inclinação adequadas para refletir ou absorver as ondas sonoras de forma eficiente.
- **Camada de Absorção Sonora:** Pode ser necessário integrar uma camada adicional de material com característica absorvedora na superfície das barreiras, para melhorar a redução do ruído, como o Fonoleca.
- **Fundação e Fixação:** A fundação das barreiras deve ser robusta o suficiente para suportar o peso das estruturas e resistir a ventos fortes. Além disso, os sistemas de fixação devem ser projetados para garantir estabilidade e durabilidade.
- **Juntas de Dilatação:** Devido às variações térmicas, é importante projetar juntas de dilatação adequadas para prevenir o surgimento de fissuras e garantir a longevidade da estrutura.
- **Acabamento e Estética:** As barreiras acústicas podem estar sujeitas a requisitos estéticos, especialmente em áreas urbanas. O acabamento superficial deve ser cuidadosamente considerado para atender às expectativas visuais e de integração com o ambiente.

- Normas e Regulamentos: Seguir as normas e regulamentos locais relacionados ao controle de ruído é fundamental para garantir que as barreiras acústicas atendam aos requisitos legais de isolamento sonoro.
- Instalação e Logística: Planejar a logística de transporte e instalação das barreiras pré-fabricadas é essencial para garantir que o processo seja eficiente e seguro.

Esses recursos são essenciais para assegurar que as barreiras acústicas em concreto pré-fabricado cumpram sua função de redução de ruído de maneira eficaz e durável.

### **9.1. Equipamentos e materiais para execução**

A construção de barreiras acústicas em concreto pré-moldado requer uma série de equipamentos especializados para garantir a instalação segura e eficiente. Aqui está uma lista dos equipamentos necessários:

#### **Equipamentos de Produção e Pré-moldagem**

Formas para Pré-moldados: Moldes específicos para criar os painéis de concreto que serão usados na barreira. Podem ser de aço, madeira ou plástico.

Betoneiras: Misturadores de concreto para preparar o material a ser vertido nas formas.

Vibradores de Concreto: Utilizados para remover bolhas de ar do concreto recém-vertido nas formas, garantindo uma densidade uniforme.

Gruas ou Guindastes de Pequeno Porte: Para movimentação das formas e dos painéis de concreto dentro da fábrica de pré-moldados.

Máquinas de Cura: Equipamentos para acelerar o processo de cura do concreto, como câmaras de cura a vapor.

#### **Equipamentos de Transporte**

Caminhões Betoneira: Para transportar o concreto fresco até o local de moldagem se não for preparado no próprio local.

Caminhões com Grua: Equipados com guindastes para carregar e descarregar os painéis de concreto pré-moldado.

### **Equipamentos de Instalação**

Guindastes: Para levantar e posicionar os painéis de concreto pré-moldado no local de instalação.

Plataformas Elevatórias: Para auxiliar os trabalhadores a alcançarem alturas elevadas durante a instalação.

### **Equipamentos de Ancoragem**

Ferramentas e sistemas para fixação dos painéis no solo, como brocas e chumbadores.

### **Equipamentos de Preparação do Solo**

Escavadeiras: Para preparar o terreno onde a barreira será instalada.

Compactadores de Solo: Para garantir uma base firme e nivelada para a instalação dos painéis.

### **Equipamentos de Segurança**

Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): Capacetes, luvas, óculos de proteção, coletes refletivos e calçados de segurança para todos os trabalhadores.

### **Sinalização de Segurança**

Placas e cones para delimitar a área de trabalho e alertar sobre perigos.

### **Equipamentos de Acabamento**

Ferramentas de Reparo de Concreto: Para corrigir imperfeições nos painéis instalados, como lixadeiras e polidores.

### **Pintura e Revestimento**

Equipamentos para aplicação de revestimentos absorvedores de som ou pinturas especiais.

### **Ferramentas Diversas**

Ferramentas Manuais: Martelos, chaves de fenda, alicates, serras e outros utensílios manuais.

### **Medidores e Níveis**

Níveis a laser, trenas e outros instrumentos de medição para garantir precisão na instalação.

A utilização adequada desses equipamentos, juntamente com uma equipe treinada, é essencial para a construção eficiente e segura de barreiras acústicas em concreto pré-moldado.

## **9.2. Recursos Humanos**

Para a construção de uma barreira acústica em concreto pré-moldado, é necessário contar com uma equipe de profissionais qualificados em diversas áreas. A seguir, estão os principais recursos humanos necessários para uma obra desse tipo:

### **Engenheiros e Projetistas**

Engenheiro Civil: Responsável pelo projeto estrutural da barreira, cálculos de resistência, especificações de materiais e supervisão geral da obra.

Engenheiro de Acústica ou Ambiental: Especialista em controle de ruído, responsável por garantir que a barreira atenda aos requisitos de redução sonora.

Projetista de Estruturas: Desenvolve os desenhos técnicos e detalhamentos dos painéis e suportes de concreto.

### **Gestão de Projetos**

Gerente de Projetos: Coordena todas as fases da obra, desde a concepção até a conclusão, garantindo o cumprimento de prazos e orçamentos.

Supervisor de Obra: Monitora o progresso diário, coordena a equipe de campo e garante a qualidade dos trabalhos.

### **Operadores de Equipamentos**



Operador de Guindaste: Especializado em operar guindastes para movimentação e instalação dos painéis pré-moldados.

Operador de Betoneira: Responsável pela operação da betoneira e preparação do concreto. Operador de Escavadeira: Realiza a preparação do terreno e movimentação de materiais pesados. Técnicos e Trabalhadores Especializados

### **Técnico de Concreto**

Especialista na preparação, cura e inspeção do concreto.

### **Técnico de Segurança do Trabalho**

Especialista que garante que todas as normas de segurança sejam seguidas, prevenindo acidentes e riscos no local de trabalho.

### **Técnico de Ancoragem**

Especialista em instalação de sistemas de ancoragem e fixação dos painéis.

### **Trabalhadores de Campo**

Pedreiros: Executam a construção e montagem dos painéis, preparação do terreno e outras tarefas de alvenaria.

Armadores: Responsáveis pela montagem das armações de ferro dentro dos painéis de concreto.

Carpinteiros: Confeccionam e instalam as formas de concreto para os painéis pré-moldados.

Ajudantes de Obra: Auxiliam em diversas tarefas gerais no canteiro de obras, como movimentação de materiais e suporte aos operários especializados.

### **Logística e Suprimentos**

Coordenador de Logística: Planeja e coordena o transporte de materiais e equipamentos para o local da obra.

Almoxarife: Controla o estoque de materiais e ferramentas, garantindo que tudo esteja disponível conforme necessário.

### **Equipe de Acabamento**

Pintores e Aplicadores de Revestimentos: Responsáveis pelo acabamento final dos painéis, incluindo pintura e aplicação de revestimentos absorvedores de som.

Técnicos de Instalações Especiais: Instalam quaisquer componentes adicionais, como sistemas de drenagem ou elementos decorativos.

### **Suporte Administrativo**

Assistente Administrativo: Lida com a documentação, controle de pessoal e apoio administrativo à equipe de campo.

Contador: Gerencia as finanças do projeto, incluindo orçamentos, pagamentos e controle de custos.

Ter uma equipe bem estruturada e qualificada é essencial para garantir que a construção da barreira acústica seja realizada com eficiência, segurança e dentro dos padrões de qualidade esperados.

## **10. CRONOGRAMA EXECUTIVO**

O prazo definido para a execução dessa obra é de 10 meses ou 300 dias corridos. Trata-se de um prazo exequível, adequado aos volumes e quantidades de serviços projetados.

Diversos materiais serão pré-moldados ou mesmo pré-fabricados e assim poderão ser objeto de encomendas com fornecedores externos e estes prazos procuraram ser demonstrados no cronograma proposto, sendo que alguns, entretanto, foram previstos com as fases construtivas respectivas. Estas opções construtivas deverão ficar para opção do executor, exemplo desta situação são as placas de concreto, onde além dos itens forma, ferragem e concreto foi incluído o transporte das peças.

### **10.1. Cronograma Físico**

# Codemar - Companhia de Desenvolvimento de Maricá

## CRONOGRAMA FÍSICO

### EXECUÇÃO DAS OBRAS DA BARREIRA SONORA DO AEROPORTO DE MARICÁ - RJ

ITEM	SERVIÇOS	MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5	MÊS 6	MÊS 7	MÊS 8	MÊS 9	MÊS 10
1	MOBILIZAÇÃO										
2	INSTALAÇÃO DE CANTEIRO										
3	MANUTENÇÃO DE CANTEIRO										
4	LIMPEZA DO TERRENO										
5	ESCAVAÇÃO DA VALA DE DRENAGEM										
6	AQUISIÇÃO DE ESTACAS										
7	TRANSPORTE DE ESTACAS										
8	CRAVAÇÃO DE ESTACAS										
9	ESCAVAÇÃO DAS VIGAS BALDRAMES										
10	VIGAS BALDRAMES										
11	FORMA										
12	FERRAGEM										
13	CONCRETO										
14	ESCAVAÇÃO DOS BLOCOS										
15	BLOCOS										
16	FORMA										
17	FERRAGEM										
18	CONCRETO										
19	PILARES										
20	FORMA										
21	FERRAGEM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	CONCRETO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	PLACAS DE CONCRETO										
24	FORMA										
25	FERRAGEM		-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	CONCRETO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	TRANSPORTE DAS PLACAS										
28	ASSENTAMENTO DAS PLACAS										
29	REJUNTAMENTO DAS PLACAS										
30	AQUISIÇÃO DE BLOCOS DE FONOLECA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	TRANSPORTE DOS BLOCOS DE FONOLECA										
32	MONTAGEM DOS DISPOSITIVOS DE SUSTENTAÇÃO										
33	ASSENTAMENTO DOS BLOCOS DE FONOLECA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	AQUISIÇÃO DE PLACAS DE VIDRO										
35	TRANSPORTE DAS PLACAS DE VIDRO										
36	INSTALAÇÃO DAS PLACAS DE VIDRO										
37	AQUISIÇÃO DE PLACAS METÁLICAS - BARREIRA DE EMPUXO										
38	MONTAGEM DAS PLACAS METÁLICAS										
39	AQUISIÇÃO DOS PORTÕES										
40	TRANSPORTE DOS PORTÕES										
41	INSTALAÇÃO DOS PORTÕES										
42	ACABAMENTOS E PINTURAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	PINTURA DAS PLACAS DE CONCRETO E PILARES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	PINTURA DAS PLACAS METÁLICAS										
45	PINTURA DOS PORTÕES METÁLICOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	TRATAMENTO URBANÍSTICO DA ÁREA										
47	TRATAMENTO PAISAGÍSTICO DA ÁREA										
48	LIMPEZA FINAL										
49	DESMOBILIZAÇÃO										

Figura 25: Cronograma Físico.

## 11. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA E NORMATIVAS

Norma Brasileira NBR 10.151 – “Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas”, publicação ABNT, revisão de 2020.

Norma Brasileira NBR 10.152 - "Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações”, publicação ABNT, revisão de 2017.

Lei Nº 2303/2009 – Dispõe sobre ruídos, fixa níveis e horários em que será permitida sua emissão e cria a certidão de tratamento acústico. Maricá/RJ.

ISSO 9613-2:1996 – Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors Part2: General method of calculation.

BISTAFA, SYLVIO R. Acústica Aplicada ao Controle do Ruído. Edição 01. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 367 p.

BERANEK, L. Noise and Vibration Control. McGraw Hill Book Company, 1971.

GERGES, Samir N.Y. Ruído: Fundamentos e controle Florianópolis, Copyright, 1992.

Hannah, L. Ground, Terrain and Structure Effects on Sound Propagation. Massey University, New Zealand Acoustics Vol. 20 / # 3, 2006.

Documentos recebidos pelo cliente:

- TPA-AREA REMANESCENTE\_REV00.dwg;
- TAP-AEROPORTO\_MARICÁ\_AS-BUILT\_REV00.dwg;
- Aeroporto maricá DWG2009 com curvas.dwg
- Aeroporto maricá.dwg;
- Area de Abrangência Sonora – Aeroporto Maricá.pdf;
- Dados Técnicos Operacionais – Aeroporto Maricá.pdf;
- MR06-1-TOP-PLT.001.002=R00 – LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO.dwg;
- PRO-LEV-TOP.dwg07.dwg;

- RELATÓRIO TOPOGRÁFICO.pdf;
- Laudo de Simulação Sonora, (Acoustic Control): LS-AERODROMO-R01.pdf

## 12. DOCUMENTOS DO PROJETO EXECUTIVO

EP-364-PE-RL-GER-0001\_rev01 – Relatório de Projetos;

EP-364-PE-DE-ARQ-0001rev01 – Arquitetura e Paisagismo;

EP-364-PE-DE-EST-0001rev01 – Planta de Locação dos Furos e Dimensões Gerais;

EP-364-PE-DE-EST-0002rev01 – Pilares e Componentes;

EP-364-PE-DE-EST-0003rev01 – Cálculo dos Pilares;

EP-364-PE-DE-EST-0004rev01 – Armação dos Pilares e Painéis;

EP-364-PE-DE-EST-0005rev01 – Armação dos Pilares e Painéis Continuação;

EP-364-PE-DE-EST-0006rev01 – Painéis Acústicos em Concreto;

EP-364-PE-DE-EST-0007rev01 – Revestimento Acústico dos Painéis;

EP-364-PE-DE-EST-0008rev01 – Projeto de Fundações;

EP-364-PE-DE-EST-0009rev01 – Projeto de Fundações – Planta de Formas Continuação;

EP-364-PE-DE-EST-0010rev01 – Projeto de Fundações – Planta de Formas Continuação;

EP-364-PE-DE-EST-0011rev01 – Projeto de Fundações – Planta de Formas Continuação;

EP-364-PE-DE-EST-0012rev01 – Projeto de Fundações – Planta de Formas Continuação;

EP-364-PE-DE-EST-0013rev01 – Projeto de Fundações – Planta de Formas Continuação;

EP-364-PE-DE-EST-0014rev01 – Detalhes das Amarração de Vigas Baldrame;

EP-364-PE-DE-EST-0015rev01 – Detalhes das Amarração de Vigas Baldrame Continuação;

EP-364-PE-DE-EST-0016rev01 – Detalhes das Amarração de Vigas Baldrame Continuação;

EP-364-PE-OR-GER-0001 – Orçamento.