

ESTUDO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO
POSTO DE CORTE DE ABRANTES A 400 kV (REN, S.A.)

– MEMÓRIA DESCRITIVA –

ABRIL 2024

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. ENQUADRAMENTO LEGAL	4
3. METODOLOGIA ADOPTADA	8
4. CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ACÚSTICAS ACTUAIS	9
4.1. METODOLOGIA	9
4.2. INDICADORES DE RUÍDO OBSERVADOS ACTUALMENTE	9
5. DETERMINAÇÃO DO RUÍDO PARTICULAR DO POSTO DE CORTE – MAPAS DE RUÍDO	11
5.1. PROGRAMA DE CÁLCULO UTILIZADO	11
5.2. METODOLOGIA	12
5.3. PARÂMETROS DE CÁLCULO	13
5.4. NÍVEIS SONOROS DO RUÍDO PARTICULAR DO POSTO DE CORTE E LMAT	15
6. AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS REGULAMENTARES – CENÁRIOS FUTUROS	16
6.1. CENÁRIO FUTURO DE FUNCIONAMENTO DO POSTO DE CORTE	16
6.2. DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS REGULAMENTARES	16
6.3. AVALIAÇÃO DO CRITÉRIO DE EXPOSIÇÃO MÁXIMA	17
6.4. AVALIAÇÃO DO CRITÉRIO DE INCOMODIDADE	18
7. NOTA CONCLUSIVA	19
ANEXO I: PEÇAS DESENHADAS	20
ANEXO II: ANEXO TÉCNICO DE ACREDITAÇÃO	21

REN – REDE ELÉCTRICA NACIONAL, S.A.

POSTO DE CORTE DE ABRANTES (400 kV)

– MEMÓRIA DESCRITIVA –

1. INTRODUÇÃO

O presente documento consiste no Estudo de Condicionamento Acústico do futuro Posto de Corte de Abrantes (400 kV), a construir na freguesia do Pego, no concelho do Abrantes.

Este Posto de Corte integrará, uma Reactância *Shunt* de 400 kV com potência de 150 MVar, referenciada como RS1.

Na envolvente próxima do Posto de Corte identifica-se a existência de receptores sensíveis, constituídos por habitações do tipo unifamiliar que importa avaliar. A carta de condicionantes, do concelho do Abrantes, classifica a área da envolvente do Posto de Corte, onde se localizam os recetores sensíveis como *zona mista*, adoptando-se assim os limites estabelecidos na alínea a) do n.º 1 do art.º 11 do Regulamento Geral do Ruído (RGR), com valores limite de exposição $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$ e $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$.

Para avaliar o cumprimento das exigências regulamentares aplicáveis em matéria de ruído nas condições actuais, (Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro – *REGULAMENTO GERAL DE RUÍDO*¹), foram realizadas recolhas de dados acústicos junto dos receptores sensíveis mais próximos (Pontos de Medição Acústica M1, M2, M3, em Dezembro de 2023).

Tendo em conta os objectivos referidos, foi também preparado um modelo de cálculo digital, com recurso a *software* específico para o efeito, adiante descrito (ver Capítulo 5), para previsão e mapeamento dos níveis sonoros com origem no funcionamento da instalação, na área envolvente próxima.

¹ Com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto

2. ENQUADRAMENTO LEGAL

A legislação em vigor em matéria de prevenção e controlo de poluição sonora, aprovada pelo **Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro (REGULAMENTO GERAL DO RUÍDO)**, estabelece o seguinte:

Artigo 3.º Definições

Para efeitos do presente Regulamento, entende-se por:

(...)

a) Actividade ruidosa permanente: a actividade desenvolvida com carácter permanente, ainda que sazonal, que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se fazem sentir os efeitos dessa fonte de ruído, designadamente laboração de estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços; (...)

c) Avaliação acústica: a verificação da conformidade de situações específicas de ruído com os limites fixados;

d) Fonte de Ruído: a acção, actividade permanente ou temporária, equipamento, estrutura ou infra-estrutura que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se faça sentir o seu efeito;

(...)

i) Indicador de ruído: o parâmetro físico-matemático para a descrição do ruído ambiente que tenha uma relação com um efeito prejudicial na saúde ou no bem-estar humano;

j) Indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno (L_{den}): o indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global, dado pela expressão:

$$L_{den} = 10 \times \log 1/24 [13 \times 10^{L_d/10} + 3 \times 10^{(L_e+5)/10} + 8 \times 10^{(L_n+10)/10}]$$

l) Indicador de ruído diurno (L_d): o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano;

m) Indicador de ruído do entardecer (L_e): o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano;

n) Indicador de ruído nocturno (L_n): o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos nocturnos representativos de um ano;

o) Mapa de ruído: o descritor do ruído ambiente exterior, expresso pelos indicadores L_{den} e L_n , traçado em documento onde se representam as isófonas e as áreas por elas delimitadas às quais corresponde uma determinada classe de valores expressos em dB(A);

p) Período de referência: o intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as actividades humanas típicas, delimitado nos seguintes termos:

i) Período diurno - das 7 às 20 horas;

ii) Período do entardecer - das 20 às 23 horas;

iii) Período nocturno - das 23 às 7 horas;

q) Receptor sensível: o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana;

(...)

s) Ruído ambiente: o ruído global observado numa dada circunstância num determinado instante, devido ao conjunto das fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado;

(…)

t) Ruído particular: o componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora;

u) Ruído residual: o ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma situação determinada;

v) Zona mista: a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afecta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível;

x) Zona sensível: a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período nocturno;

(…)

Artigo 11.º **Valores limite de exposição**

1 - Em função da classificação de uma zona como mista ou sensível, devem ser respeitados os seguintes valores limite de exposição:

a) As zonas mistas não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;

b) As zonas sensíveis não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 45 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;

c) As zonas sensíveis em cuja proximidade exista em exploração, à data da entrada em vigor do presente Regulamento, uma grande infra-estrutura de transporte não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;

(…)

3 - Até à classificação das zonas sensíveis e mistas a que se referem os n.ºs 2 e 3 do artigo 6.º, para efeitos de verificação do valor limite de exposição, aplicam-se aos receptores sensíveis os valores limite L_{den} igual ou inferior a 63 dB(A) e L_n igual ou inferior a 53 dB(A).

(…)

Artigo 12.º **Controlo prévio das operações urbanísticas**

(…)

6 - É interdito o licenciamento ou a autorização de novos edifícios habitacionais, bem como de novas escolas, hospitais ou similares e espaços de lazer enquanto se verifique violação dos valores limite fixados no artigo anterior.

Artigo 13.º **Actividades ruidosas permanentes**

1 - A instalação e o exercício de actividades ruidosas permanentes em zonas mistas, nas envolventes das zonas sensíveis ou mistas ou na proximidade dos receptores sensíveis isolados estão sujeitos:

a) Ao cumprimento dos valores limite fixados no artigo 11.º;

b) Ao cumprimento do critério de incomodidade, considerado como a diferença entre o valor do indicador L_{Aeq} do ruído ambiente determinado durante a ocorrência do ruído particular da actividade ou actividades em avaliação e o valor do indicador L_{Aeq} do ruído residual, diferença que não pode exceder 5 dB(A) no período diurno, 4 dB(A) no período do entardecer e 3 dB(A) no período nocturno, nos termos do anexo I ao presente Regulamento, do qual faz parte integrante."

2 - Para efeitos do disposto no número anterior, devem ser adoptadas as medidas necessárias, de acordo com a seguinte ordem decrescente:

a) Medidas de redução na fonte de ruído;

b) Medidas de redução no meio de propagação de ruído;

c) Medidas de redução no receptor sensível.

3 - Compete à entidade responsável pela actividade ou ao receptor sensível, conforme quem seja titular da autorização ou licença mais recente, adoptar as medidas referidas na alínea c) do número anterior relativas ao reforço de isolamento sonoro.

(...)

5 - O disposto na alínea b) do n.º 1 não se aplica, em qualquer dos períodos de referência, para um valor do indicador L_{Aeq} do ruído ambiente no exterior igual ou inferior a 45 dB(A) ou para um valor do indicador L_{Aeq} do ruído ambiente no interior dos locais de recepção igual ou inferior a 27 dB(A), considerando o estabelecido nos n.ºs 1 e 4 do anexo I.

Relativamente à aplicação do Critério de Incomodidade (a que se refere a alínea b) do n.º 1 do Art.º 13.º, acima mencionado), o Anexo I estabelece ainda que:

1 - O valor do L_{Aeq} do "ruído ambiente" determinado durante a ocorrência do "ruído particular" corrigido de acordo com as características tonais ou impulsivas do "ruído particular", passando a designar-se por nível de avaliação, L_{Ar} , aplicando a seguinte fórmula: $L_{Ar} = L_{Aeq} + K1 + K2$, em que K1 é a correcção tonal e K2 é a correcção impulsiva;

Estes valores são K1=3 dB(A) ou K2=3 dB(A) se for detectado que as componentes tonais ou impulsivas, respectivamente, são características específicas do ruído particular, ou são K1=0 dB(A) ou K2=0 dB(A) se estas componentes não forem identificadas. Caso se verifique a coexistência de componentes tonais e impulsivas a correcção a adicionar é de K1+K2=6 dB(A).

O método para detectar as características tonais do ruído dentro do intervalo de tempo de avaliação: verificar, no espectro de um terço de oitava, se o nível sonoro de uma banda excede o das adjacentes em 5 dB(A) ou mais, caso em que o ruído deve ser considerado tonal.

O método para detectar as características impulsivas do ruído dentro do intervalo de tempo de avaliação: determinar a diferença entre o nível sonoro contínuo equivalente, L_{Aeq} , medido em simultâneo com característica impulsiva e fast. Se esta diferença for superior a 6 dB(A), o ruído deve ser considerado impulsivo.

2 - Aos valores limite da diferença entre o L_{Aeq} do "ruído ambiente" que inclui o "ruído particular" corrigido (L_{Ar}) e o L_{Aeq} do "ruído residual", estabelecidos na alínea b) do n.º 1 do artigo 13.º, deve ser adicionado o valor D indicado na tabela seguinte. O valor D é determinado em função da relação percentual entre a duração acumulada de ocorrência do ruído particular e a duração total do período de referência.

VALOR DA RELAÇÃO PERCENTUAL (q) ENTRE A DURAÇÃO ACUMULADA DE OCORRÊNCIA DO RUÍDO PARTICULAR E A DURAÇÃO TOTAL DO PERÍODO DE REFERÊNCIA	D, EM DB(A)
$q \leq 12,5\%$	4
$12,5\% < q \leq 25\%$	3
$25\% < q \leq 50\%$	2
$50\% < q \leq 75\%$	1
$q > 75\%$	0

3 - - Excepções à tabela anterior—para o período nocturno não são aplicáveis os valores de D=4 e D=3, mantendo-se D=2 para valores percentuais inferiores ou iguais a 50%. Exceptua-se desta restrição a aplicação de D=3 para actividades com horário de funcionamento até às 24 horas.

No caso em apreciação, a Câmara Municipal de Abrantes, estabeleceu no seu Plano Director Municipal (PDM), designadamente na Planta de Zonamento Acústico, a classificação das zonas, atribuindo a classificação de zona “mista” aos aglomerados habitacionais localizados na envolvente do Posto de Corte, pelo que são aplicáveis os limites expressos no n.º 1 do Art.º 11.º.

Em face do exposto, as disposições regulamentares relativas ao ruído cujo cumprimento importa garantir neste tipo de instalações são as seguintes:

- ✓ n.º 1 do Art.º 11.º do Decreto-Lei n.º 9/2007 (zonas mistas) – Edifícios Habitacionais:
 - $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$, para o período global (diurno-entardecer-nocturno)
 - $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$, entre as 23h e as 7h.
- ✓ alínea b), n.º 1 do Art.º 13.º do Decreto-Lei n.º 9/2007:
 - $L_{Ar} - L_{Aeq} \text{ (ruído residual)} \leq 5 \text{ dB(A)}$ entre as 07h e as 20h;
 - $L_{Ar} - L_{Aeq} \text{ (ruído residual)} \leq 4 \text{ dB(A)}$ entre as 20h e as 23h;
 - $L_{Ar} - L_{Aeq} \text{ (ruído residual)} \leq 3 \text{ dB(A)}$ entre as 23h e as 07h.

3. METODOLOGIA ADOPTADA

A metodologia adoptada para o Estudo de Condicionamento Acústico do Posto de Corte de Abrantes (400 kV), consistiu essencialmente nos seguintes procedimentos:

- a) Reunião de elementos relevantes designadamente cartografia de enquadramento do Posto de Corte e características dos equipamentos;
- b) Realização de levantamentos de campo pelo Certipro-Lab (Laboratório de Ensaios Acústicos e Vibráticos da Certiprojecto, Lda.) nas áreas potencialmente afectadas pelo ruído com origem no Posto de Corte, para caracterização do ambiente acústico actual ("ruído residual"), nos três períodos de referência regulamentares (diurno, entardecer e nocturno);
- c) Caracterização acústica das emissões ruidosas, em diferentes regimes de funcionamento, dos equipamentos a instalar no Posto de Corte, segundo as Especificações Técnicas dos Equipamentos fornecidas pelo cliente; consideração de um único regime de funcionamento: com ventilação forçada, segundo indicações da REN, S.A. ;
- d) Elaboração de modelo de cálculo do ruído particular do Posto de Corte, através de programa específico (IMMI – Wölfel Software GmbH), recorrendo à cartografia fornecida pela REN, S.A., para parametrização do modelo;
- e) Cálculo dos níveis sonoros do *ruído particular* resultante do funcionamento dos equipamentos a instalar no Posto de Corte, nos receptores com interesse, para os vários cenários a estudar;
- f) Cálculo dos níveis sonoros do *ruído ambiente*, resultantes do cúmulo dos níveis sonoros provocados pelo funcionamento do Posto de Corte e das LMAT (*ruído particular*) e dos níveis sonoros da actividade local (*ruído residual*);
- g) Avaliação das condições acústicas apercebidas junto dos receptores sensíveis mais expostos, face às exigências regulamentares aplicáveis: *Valores Limite de Exposição e Critério de Incomodidade* (Dec.-Lei 9/2007, de 17 de Janeiro);
- h) Elaboração de mapas de ruído correspondentes ao *ruído particular* (equipamentos do Posto de Corte) para os vários cenários que incluem a Reatância *Shunt* prevista.

4. CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ACÚSTICAS ACTUAIS

4.1. METODOLOGIA

O ambiente acústico observado actualmente nos locais com ocupação humana potencialmente mais expostos ao ruído do Posto de Corte foi caracterizado pelo Certipro-Lab – Laboratório de Ensaios Acústicos e Vibráticos da Certiprojecto, Lda., acreditado pelo Instituto Português de Acreditação com a Licença L0599, para o efeito, seguindo os procedimentos acreditados e as directrizes e normalização aplicáveis, designadamente a Norma NP ISO 1996 – “Acústica: Descrição e medição do ruído ambiente” e o Guia Prático para medições de ruído ambiente (Julho 2020).

4.2. INDICADORES DE RUÍDO OBSERVADOS ACTUALMENTE

O Certipro-Lab efectuou caracterização dos níveis sonoros (L_{Aeq}) em três pontos de medição acústica, adiante descritos.

No Quadro I, adiante, são apresentados os indicadores de ruído nos pontos de medição acústica atrás referidos.

Quadro I

Indicadores de ruído regulamentares do “ruído residual”, arredondados à unidade para os pontos de medição acústica de interesse (Dezembro de 2023).

Ponto de medição Acústica ⁽¹⁾	Descrição do Local	Fontes ruidosas*	L_d ⁽²⁾ [dB(A)]	L_e ⁽²⁾ [dB(A)]	L_n ⁽²⁾ [dB(A)]	L_{den} ⁽³⁾ [dB(A)]
M1 (h=1,5m)	Junto de habitação unifamiliar (1 Piso) pertencente a Quinta agrícola isolada a cerca de 1200 m a Norte/Poente da Reactância Shunt do Posto de Corte de Abrantes (Coordenadas Google Earth em graus decimais: Lat.: 39.462846°; Long.: -8.123895°).	Ruídos de animais da propriedade agrícola e outros ruídos naturais.	49,0	47,6	42,8	51,1
M2 (h=4,0m)	Localizado junto do limite Norte de Hotel abandonado, adjacente à Estrada EN 118, a cerca de 750 m a Sul/Poente da Reactância Shunt do Posto de Corte de Abrantes (400 kV) (Coordenadas Google Earth em graus decimais: Lat.: 39.454189°; Long.: -8.114909°).	Ruídos Naturais e tráfego rodoviário longínquo (EN118)	38,6	37,6	36,6	43,3
M3 (h=1,5m)	Localizado lateralmente ao Hotel abandonado, adjacente à Estrada EN 118, entre os dois blocos, a cerca de 780 m a Sul/Poente da Reactância Shunt do Posto de Corte de Abrantes (400 kV) (Coordenadas Google Earth em graus decimais: Lat.: 39.454189°; Long.: -8.114909°).	Ruídos Naturais e tráfego rodoviário longínquo (EN118)	36,1	36,2	35,9	42,3

⁽¹⁾ – Vide posição dos Pontos de Medição acústica em anexo;

⁽²⁾ – L_d – indicador de ruído relativo ao período diurno (7h – 20h); L_e – indicador de ruído relativo ao período de entardecer (20h-23h); L_n – indicador de ruído relativo ao período nocturno (23h-7h), com apresentação de valores arredondados à unidade;

⁽³⁾ – L_{den} – indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno.

Os valores dos indicadores regulamentares, nos pontos de medição acústica atrás apresentados, são inferiores aos valores limite estabelecidos para “zonas mistas”, de acordo com o Regulamento Geral do Ruído (Art.º 11.º do Decreto-Lei n.º 9/2007 - $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$; $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$).

Assinalam-se em fotografia aérea, em anexo, duas habitações a Sul do Posto de Corte com os símbolos A3 (Coordenadas Google Earth: 39.454315°, -8.117638°) e A4 (Coordenadas Google Earth: 39.453449°, -8.117183°), cujo ambiente acústico não foi possível monitorizar de forma directa, uma vez que as habitações estão integradas em propriedades cercadas.

Considera-se que o ambiente acústico junto da habitação A3 pode ser equiparado ao verificado no Ponto de Medição Acústica M2, e que o ambiente acústico junto da habitação A4 pode ser equiparado ao Ponto de Medição Acústica M3, atendendo à influência que se verifica da EN 118.

5. DETERMINAÇÃO DO RUÍDO PARTICULAR DO POSTO DE CORTE – MAPAS DE RUÍDO

5.1. PROGRAMA DE CÁLCULO UTILIZADO

O cálculo dos níveis sonoros gerados pelo funcionamento dos equipamentos do Posto de Corte, apercebidos junto aos receptores sensíveis mais expostos, e dos respectivos *mapas de ruído*, foi efectuado com recurso a software específico para o efeito (*IMMI - Wölfel Software GmbH*), de eficácia comprovada, parametrizado seguindo as recomendações constantes da normalização aplicável, definida no Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho (transposição da *Directiva 2002/49/CE* do Parlamento Europeu) (*Norma Portuguesa NP ISO 9613:2014 - Ruído Industrial* (Norma actualmente em vigor que substitui a NP 4361:2001), e seguindo ainda as "*Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (V3)*", da Agência Portuguesa do Ambiente.

O modelo de cálculo é parametrizado de acordo com as características de cada fonte ruidosa considerada, das quais se destacam as mais importantes:

- Potência sonora das fontes, definida de acordo com as suas características;
- Directividade das fontes;
- Localização das fontes; (coordenadas e cotas de implantação, por ex.);
- Tipo de fontes: pontual, linear, ou superficial;

Os algoritmos de cálculo consideram também outros efeitos não directamente relacionados com as fontes ruidosas (emissão sonora), mas que influenciam as condições de propagação do ruído, como:

- Dispersão geométrica e absorção atmosférica;
- Reflexões e difracções sonoras, na presença de obstáculos à propagação do ruído;
- Características de reflexão/absorção sonora, do terreno;
- Efeitos meteorológicos de longo prazo.

A utilização do modelo de cálculo permite a computação das condições acústicas com interesse, nas áreas de mapeamento, de acordo com a malha de cálculo adequada, com ponderação das condições acima referidas. É também possível a determinação rigorosa, dos níveis sonoros verificados em posições específicas, bem como a hierarquização do contributo de cada uma das fontes em presença, em condições de caracterização mais detalhada.

Sublinha-se também que o algoritmo utilizado para previsão dos níveis sonoros em situações do tipo em apreço (Norma Portuguesa NP ISO 9613 - 2:2014 - Acústica; Atenuação do som na sua propagação ao ar livre; Parte 2: Método geral de cálculo), definido para o efeito no Decreto-Lei n.º 146/2006, apresenta margens de incerteza com interesse [± 2 dB (A)], que podem ser superiores para simulações a distâncias acima de 200m/300m.

Salienta-se que para avaliação mais rigorosa dos níveis sonoros do ruído particular, nos pontos de interesse, foi efectuado cálculo específico para os descritores aplicáveis, através de ferramenta própria do software utilizado, como referido acima.

5.2. METODOLOGIA

O modelo de cálculo foi elaborado a partir da cartografia do local, a qual inclui a topografia da zona envolvente, a implantação do Posto de Corte (com a localização dos equipamentos de interesse) e os edifícios existentes situados na sua proximidade, importada directamente pelo software IMMI, e complementada com a informação recolhida nos levantamentos de campo efectuados, tendo resultado nos mapas de ruído em anexo.

Para simulação da propagação do ruído com origem nos equipamentos do Posto de Corte, considera-se o seu funcionamento na condição operacional com ventilação forçada para todos os períodos de referência (diurno, de entardecer e nocturno).

5.3. PARÂMETROS DE CÁLCULO

Os parâmetros de cálculo utilizados, incluindo os níveis de potência sonora dos equipamentos ruidosos em apreciação, são apresentados adiante no Quadro II.

Quadro II

Parâmetros de cálculo utilizados nas simulações da propagação sonora do ruído com origem no Posto de Corte de Abrantes (400 kV) da REN, S.A..

Característica acústica do terreno	Medianamente absorvente (Coef. de absorção sonora, $\alpha_{méd.} \approx 0,8$)
N.º de reflexões sonoras	1; (adequado à presente situação)
Modelação orográfica do terreno	Baseada na informação topográfica contida na cartografia digital fornecida: planta de localização, planta geral do Posto de Corte e nos levantamentos de campo realizados.
Quadrícula de cálculo	2m x 2m, a 4,0m de altura do solo
PARÂMETROS DE CÁLCULO	VALORES ADOPTADOS PARA OS EQUIPAMENTOS
Fonte sonora ⁽¹⁾	Nível de pressão sonora a 2m da fonte, dB(A)
	Sem condicionamento Acústico
	P. Diurno, P. de Entardecer e P. Nocturno (com ventilação)
Reactância <i>Shunt</i> (RS1)	80 ⁽²⁾
Linhas de Muito Alta Tensão (LMAT) Linhas Duplas a 400 kV	Cálculo efectuado separadamente da modelação realizada em IMMI para cada ponto de análise ⁽³⁾ LMAT Central do Pego – Pego 3; LMAT Central do Pego – Pego 4; LMAT Pego – Paraimo; LMAT Pego – Bodiosa; LMAT Divor – Pego; LMAT Pego – Rio Maior; LMAT CSF – Chamusca; LMAT Pego – Falagueira; LMAT CSF – Margalha; LMAT CH – Endesa; LMAT CSF – Valeira

⁽¹⁾ – Reactância *Shunt* modelada como fonte sonora em volume, com as dimensões médias com as faces definidas como fontes superficiais, com os níveis de pressão sonora (L_{Aeq}) a 2m da fonte, indicados.

⁽²⁾ – Valor global obtido, em “posição de segurança”, para a situação com ventilação, através da soma energética do ruído de funcionamento de 40 motoventiladores, em que o ruído particular de cada um não excede 50 dB(A), com o ruído particular do equipamento sem ventilação.

⁽³⁾ – Parametrização efetuada com base nas folhas Modelo de Previsão REN para Ruído Acústico de LMAT

O espectro considerado como dados de entrada para as emissões sonoras da Reatância *Shunt* (RS1), sem condicionamento acústico, sempre com ventilação forçada, é apresentada no gráfico seguinte. No espectro de emissão sonora apresentado para a Reatância *Shunt* (RS1) sem condicionamento verifica-se a existência de componentes tonais. Não se prevê a existência de componentes impulsivas no ruído emitido pela Reatância *Shunt* (RS1).

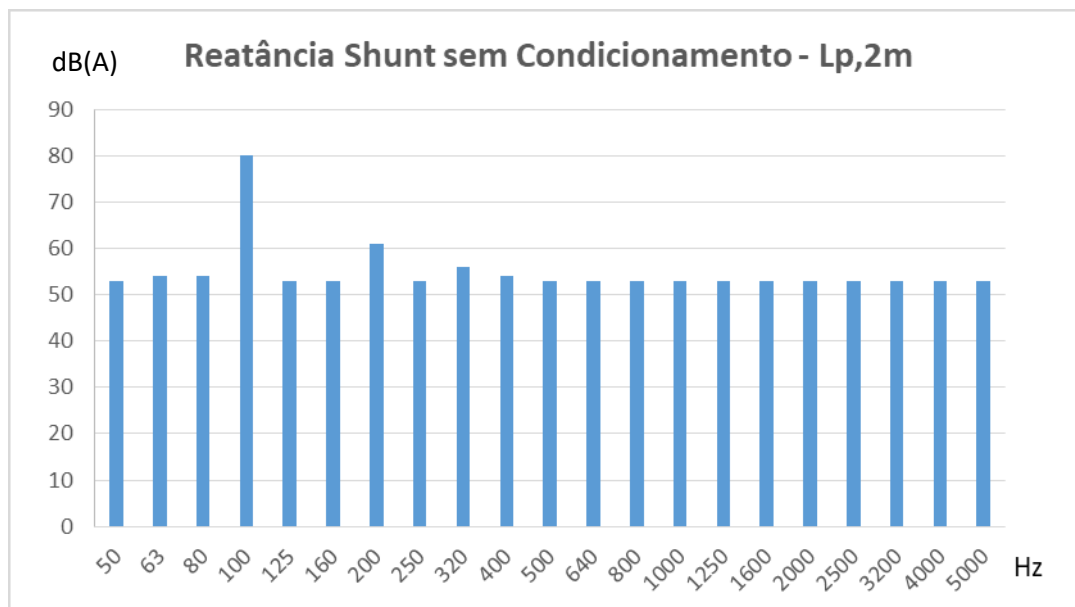


Gráfico 01 – Espectro de emissão sonora: nível sonoro a 2 m de distância da Reatância Shunt (RS1) sem Condicionamento

De modo a assumir uma abordagem mais conservadora na modelação e em posição cautelar, consideraram-se as condições de radiação mais desfavoráveis da Reactância Shunt, resultando na adopção das potências sonoras / níveis sonoros mais elevados.

Para a influência das LMAT no ambiente sonoro previsto para cada um dos 4 recetores sensíveis em análise, foi realizada estimacção baseada em folha de cálculo fornecida pela REN ("Anexo III – Programa de Cálculo_ Monitorização.xlsx") considerando o tipo de linha (simples ou dupla), assim como os parâmetros de entrada fornecidos para o campo eléctrico máximo à superfície dos condutores ($E_{máx}$), diâmetro dos condutores, separação horizontal de fases e altura de fases.

Para cada uma das onze LMAT previstas na área de implantação do Posto de Corte foi prospectivado o ruído particular previsto para os recetores sensíveis em análise e, mediante soma energética do ruído particular de todas as LMAT, com o ruído particular modelado para a Reatância Shunt, obteve-se o ruído particular dos equipamentos e infraestruturas associados à implantação e funcionamento do Posto de Corte de Abrantes (400 kV), em cada ponto de análise, permitindo a previsão do ruído ambiente futuro para a configuração prevista e a análise do cumprimento dos critérios legais aplicáveis.

5.4. NÍVEIS SONOROS DO RUÍDO PARTICULAR DO POSTO DE CORTE E LMAT

No Quadro III, adiante, apresentam-se os níveis sonoros do ruído particular (L_{Aeq}) do Posto de Corte e LMAT, para os receptores de interesse (edifícios habitacionais):

Quadro III
Níveis sonoros correspondentes ao ruído particular do Posto de Corte de Abrantes (400 kV)

Ponto de Medição Acústica/Ponto de Avaliação ⁽¹⁾	Descrição do Local	Período Diurno	Período do Entardecer	Período Nocturno
M1 / A1 (h=1,5 m)	Habitação Unifamiliar (1 Piso)	41,9	41,9	41,9
M2 / A2 ⁽³⁾ Piso 0 (h=1,5 m)	Hotel Abandonado (2 Pisos)	43,2	43,2	43,2
M2 / A2 ⁽³⁾ Piso 1 (h= 4 m)		43,2	43,2	43,2
A3 ⁽²⁾ (h=1,5 m)	Habitação de 1 Piso (Sem Acesso público)	42,3	42,3	42,3
A4 ⁽²⁾ (h=1,5 m)	Habitação de 1 Piso (Sem Acesso público)	42,1	42,1	42,1

⁽¹⁾ Ver localização dos pontos de medição acústica/pontos de avaliação nos mapas de ruído em anexo.

⁽²⁾ Não foi possível realizar medições acústicas junto das habitações em causa uma vez que se encontram cercadas e em propriedade privada.

⁽³⁾ No âmbito das medições acústicas efectuadas o microfone do sonómetro no ponto de medição acústica M2 (junto do Hotel com dois pisos) foi posicionado a 4,0 m de altura relativamente ao solo, por se considerar o ponto potencialmente mais exposto ao ruído do futuro Posto de Corte de Abrantes. O ponto de avaliação A2 (introduzido no modelo de propagação dos níveis sonoros) encontra-se na mesma localização que o ponto de medição acústica M2, às cotas de 1,5 m e 4,5 m, uma vez que o modelo prospectivo utilizado permite avaliação a cotas diferenciadas do ruído particular do Posto de Corte em análise.

Pela análise do Quadro III, constata-se que, os níveis sonoros de ruído particular (L_{Aeq}) com origem no funcionamento simultâneo do Posto Corte e LMAT apresentam valores, nos "Pontos de Avaliação" a variar entre 41,9 dB(A) e 43,2 dB(A).

6. AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS REGULAMENTARES – CENÁRIOS FUTUROS

6.1. CENÁRIO FUTURO DE FUNCIONAMENTO DO POSTO DE CORTE

No presente estudo considera-se o cenário de exploração do Posto de Corte de Abrantes (400 kV) da REN com as linhas LMAT e Reactância *Shunt* (400kV de 150 MVar) em funcionamento, sem condicionamento acústico.

6.2. DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS REGULAMENTARES

O Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, Regulamento Geral do Ruído, estabelece dois critérios regulamentares de interesse, a cumprir pelo funcionamento do Posto de Corte da REN:

- **Critério de Exposição Máxima** (n.º1 do Art.º 11.º do Decreto-Lei n.º 9/2007 – Zonas Mistas): os indicadores de ruído L_{den} e L_n deverão respeitar as seguintes condições: $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$; $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$;
- **Critério de Incomodidade** (n.º1 do Art.º 13.º do Decreto-Lei n.º 9/2007): estabelece as seguintes condições para os três períodos de referência regulamentares:
 - Período Diurno (7h - 20h): L_{Ar} (Nível de avaliação) – L_{Aeq} (Ruído Residual) $\leq 5 \text{ dB(A)} + D$;
 - Período de Entardecer (20h - 23h): L_{Ar} (Nível de avaliação) – L_{Aeq} (Ruído Residual) $\leq 4 \text{ dB(A)} + D$;
 - Período Noturno (23h - 7h): L_{Ar} (Nível de avaliação) – L_{Aeq} (Ruído Residual) $\leq 3 \text{ dB(A)} + D$.

Relativamente ao funcionamento do Posto de Corte e de acordo com a regulamentação aplicável, considera-se um Factor de Correção $D=0$, uma vez que os equipamentos do Posto de Corte funcionam 24/24h (ver Enquadramento Legal - §2).

O critério em análise não é aplicável, em qualquer período de referência regulamentar (período diurno, período de entardecer e período noturno), se o nível de avaliação no exterior $L_{Ar} \leq 45 \text{ dB(A)}$.

6.3. AVALIAÇÃO DO CRITÉRIO DE EXPOSIÇÃO MÁXIMA

De acordo com o Art.º 13.º do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, as instalações e o exercício de actividades ruidosas permanentes situadas nas proximidades de receptores sensíveis ao ruído estão sujeitas ao cumprimento dos valores limite fixados no Art.º 11.º (*Valores Limite de Exposição*) e ao cumprimento do *CrITÉrio de Incomodidade* (alínea b) do n.º 1 do Art.º 13.º do mesmo diploma).

A avaliação do cumprimento dos *Valores Limite de Exposição* ($L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$ e $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$), de acordo com o n.º 1 do Art.º 11 do Decreto-Lei n.º 9/2007, tendo em conta que as zonas em estudo se enquadram na classificação de zona mista, é efectuada a partir dos valores dos parâmetros L_{den} e L_n previstos.

No Quadro IV, adiante, apresentam-se os níveis sonoros de “ruído ambiente” previstos para os “Pontos de Avaliação” em análise, determinados pela aplicação da relação adiante indicada:

$$L_{Aeq} (R.Ambiente) = 10 \times \log (10^{L_{Aeq,R.Residual}/10} + 10^{L_{Aeq,R.Particular}/10})$$

Quadro IV

Níveis sonoros globais de “**Ruído Ambiente**” nos “Pontos de Avaliação” com interesse

Ponto de Avaliação (An)		$L_d^{(2)}$	$L_e^{(3)}$	$L_n^{(4)}$	$L_{den}^{(5)}$
N.º (1)	Altura ao solo (h)				
M1/A1	h=1,5m	49,8	48,7	45,4	52,9
M2/A2	h=1,5m	44,5	44,3	44,1	50,5
M2/A2	h=4,5m	44,5	44,3	44,1	50,5
A3	h=1,5m	43,9	43,6	43,4	49,8
A4	h=1,5m	43,1	43,1	43,0	49,3

(1) – Ver localização dos pontos de medição acústica/avaliação em anexo;

(2) – Indicador de ruído diurno, L_d (07-20h);

(3) – Indicador de ruído de entardecer, L_e (20-23h);

(4) – Indicador de ruído nocturno, L_n (23-07h);

(5) – Indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno: $L_{den} = 10 \times \log (1/24 \times [13 \times 10^{L_d/10} + 3 \times 10^{(L_e+5)/10} + 8 \times 10^{(L_n+10)/10}])$.

Os valores dos indicadores de ruído L_{den} e L_n indicados no Quadro IV, acima, para os pontos de medição/avaliação em análise, respeitam os limites estabelecidos pelo Critério de Exposição Máxima atrás enunciado ($L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$; $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$).

6.4. AVALIAÇÃO DO CRITÉRIO DE INCOMODIDADE

Para avaliação do Critério de Incomodidade (alínea b) do n.º 1 do Art.º 13.º do Decreto-Lei n.º 9/2007, que estabelece as condições: $L_{Ar} - L_d$ (r. residual) ≤ 5 dB(A) período diurno; $L_{Ar} - L_e$ (r. residual) ≤ 4 dB(A) período do entardecer; $L_{Ar} - L_n$ (r. residual) ≤ 3 dB(A) período nocturno), no Quadro VI, adiante, apresentam-se os valores dos indicadores de ruído L_d , L_e e L_n dos parâmetros com interesse, “ruído ambiente”, “ruído residual”, nível de avaliação (L_{Ar}) e diferença regulamentar característica ($L_{Ar} - L_{Aeq}$ ruído residual), previstos junto dos “Pontos de Avaliação” de interesse.

Quadro V

Avaliação dos níveis de incomodidade por ruído com origem no Posto de Corte (alínea b) do n.º 1 do Art.º 13.º do Decreto-Lei n.º 9/2007) nos “Pontos de avaliação”

Ponto de Avaliação ⁽¹⁾	Valores em dB(A)											
	Ruído Ambiente			Ruído Ambiente Corrigido $L_{Ar}=L_{AeqR,ambiente}+K1+K2$ ⁽²⁾			Ruído Residual (L_{Aeq})			Nível de Incomodidade $L_{Ar} - L_{AeqR,Residual}$ ⁽³⁾		
	L_d	L_e	L_n	L_d	L_e	L_n	L_d	L_e	L_n	Dia	Entardecer	Noite
M1/A1 (h=1,5m)	49,8	48,7	45,4	49,8	48,7	45,4	49,0	47,6	42,8	0,8 (≈ 1)	1,1 (≈ 1)	N.A.
M2/A2 (h=1,5m)	44,5	44,3	44,1	44,5	44,3	44,1	38,6	37,6	36,6	N.A.	N.A.	N.A.
M2/A2 (h=4,5m)	44,5	44,3	44,1	44,5	44,3	44,1	38,6	37,6	36,6	N.A.	N.A.	N.A.
A3 (h=1,5m)	43,9	43,6	43,4	43,9	43,6	43,4	38,6	37,6	36,6	N.A.	N.A.	N.A.
A4 (h=1,5m)	43,1	43,1	43,0	43,1	43,1	43,0	36,1	36,2	35,9	N.A.	N.A.	N.A.

⁽¹⁾ – Ver localização dos pontos de medição acústica/avaliação em anexo;

⁽²⁾ – Não é previsível a presença de componentes tonais e impulsivas ($K1=0$ e $K2=0$) em nenhum dos pontos de avaliação analisados.

⁽³⁾ – A diferença regulamentar característica: $L_{Ar} - L_{AeqR,Residual}$ não pode exceder 5 dB(A) no período diurno, 4 dB(A) no período do entardecer e 3 dB(A) no período nocturno, consideradas as correcções indicadas no Anexo I do Decreto-Lei n.º 9/2007. Neste caso considera-se um Factor de Correcção $D=0$ uma vez que a reactância *Shunt* funciona 24/24h.

N.A. – não aplicável nos casos em que os níveis de avaliação (L_{Ar}) exterior previstos são iguais ou inferiores 45 dB(A).

Refere-se que de acordo com o n.º 5 do Art. 13.º do Decreto-Lei n.º 9/2007, a verificação do *Critério de Incomodidade*, não é aplicável, em qualquer período de referência regulamentar (período diurno, período de entardecer e período nocturno) se o nível de avaliação no exterior $L_{Ar} \leq 45$ dB(A).

Nestes termos e pela análise do Quadro V, pode concluir-se que na configuração em análise (Posto de Corte de Abrantes, a 400 kV, sem condicionamento acústico da Reactância *Shunt*), se verifica o cumprimento do Critério de Incomodidade em todos os pontos de avaliação.

7. NOTA CONCLUSIVA

O presente Estudo de Condicionamento Acústico relativo ao Posto de Corte de Abrantes (400 kV) da REN, S.A. (400 kV), localizado no concelho de Abrantes, surgiu da necessidade de avaliação das condições acústicas de funcionamento desta instalação com 1 Reactância *Shunt* (400kV, 150 MVar) (Configuração com Ventilação Forçada) e LMAT associadas.

Assim, procedeu-se à identificação das principais fontes ruidosas do Posto de Corte de Abrantes (400 kV) e LMAT da REN, S.A., com o intuito de simular as condições acústicas resultantes do seu funcionamento, para avaliação da afectação acústica nos receptores sensíveis mais expostos ao ruído com origem no funcionamento das mesmas, tendo sido avaliados o *Critério da Exposição Máxima* (n.º 1 do Art.º 11.º Decreto-Lei n.º 9/2007) e o *Critério da Incomodidade* (Art.º 13.º do Decreto-Lei n.º 9/2007), junto do receptor referido.

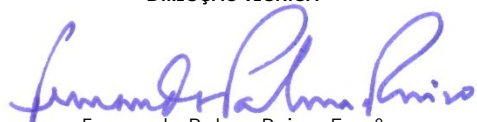
O **Critério da Exposição Máxima** ("zonas mistas": $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$; $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$) **é cumprido nos receptores mais expostos ao ruído do Posto de Corte em análise**, na configuração de funcionamento com uma Reactância *Shunt* (sem condicionamento acústico).

O **Critério de Incomodidade** ($L_{Ar} - L_{Aeq} \text{ (Ruído Residual)} \leq 5 \text{ dB(A)}$ em período diurno; $L_{Ar} - L_{Aeq} \text{ (Ruído Residual)} \leq 4 \text{ dB(A)}$ em período de entardecer; $L_{Ar} - L_{Aeq} \text{ (Ruído Residual)} \leq 3 \text{ dB(A)}$ em período nocturno) **é cumprido nos receptores mais expostos ao ruído do Posto de Corte em análise**, na configuração de funcionamento com uma Reactância *Shunt* (sem condicionamento acústico).

Tendo em conta a normal variabilidade das condições ambientais exteriores na zona, a confirmação das previsões e conclusões do presente estudo deverá ser efectuada através da monitorização dos níveis sonoros apercebidos no local de interesse, ao longo da vida útil do Posto de Corte.

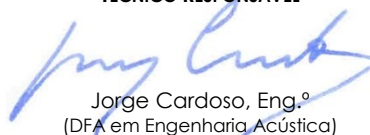
Sintra, 9 de Abril de 2024

DIRECÇÃO TÉCNICA



Fernando Palma Ruivo, Eng.º
(Especialista em Engenharia Acústica Pela Ordem dos Engenheiros)

CERTIPROJECTO, LDA
DEPARTAMENTO DE ACÚSTICA AMBIENTAL
TÉCNICO RESPONSÁVEL



Jorge Cardoso, Eng.º
(DFA em Engenharia Acústica)

Colaboração
Nuno Ferreira, Engenheiro
(DFA em Engenharia Acústica)
Luís Lobo, Engenheiro

ANEXO I: PEÇAS DESENHADAS

Figura 1 – Mapa de Ruído Particular do Poste Corte de Abrantes (400 kV) da REN, S.A. – Configuração Final com ventilação

ANEXO II: ANEXO TÉCNICO DE ACREDITAÇÃO



INSTITUTO PORTUGUÊS DE ACREDITAÇÃO

PORTUGUESE ACCREDITATION INSTITUTE

Rua António Gálvez, 2-4º 2829-513 CAPARICA Portugal
Tel +351.218 732 400
acredita@ipac.pt • www.ipac.pt

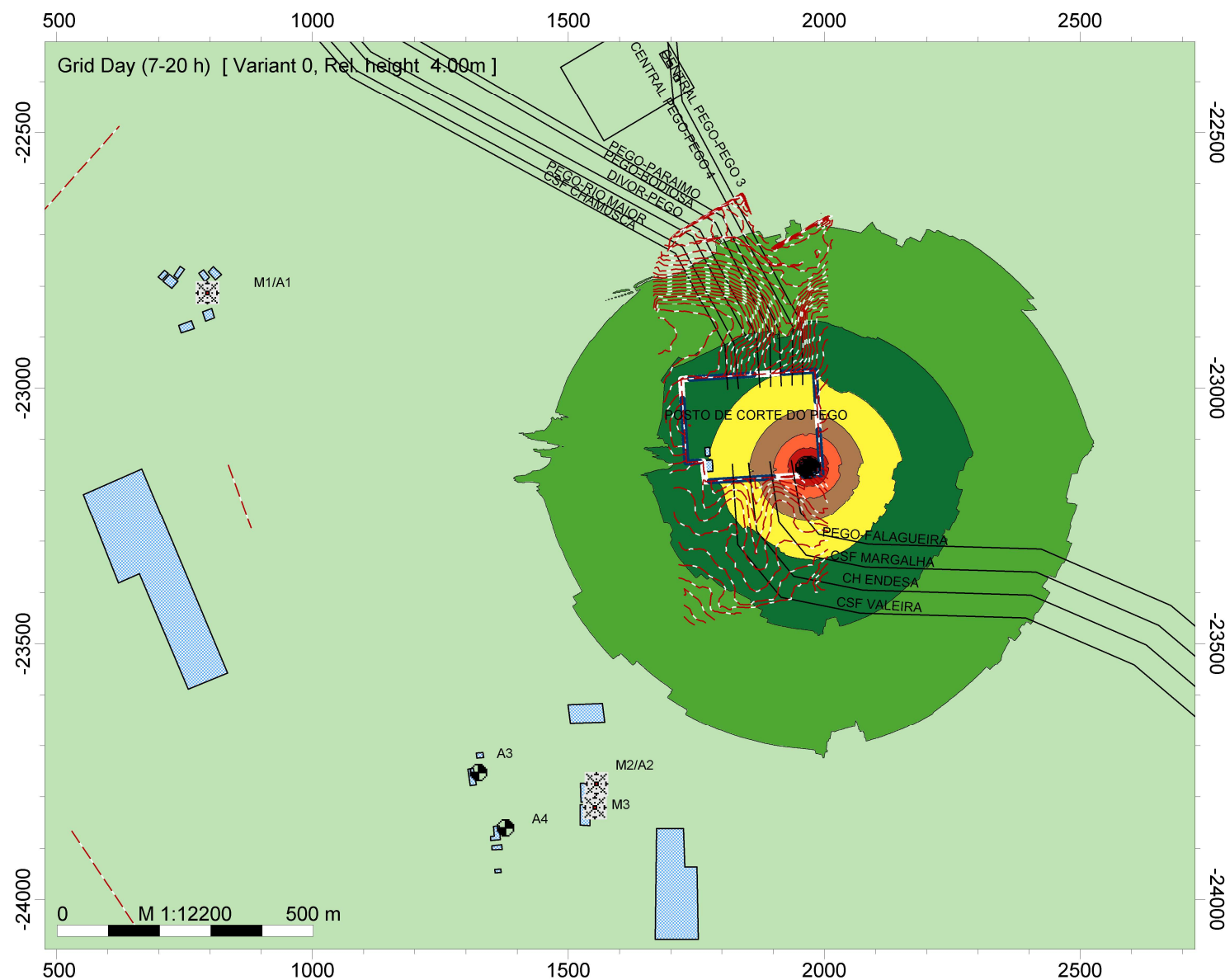
Anexo Técnico de Acreditação L0599-1
Accreditation Technical Annex

Certiprojecto-Arquitectos e Engenheiros Consultores, Lda
Certipro-Lab -Laboratório de Ensaios Acústicos e Vibráticos

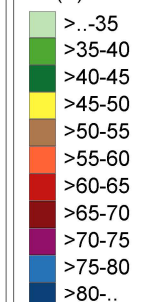
Nº Nr	Produto Product	Ensaio Test	Método de Ensaio Test Method	Categoria Category
ACÚSTICA E VIBRAÇÕES <i>ACOUSTICS AND VIBRATIONS</i>				
1	Acústica de Edifícios	Medição do isolamento a sons de percussão de pavimentos e determinação do índice de isolamento sonoro (excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m³)	NP EN ISO 16283-2:2020 NP EN ISO 717-2:2021	1
2	Acústica de Edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos de fachadas e elementos de fachada e determinação do índice de isolamento sonoro (excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m³). Método global com altifalante	NP EN ISO 16283-3:2017 NP EN ISO 717-1:2021	1
3	Acústica de Edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos de fachadas e elementos de fachada e determinação do índice de isolamento sonoro (excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m³). Método global com ruído de tráfego rodoviário	NP EN ISO 16283-3:2017 NP EN ISO 717-1:2021	1
4	Acústica de Edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos entre compartimentos e determinação do índice de isolamento sonoro (excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m³)	NP EN ISO 16283-1:2014 NP EN ISO 16283-1:2014/A1:2017 NP EN ISO 717-1:2021	1
5	Acústica de Edifícios	Medição do tempo de reverberação. Método da fonte interrompida (método de engenharia)	NP EN ISO 3382-2:2015	1
6	Acústica de Edifícios	Medição do tempo de reverberação. Método da resposta impulsiva integrada (método de engenharia)	NP EN ISO 3382-2:2015	1
7	Acústica de Edifícios	Medição dos níveis de pressão sonora de equipamentos de edifícios. Determinação do nível sonoro do ruído particular	NP EN ISO 16032:2009 Nota 4 do Documento LNEC 10 de julho de 2015	1
8	Ruído Ambiente	Medição dos níveis de pressão sonora. Critério de incomodidade	NP ISO 1996-1:2021 NP ISO 1996-2:2021 Proc. PT-SAA-01. Ed. O Anexo I do Decreto-Lei 9/2007	1
9	Ruído Ambiente	Medição dos níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro médio de longa duração	NP ISO 1996-1:2021 NP ISO 1996-2:2021 Proc. PT-SAA-01. Ed. O	1
10	Sala de espetáculos	Medição do tempo de reverberação. Método da fonte interrompida	NP EN ISO 3382-1:2016	1
FIM END				

Edição n.º 13 • Página 2 de 3

MAPA DE RUÍDO PARTICULAR DO POSTO DE CORTE DE ABRANTES DA REN, S.A. Configuração com uma Reactância *Shunt* (400 kv; 150 MVar) - Sem Condicionamento Acústico



Day (7-20 h)
Level
dB(A)



Legenda

- Posto de Corte de Abrantes
- Pontos de Avaliação
- Pontos Medicao Acústica/Avaliação
- Edifícios
- Reactância Shunt

REN, S.A.

Posto de Corte de Abrantes (400 kV;
150 MVar) (Não Integrando LMAT's)

Simulação da propagação sonora
do ruído, a 4 m de altura

Situação Futura - Configuração Final
com Ventilação

Indicadores de Ruído
Ld (07h-20h); Le (20h-23h); Ln (23h-
07h)

Norma de Cálculo - NP ISO 9613

Escala 1:12200

Figura n.º 1 (Abril de 2024)