Linha dupla Recarei – Feira / Feira – Paraimo, a 400kV (LRR.FRA/LFRA.PI)

PROJETO EXECUÇÃO - LICENCIAMENTO

Memória Descritiva

SAP	LNH-2009-0011
OBRA	3686
DATA	Novembro 2022

ÍNDICE

ÍNDICE **1**
LISTA DE PEÇAS DESENHADAS **3**
ANEXOS **4**
1 CONSIDERAÇÕES GERAIS **5**
1.1 OBJETO 5
1.2 LEGISLAÇÃO E NORMATIVOS 5
1.3 DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA 6
1.4 ELEMENTOS ESTRUTURAIS 6
2 DIRETRIZ DA LINHA **8**
2.1 LOCALIZAÇÃO 8
2.2 CRUZAMENTOS DE LINHAS ELÉTRICAS AT E MAT 9
2.3 TRAVESSIAS DE VIAS FÉRREAS 9
2.4 TRAVESSIAS DE ESTRADAS 9
2.5 TRAVESSIAS DE CURSOS DE ÁGUA 9
2.6 CRUZAMENTOS E PARALELISMOS COM LINHAS DE TELECOMUNICAÇÃO 9
2.7 CRUZAMENTOS E PARALELISMOS COM GASODUTOS 10
2.8 CRUZAMENTOS E PARALELISMOS COM ADUTORES 10
3 EQUIPAMENTO **11**
3.1 APOIOS 11
3.2 FUNDAÇÕES 11
3.2.1 Maciços 11
3.2.2 Circuito de Terra 12
3.3 CABOS 12
3.3.1 Tipo de Cabos utilizados 12
3.3.2 Acessórios 12
3.3.3 Amortecedores de Vibrações 13
3.3.4 Balizagem Aérea 14
3.3.5 Sinalização para Avifauna 15
3.4 CADEIAS DE ISOLADORES 15
3.4.1 Isoladores 15
3.4.2 Acessórios de Cadeias 16
3.4.3 Fixação à Estrutura 16
3.5 CONJUNTOS SINALÉTICOS 16
4 CÁLCULOS **17**
4.1 CÁLCULOS ELÉTRICOS 17

4.1.1 Coordenação de Isolamento 17
4.1.2 Capacidade de Transporte e Distâncias de Segurança 18
4.1.3 Parâmetros Elétricos 19
4.1.4 Índice Ceráunico 20
4.1.5 Campo Elétrico 20
4.1.6 Campo de Indução Magnética 21
4.1.7 Efeito Coroa 21
4.1.8 Ruído Acústico 22
4.1.9 Interferências Radioelétricas 22
4.1.10 Sobreaquecimento por corrente de Curto-Circuito 22
4.1.11 Tensão de Toque 23
5 SEGURANÇA E SAÚDE 23
6 QUALIDADE 24

LISTA DE PEÇAS DESENHADAS

Número	Designação	Nº folhas	Revisão
LD032730	Planta Geral – 1:25.000	1	0
LD032731	Plantas Parcelares – 1:2.000	8	0
LD032725	Perfil longitudinal e planta – 1:5.000 (folha 1 de 4)	1	0
LD032726	Perfil longitudinal e planta – 1:5.000 (folha 2 de 4)	1	0
LD032727	Perfil longitudinal e planta – 1:5.000 (folha 3 de 4)	1	0
LD032728	Perfil longitudinal e planta – 1:5.000 (folha 4 de 4)	1	0

ANEXOS

Designação	
A.1	Condições de Regulação dos Cabos
A.2	Perfis de Campo Eletromagnético Máximo por Vão
A.3	Perfis de Campo Eletromagnético Teórico Máximo
A.4	Ruído Acústico Interferências Radioelétricas Efeito Coroa
A.5	Elementos Gerais da Linha

1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 OBJETO

Para a integração na RNT das centrais do Programa Nacional De Barragens Com Elevado Potencial Hidroelétrico (PNBEPH) localizadas na zona do Alto Tâmega, cujo valor de potência instalada ascende a cerca de 1154 MW, foi previsto o estabelecimento de um novo eixo a 400kV ligando Vieira do Minho – Ribeira de Pena – Feira. Os postos de corte de Vieira do Minho e Ribeira de Pena e a subestação da Feira são instalações da RNT atualmente em serviço.

Atualmente a subestação da Feira só está interligada com a rede de 400 kV mediante uma linha dupla que permite a sua ligação às subestações de Recarei e de Lavos. Assim, no sentido de permitir uma melhor segurança no escoamento da nova produção de energia com origem na cascata do rio Tâmega, foi prevista a abertura da atual linha Recarei – Paraimo para a subestação da Feira, constituindo-se assim a Linha Recarei – Feira, a 400kV e a Linha Feira – Paraimo, a 400kV.

Para o efeito, o objeto do presente projeto é a construção de uma nova linha dupla entre a Subestação da Feira e os apoios 88 e 89 da atual Linha Recarei-Paraimo, a 400kV, o objeto deste estudo.

Este projeto está previsto no Plano de Desenvolvimento e Investimento da RNT 2012-2017 (2022), de julho de 2011.

1.2 LEGISLAÇÃO E NORMATIVOS

Nos aspetos técnicos regulamentares e/ou normativos, entre outros, observaram-se os seguintes no âmbito nacional:

Tabela 1 – Legislação e Normativos aplicáveis

Portaria 401/1976	Instrução dos pedidos de licença de instalações elétricas de serviço público
EN 50341-1	Overhead Electrical Lines Exceeding AC 1kV. Part 1: General Requirements. Common Specifications
EN 50341-3-17	National Normative Aspects (NNA) for Portugal
DR 1/92	Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão
	Guia de Coordenação de Isolamento da RNT (REN)
IEC 60479-1	Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects
Portaria 1421/2004, de 23 de Novembro	Restrições básicas e fixados os níveis de referência relativos à exposição da população a campos eletromagnéticos (0 Hz-300 GHz)

Tabela 1 – Legislação e Normativos aplicáveis

Decreto Lei nº 11/2018, de 15 de Fevereiro	Critérios de minimização e de monitorização da exposição da população a campos magnéticos, elétricos e eletromagnéticos que devem orientar a fase de planeamento e construção das novas linhas
CIA 10/03	Limitações em altura e balizagem de obstáculos artificiais à navegação aérea, Circular de Informação Aeronáutica
	Circulares dos Serviços de Hidráulica
Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro	Regulamento Geral do Ruído

1.3 DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA

As distâncias mínimas de segurança dos condutores aos obstáculos utilizadas no projeto respeitam o critério interno REN e garantem o disposto no RSLEAT e EN 50341-3-17, Tabela 2.

Tabela 2 – Distâncias mínimas de segurança.

Tipo de Obstáculo	**400 kV**	
	REN [m]	**RSLEAT [m]**
Solo	14,0	8,0
Árvores	8,0	5,0
Edifícios	8,0	6,0
Estradas	16,0	10,3
Vias Férreas Eletrificadas [1]	16,0	16,0
Outras linhas aéreas	7,0	6,5

Estas distâncias são garantidas para a condição de flecha máxima (condutores explorados em regime permanente a 85 °C) e na condição dos condutores desviados pelo vento (condutores explorados em regime permanente a 15 °C e expostos a metade do vento máximo).

1.4 ELEMENTOS ESTRUTURAIS

Do ponto de vista técnico, o projeto a que se refere a presente Memória, é constituído pelos elementos estruturais indicados na Tabela 3. Todos estes elementos são utilizados nas linhas da Rede Nacional de Transporte (RNT) e têm em comum as seguintes características:

Tabela 3 – Características Gerais da linha

Isoladores	Vidro temperado do tipo U160BS
Fundações dos apoios	Quatro maciços independentes em betão armado

[1] Para distâncias entre o ponto de cruzamento e o apoio mais próximo inferiores a 200 metros.

Tabela 3 – Características Gerais da linha

Circuitos de terra dos apoios	Dimensionados de acordo com as características dos locais de implantação dos apoios
Apoios	Apoios reticulados em aço das famílias “DL” e “EL” constituídos por estruturas metálicas treliçadas convencionais, construídas a partir de perfis L de abas iguais ligados entre si diretamente ou através de chapas de ligação e parafusos
Cabos Condutores	Dois cabos por fase do tipo ACSR 595 (ZAMBEZE)
Cabos de Guarda	Dois cabos de guarda, do tipo ACSR 153 - DORKING e/ou OPGW
Cadeias de Isoladores e Acessórios	Adequados aos escalões de corrente de defeito máxima de 50 kA

2 DIRETRIZ DA LINHA

O traçado da linha dupla a 400 kV que liga a Subestação de Feira à abertura da Linha Recarei – Paraimo, a 400 kV, tem uma extensão total de 12700 m ao longo de 37 apoios.

A Planta de Traçado representa o corredor e o traçado da linha à escala 1:2 000. Na Planta Geral indica-se a diretriz da linha à escala 1:25 000. Nos Perfis Longitudinais e Planta apresentam-se:

- A localização e especificação dos apoios;
- A posição dos condutores e dos cabos de guarda em todos os vãos, nas situações extremas de temperatura.

Quer os perfis quer as plantas contêm a representação de todos os obstáculos existentes sob os condutores ou na sua vizinhança, compreendida numa faixa mínima de 60 metros, centrada no eixo da linha.

A construção do troço de linha dupla Recarei – Feira / Feira – Paraimo, a 400kV, implica as seguintes modificações nas linhas existentes:

I. Linha Feira – Ribeira de Pena, a 400kV – construção de um novo apoio n.º 1 para alteração do pórtico de ligação à Subestação da Feira do pórtico 432 (existente) para o pórtico 442 (novo);

II. Linha Recarei – Paraimo, a 400kV – construção de dois novos apoios n.ºs 88 e 89 e abertura do circuito para o apoio 37 do troço de Linha Dupla Recarei – Feira / Feira – Paraimo, a 400kV. Implica a desmontagem dos atuais apoios 88 e 89.

2.1 LOCALIZAÇÃO

A listagem dos distritos, concelhos e freguesias onde se desenvolve o traçado está sistematizada na Tabela 4.

Tabela 4 – Carta Administrativa Oficial de Portugal

Distritos	Concelhos	Freguesias
Aveiro	Santa Maria da Feira	Romariz
		União das Freguesias de Caldas de São Jorge e Pigeiros
		Milheirós de Poiares
	Oliveira de Azeméis	Macieira de Sarnes
		União das Freguesias de Nogueira do Cravo e Pindelo
		Carregosa
		Ossela

2.2 CRUZAMENTOS DE LINHAS ELÉTRICAS AT E MAT

Tabela 5 – Cruzamentos com linhas elétricas de AT/MAT

Vão de Travessia	Designação	Distância mínima aos cabos (m)
P7-P8	Linha 60 kV	16,84
P9-P10	Linha 15 kV	29,5
P14-P15	2x Linha 15 kV	15,38
P20-P21	Linha 60 kV	12,34
P21-P22	Linha 15 kV	28,56
P22-P23	Linha 15 kV	27,98
P23-P24	Linha 15 kV	53,93
P24-P25	Linha 15 kV	33
P26-P27	Linha Dupla 60 kV	18,1
P27-P28	Linha 15 kV	66,1
P30-P31	2x Linha 15 kV	73,55
P36-P37	Linha 15 kV	21,45

2.3 TRAVESSIAS DE VIAS FÉRREAS

Não existem vias férreas atravessadas pelo traçado da linha.

2.4 TRAVESSIAS DE ESTRADAS

Tabela 6 – Cruzamentos com Vias Rodoviárias

Vão de Travessia	Designação	Distância mínima aos cabos (m)
P5-P6	Estrada Municipal 514	24,27
P7-P8	Caminho Municipal 1086	51,64
P14-P15	Estrada Municipal 628	45,98
P19-P20	Estrada Nacional 327	62,44
P24-P25	Nó de acesso A32	48,55
P30-P31	Estrada Nacional 227 / Nó de Acesso A32	53,71

2.5 TRAVESSIAS DE CURSOS DE ÁGUA

Tabela 7 – Cruzamentos com cursos de Água

Vão de Travessia	Designação
P14-P15	Rio Antuã
P30-P31	Rio Ínsua

2.6 CRUZAMENTOS E PARALELISMOS COM LINHAS DE TELECOMUNICAÇÃO

Não foram identificadas linhas de telecomunicações no traçado da linha.

2.7 CRUZAMENTOS E PARALELISMOS COM GASODUTOS

Não foram identificados cruzamentos com gasodutos.

2.8 CRUZAMENTOS E PARALELISMOS COM ADUTORES

Não foram identificados cruzamentos com adutores.

3 EQUIPAMENTO

3.1 APOIOS

Os apoios da família DL, EL e YR utilizados nesta linha já se encontram licenciados como elementos tipo das linhas da RNT.

Os apoios são constituídos por estruturas metálicas treliçadas convencionais, constituídas por perfis L de aço tipo S355JO de abas iguais, ligados entre si diretamente ou através de chapas de ligação e parafusos. Os parafusos são de classe 8.8 de rosca métrica, segundo norma DIN 7990, normalização adotada em regra na Europa com a vantagem de possuir uma gama de espigões de comprimentos bem-adaptados para a utilização em estruturas metálicas e em apoios de linhas elétricas em particular.

3.2 FUNDAÇÕES

As fundações DRE utilizadas nesta linha foram já licenciadas conjuntamente com os apoios, como elementos tipo das linhas da RNT.

3.2.1 Maciços

De um modo genérico, os apoios das estruturas metálicas constituem-se por fundações diretas constituídas por quatro maciços de betão armado independentes, com sapata e chaminé prismática.

Conforme estipula o RSLEAT as fundações associadas aos apoios da linha são dimensionadas para os mais elevados esforços que lhe são comunicados pela estrutura metálica, considerando todas as combinações regulamentares de ações. O dimensionamento destas fundações é, por sua vez, dependente das condições geotécnicas do terreno onde são implantadas.

Assim, por defeito, as fundações são definidas para condições “médias” de terreno correspondentes a uma caracterização tipo de “areia fina e média até 1 mm de diâmetro de grão” a que correspondem as seguintes características:

- Massa Volúmica = 1600 kg/m^3;
- Ângulo de Atrito (“Talude Natural”) = 30 a 32º;
- Pressão Admissível = 100 a 400 kPa.

Quanto aos materiais a aplicar nas fundações, correspondem as seguintes características:

- Betão da classe C30/37;
- Aço em armaduras da classe A500NR.

As fundações dos apoios são dimensionadas à tração (“arrancamento”), na generalidade dos casos abrangidos pelas condições “médias” de terreno, pelo método do peso de terreno estabilizante e desprezando a contribuição da força de atrito do terreno.

Na fase de piquetagem da linha são detetadas as situações que serão objeto de dimensionamento específico do ponto de vista geométrico e geotécnico. No primeiro caso trata-se de adaptar o apoio ao terreno utilizando pernas desniveladas ou maciços de configuração especial, no segundo caso trata-se de verificar e/ou redimensionar os maciços face aos valores que as grandezas acima referidas apresentam nos locais de implantação.

3.2.2 Circuito de Terra

A configuração tipo de elétrodos de terra que se preconiza utilizar é, em todos os sistemas apoios/fundações, de quatro estacas, anel de interligação e respetivos cabos de cobre de ligação à estrutura.

Os elétrodos de terra são estacas de "Copperweld" de 16 mm de diâmetro e 2,1 m de comprimento, enterradas na vertical uma em cada um dos cantos exteriores do conjunto de caboucos devendo os seus topos estar a uma profundidade mínima de 0,8 metros.

Os cabos que interligam os elétrodos de terra às cantoneiras das bases, são de cobre nu de 50 mm2. O cabo é ligado à cantoneira e às estacas por intermédio de ligadores apropriados, procurando-se sempre um permanente bom contacto e de baixa resistência. Os ligadores a utilizar nestes casos são adequados aos tipos de materiais em contacto e proporcionam boa continuidade elétrica.

3.3 CABOS

3.3.1 Tipo de Cabos utilizados

- **Cabos Condutores:**
  400 kV: 2 x ACSR 595 (ZAMBEZE)
- **Cabos de Guarda**:
  ACSR 153 (DORKING)
  OPGW

3.3.2 Acessórios

Os acessórios de fixação (pinças de amarração e de suspensão), os de reparação (uniões e mangas de reparação) e os separadores amortecedores estão dimensionados para as ações

mecânicas transmitidas pelos cabos e para os efeitos térmicos resultantes do escalão de corrente de defeito máxima de 50kA.

As uniões e pinças de amarração dos cabos ACSR 595 (ZAMBEZE) e ACSR 153 (DORKING) são do tipo compressão, constituídas por um tubo de aço que se comprime sobre a alma de aço e por um tubo de alumínio que se comprime na superfície do cabo condutor. Qualquer destes acessórios tem uma carga de rotura não inferior à dos cabos, e particularmente as uniões garantem aquela carga simultaneamente com uma resistência elétrica inferior a um troço de cabo de igual comprimento. Os valores de dimensionamento conduzem assim a uma carga última de rotura destes acessórios não inferior a 150 kN e temperatura final do material abaixo do limite térmico para correntes de 50 kA durante 0,5s.

A amarração do OPGW realiza-se sem corte do cabo e através de um conjunto de varetas pré formadas que fornecem o necessário aperto.

As pinças de suspensão para fixação dos condutores e cabos de guarda nos apoios de suspensão são do tipo AGS - Armour Grip Suspension. As pinças deste tipo, normalizadas nas linhas da RNT., fixam o cabo através de um sistema de varetas helicoidais pré formadas e de uma manga de neopreno, apresentando características particularmente favoráveis no que diz respeito à redução ou eliminação de danos causados aos fios que formam o cabo na zona de fixação, em resultado de fadiga causada por vibrações eólicas.

3.3.3 Amortecedores de Vibrações

Consideram-se aqui os problemas de fadiga causada por vibrações eólicas sobre os fios dos cabos, uma vez que este problema não se coloca em relação aos apoios (estes têm uma frequência própria de vibração muito baixa). Apesar das conhecidas características redutoras de danos de fadiga nos cabos condutores associadas ao uso de pinças de suspensão AGS, tanto estes como os cabos de guarda estão sujeitos a regimes de vibrações eólicas, que exigem a adoção de sistemas especiais de amortecimento das mesmas. Alguns fatores determinam o comportamento dos cabos nestas circunstâncias:

- Características de inércia (massa) e de elasticidade;
- Características dos acessórios de fixação dos cabos;
- Tensão mecânica de esticamento;
- Geometria dos vãos;
- Regime dos ventos (geralmente os regimes de rajada que condicionam as trações máximas sobre cabos e estruturas, não produzem fadiga nos cabos; são neste caso os regimes lamelares de velocidade baixa/média que produzem as vibrações de mais

alta frequência que conduzem a problemas de fadiga mecânica; os terrenos de baixa rugosidade oferecem em geral as condições topográficas para a ocorrência deste tipo de ventos).

A modelização matemática deste fenómeno, com a intenção de produzir resultados generalizáveis a todas as circunstâncias de projeto é bastante complexa e uma perspetiva de cálculo caso a caso não é prática. De um modo geral, em função da parametrização das grandezas acima referidas, são projetados amortecedores, cujas características de inércia e elásticas permitem o amortecimento num espectro relativamente largo de frequências na gama das expectáveis. A geometria de colocação no vão é geralmente definida através de regras empíricas e de uma análise estatística baseada numa amostragem significativa de ensaios, medidas laboratoriais e experiência de utilização.

Assim, para este projeto, a colocação de amortecedores será efetuada após a regulação dos cabos e com base em estudos específicos a realizar pelo fornecedor destes equipamentos.

Os separadores com um comprimento de 400mm, deverão estar equipados com neoprene de boa qualidade e efeito anti-serrante nas maxilas de fixação e, caso o estudo anteriormente referido assim o indique, possuir características de amortecimento.

3.3.4 Balizagem Aérea

3.3.4.1 Balizagem Diurna

De acordo com as disposições contidas na circular da ANAC CIA n.º 10/03 de maio 2003, a balizagem diurna dos cabos de guarda será feita através de bolas alternadamente de cor branca e laranja internacional, com um diâmetro mínimo de 600mm espaçadas de 60m e dispostas em ziguezague, sensivelmente segundo o plano horizontal. Deste modo, as projeções ortogonais das bolas nos 2 cabos, sobre um plano vertical paralelo à linha, ficarão a 30m umas das outras.

A balizagem diurna dos apoios consiste na pintura às faixas, de cor alternadamente vermelha ou laranja internacional e branca. As faixas a pintar correspondem a troços modulares das estruturas por forma a realçar a sua forma e dimensões. As faixas extremas são pintadas na cor vermelha ou laranja internacional.

A posição e quantidade de esferas de sinalização a instalar nos cabos de guarda assim como os apoios a sinalizar encontram-se indicados nos elementos gerais e nas peças desenhadas “Perfil longitudinal e planta”.

3.3.4.2 Balizagem luminosa

De acordo com as disposições contidas na circular da ANAC CIA n.º 10/03 de maio 2003, e considerando que a linha não cruza AE's, IP's ou IC's nem afeta as respetivas zonas "non aedificandi", não foi considerada a aplicação de balizagem luminosa.

3.3.5 Sinalização para Avifauna

De acordo com o Estudo de Impacte Ambiental, foi identificada a necessidade de instalação de sinalização salva-pássaros (BFD) nos seguintes vãos e com o correspondente espaçamento indicado:

Tabela 8 – Instalação de BFD

Distância entre Sinalizadores	Troços
Montagem de BFD de 20 em 20 metros em cada cabo de terra, dispostos alternadamente, o que em perfil resultará num espaçamento de 10 em 10 metros.	P6-P7 P11-P12 P16-P17

Os dispositivos são de fixação dupla com 35cm de diâmetro e 1m de comprimento. Nos Perfis Longitudinais e Planta da linha estão indicados os vãos e respetivos cabos que deverão ser balizados.

3.4 CADEIAS DE ISOLADORES

3.4.1 Isoladores

Neste projeto são utilizados isoladores em vidro temperado do tipo "U160BS" com 160 kN de carga de rotura em todos os apoios e nas ligações ao pórtico da subestação.

A escolha do nível de severidade de poluição que os isoladores devem suportar teve por base a zona de implantação do projeto caracterizada no Guia de Coordenação de Isolamento por um nível de poluição ligeira/média.

Para as zonas de poluição ligeira/média a linha de fuga a considerar é de 20 mm/kV (tensão mais elevada)(2), de acordo com o que se define a composição adequada para os diferentes tipos de cadeias em função da distância à subestação (entenda-se subestação da RNT), a saber:

[2] Vd. Norma CEI-60815.

Tabela 9 – Cadeias de Isoladores

Tensão Nominal	Função da Cadeia Isoladores	Tipo e Quantidade Isoladores	Desenho
400kV	Cadeias de amarração Dupla (pórticos das subestações)	2 x 23 U160BS	PL 10192
	Cadeias de amarração Dupla	2 x 23 U160BS	PL 10193
	Cadeias de suspensão dupla	2 x 23 U160BS	PL 10198
	Cadeias de suspensão em “A”	2 x 23 U160BS	PL 10207

Devido ao ângulo de saída dos cabos em dois apoios de suspensão, P29 e P32, previu-se a colocação de cadeias de suspensão em “A”.

No painel da linha serão instalados descarregadores de sobretensão pelo que não será necessário instalar hastes de descarga nas cadeias de amarração aos pórticos.

3.4.2 Acessórios de Cadeias

Os acessórios estão bem adaptados ao escalão de corrente de defeito de 50 kA, durante 0,5 s, sendo a densidade de corrente máxima de 70 A/mm2 para os acessórios das cadeias e de 75A/mm2 para os dispositivos de proteção.

As hastes de guarda nas cadeias de amarração e suspensão com isoladores para Icc > 20kA são em varão de aço de ∅ 25 mm, e os anéis de descarga são em tubo de aço de ∅ 60 mm, com uma secção mínima de 500 mm2 e uma abertura de 50 mm.

Os dispositivos de proteção são dispostos de modo a proteger os isoladores do arco obrigando-o a manter-se afastado destes.

3.4.3 Fixação à Estrutura

Os conjuntos de cadeia quer dos condutores quer dos cabos de guarda são fixados à estrutura através de um sistema de caixa e charneira, o qual oferece uma resistência de contacto favorável em comparação com os sistemas de fixação com acessórios de perfil redondo.

A adoção deste sistema resultou da experiência de exploração e de ensaios específicos para o efeito.

No caso dos cabos OPGW os apoios com derivação dos circuitos óticos (e que portanto têm uma amarração do OPGW) terão um sistema de “shunt” a assegurar a ligação à estrutura de forma franca, de modo a evitar quaisquer sobreaquecimentos na zona de derivação em resultado de correntes de defeito.

3.5 CONJUNTOS SINALÉTICOS

Em cada apoio existirá sinalização claramente visível do solo constante de:

- Chapa de sinalização ou de advertência com o texto “PERIGO DE MORTE” e o n.º de ordem do apoio na linha;
- Chapa de identificação com o nome (sigla) da linha e o n.º de telefone do departamento responsável;

Adicionalmente em todos os apoios localizados junto de vias de comunicação e zonas urbanas, serão equipados com placas sinaléticas serão instaladas chapas de sinalização para visualização aérea, nos apoios cuja numeração seja múltipla de dez de acordo com a ET DCS05.

4 CÁLCULOS

4.1 CÁLCULOS ELÉTRICOS

4.1.1 Coordenação de Isolamento

De acordo com o Guia de Coordenação de Isolamento, a coordenação de isolamento entre os vários elementos constituintes da linha e dos painéis de ligação nas subestações terminais é obtida considerando:

1. Descarregadores de sobretensões instalados nos painéis de linha das subestações terminais que substituem as hastes de descarga nas cadeias de amarração da linha aos pórticos da subestação, sendo estas removidas.
2. Nível de isolamento das cadeias de isoladores nos apoios da linha indicados na Tabela 10.

Tabela 10 – Nível de isolamento de cadeias de isoladores.

	Circuitos de 400 kV
Tensão suportável ao choque atmosférico (kV_{pico})	1425
Tensão suportável à frequência industrial (kV_{pico})	1050

3. Para os níveis de isolamento definidos na Tabela 10 utilizam-se as distâncias mínimas indicadas na Tabela 11.

Tabela 11 – Valores de distância mínima peças em tensão-estrutura.

Circuitos	**Intervalo de ar entre hastes de descarga (m)**	**Distância mínima de peças em tensão-estrutura (m)**	
		s/vento	**c/vento**
400 kV	2,828	3,11	2,60
	2,882	3,17	2,60

Foi assumida uma relação dos ângulos de oscilação das cadeias de suspensão na situação convencionalmente utilizada para verificação dos desvios máximos definidos pelo cumprimento das distâncias da Tabela 11 à temperatura de 15ºC e expostos a metade do vento máximo.

4.1.2 Capacidade de Transporte e Distâncias de Segurança

As distâncias mínimas de segurança dos condutores aos obstáculos utilizadas no projeto respeitam o critério interno REN e garantem o disposto no RSLEAT e EN 50341-3-17, Tabela 12.

Tabela 12 – Distâncias mínimas de segurança.

Tipo de Obstáculo	400 kV	
	REN [m]	RSLEAT [m]
Solo	14,0	8,0
Árvores	8,0	5,0
Edifícios	8,0	6,0
Estradas	16,0	10,3
Vias Férreas Eletrificadas[3]	16,0	16,0
Outras linhas aéreas[1]	7,0	6,5

Estas distâncias são garantidas para a condição de flecha máxima (condutores explorados em regime permanente a 85 °C) e na condição dos condutores desviados pelo vento (condutores explorados em regime permanente a 15 °C e expostos a metade do vento máximo).

A ampacidade dos condutores foi calculada utilizando o modelo de Kuipers-Brown4, que considera o equilíbrio térmico nos condutores, resultante do efeito de Joule e da interação térmica com o meio envolvente. A ampacidade é calculada para os períodos convencionados na Tabela 13.

Tabela 13 – Períodos e condições ambientais considerados para a determinação da ampacidade da linha.

Período	Temperatura máxima do condutor	Temperatura Ambiente	Radiação Solar	Vento
Período de Verão (15 de Abril a 15 de Outubro):	85ºC	30ºC	1000w/m^2	0.6m/s
Período de Inverno (16 de Outubro a 14 de Abril):	85ºC	15ºC	1000w/m^2	0.6m/s

[3] Para distâncias entre o ponto de cruzamento e o apoio mais próximo inferiores a 200 metros.

[4] CIGRE Brochure 207 Agosto 2002

A Tabela 14 apresenta os valores de ampacidade e a respetiva capacidade máxima de transporte da linha para os dois períodos convencionados.

Tabela 14 – Capacidade de Transporte

Condutor	Circuito	Inverno		Verão	
		Ampacidade (A)	Capacidade de Transporte (MVA)	Ampacidade (A)	Capacidade de Transporte (MVA)
2 x ACSR 595 (Zambeze)	400 kV	2x1340	1857	2x1116	1546
	400 kV	2x1340	1857	2x1116	1546

4.1.3 Parâmetros Elétricos

As componentes simétricas dos parâmetros elétricos da linha estão apresentados na Tabela 13 e na Tabela 14. Estes foram calculados tendo presente as características elétricas dos condutores e do solo e a geometria da disposição dos condutores entre si e do solo.

O perfil do valor da resistividade do solo, apresentado na Figura 1, foi produzido a partir do mapa de resistividades do solo do RL 08/60 – DED5.

Tabela 15 – Parâmetros Elétricos diretos

Linha	Início	Fim	R (Ω)	X (Ω)	Y (µS)
LRR.FRA (400kV)	SFRA (P422)	P37 (LRR.PI)	0.40	3.92	45.51
LFRA.PI (400kV)	P2	P37 (LRR.PI)	0.41	3.98	46.26

Tabela 16 – Parâmetros Elétricos homopolares

Linha	Início	Fim	R (Ω)	X (Ω)	Y (µS)	Rm (Ω)	Xm (Ω)
LRR.FRA (400kV)	SFRA (P422)	P37 (LRR.PI)	2.22	17.54	23.87	1.81	12.36
LFRA.PI (400kV)	P2	P37 (LRR.PI)	2.26	17.85	23.89	1.82	12.35

[5] LABELEC, - Mapa de resistividades do solo de Portugal Continental – Caracterização geoelétrica das principais formações geológicas

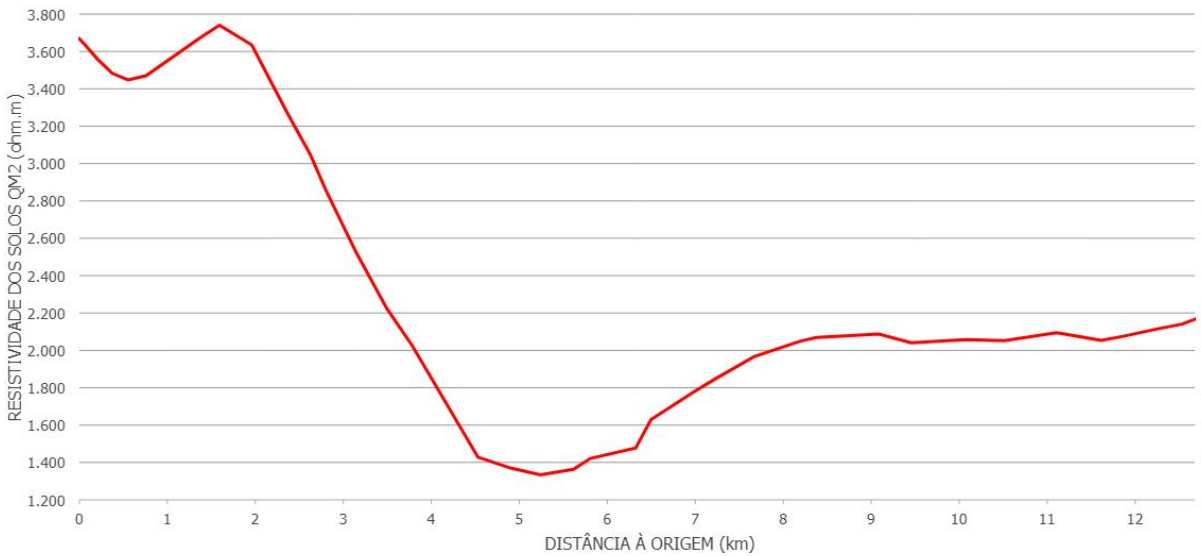


Figura 1 - Perfil de resistividade do solo ao longo do traçado da linha a 1.5 m de profundidade.

4.1.4 Índice Ceráunico

Na Figura 2 apresenta-se o perfil do número médio anual de descargas atmosféricas ao longo do traçado da linha, considerando uma largura de 400 m centrada no seu eixo. O número médio espectável de descargas atmosféricas incidentes na vizinhança da linha por ano é de 1,8125.

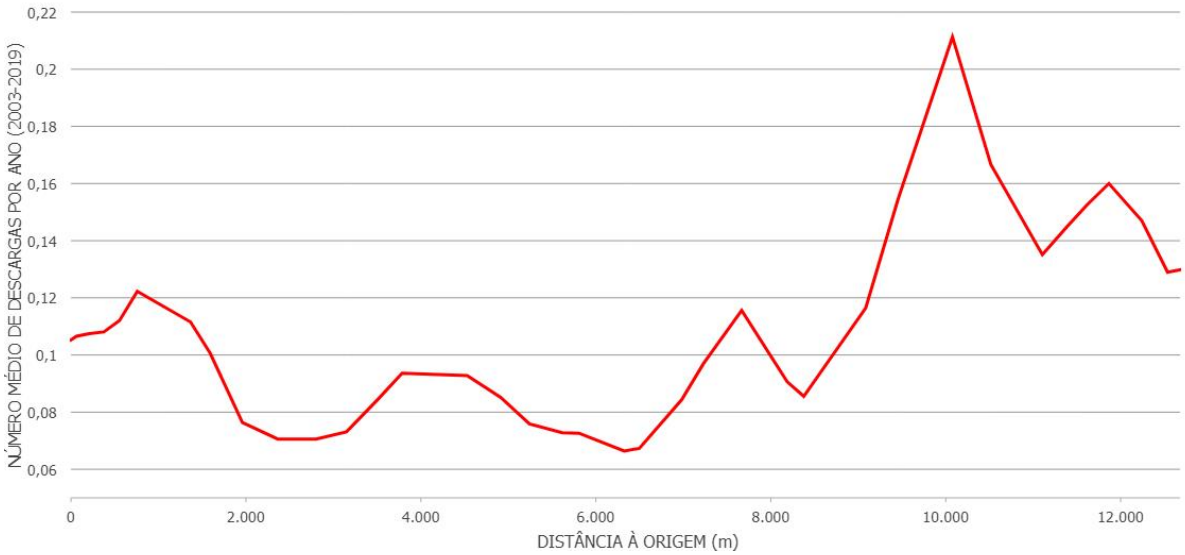


Figura 2 – Perfil da média anual de descargas atmosféricas ao longo da linha

4.1.5 Campo Elétrico

O cálculo do campo elétrico gerado pela linha foi realizado tendo em consideração a disposição geométrica dos cabos e solo e a tensão máxima de exploração da linha.

No anexo A.2 apresentam-se os perfis transversais do campo elétrico a 1,8 m do solo, calculado nos pontos de máxima aproximação dos condutores ao solo em cada vão.

No anexo A.3 apresentam-se os perfis de campo elétrico considerando a altura mínima ao solo regulamentar e a geometria típica dos apoios desta linha.

Os valores de campo elétrico calculados são inferiores ao valor de referência de 5 kV/m estabelecido na Portaria nº 1421/2004 de 23 de novembro.

4.1.6 Campo de Indução Magnética

O cálculo do campo de indução magnética gerado pela linha foi realizado tendo em consideração a disposição geométrica dos cabos e solo e a corrente máxima de exploração da linha.

No anexo A.2 apresentam-se os perfis transversais do campo de indução magnética a 1,8 m do solo, calculado nos pontos de máxima aproximação dos condutores ao solo em cada vão.

No anexo A.3 apresentam-se os perfis de campo de indução magnética considerando a altura mínima ao solo regulamentar e a geometria típica dos apoios desta linha.

Os valores de campo elétrico calculados são inferiores ao valor de referência de 100 µT estabelecido na Portaria nº 1421/2004 de 23 de novembro.

4.1.7 Efeito Coroa

O campo elétrico crítico à superfície dos condutores, limiar para o surgimento do efeito coroa, foi calculado pela expressão de PEEK6., que depende da geometria do feixe dos condutores e de parâmetros atmosféricos que afetam as condições de ionização do ar.

O cálculo do campo elétrico máximo na superfície dos condutores foi feito com base na disposição geométrica e constituição dos feixes condutores, considerando a distância mínima de segurança dos cabos ao solo, Tabela 11.

No anexo A.3 apresenta-se o valor do campo elétrico máximo à superfície dos condutores e uma estimativa das perdas por efeito coroa, à tensão nominal.

[6] Peek, F.W. (1929). Dielectric Phenomena in High Voltage Engineering. McGraw-Hill.

4.1.8 Ruído Acústico

No anexo A.4 apresentam-se os valores do nível do ruído acústico de pico e de longa duração a partir do eixo da linha, para a tensão nominal e para a distância mínima regulamentar dos cabos ao solo.

4.1.9 Interferências Radioelétricas

No anexo A.4 apresentam-se também os valores do nível de ruído de rádio interferência.

De acordo com o CISPR7 o nível de ruído interferente, a 15 m do condutor exterior, para as linhas de tensão 400 kV deve ser inferior a 53 dB, com bom tempo.

4.1.10 Sobreaquecimento por corrente de Curto-Circuito

A solução técnica global de linha a 400 kV aqui adotada é adequada para correntes de defeito até 50 kA, quer no que diz respeito aos condutores quer aos cabos de guarda.

No caso em análise e admitindo que a corrente se reparte de forma igual por ambos os condutores do feixe, cada condutor ACSR 595 (ZAMBEZE) deverá suportar correntes de defeito até 23,75 kA – 0,5 s. Admitindo como condição inicial a temperatura de regime permanente de 75°C e que cada cabo terá de suportar 23,75kA, a temperatura final do cabo será da ordem dos 83ºC para uma duração de defeito de 0,5s, o que não introduz quaisquer limitações em termos de segurança uma vez que a linha está projetada para distâncias de segurança que compensam os aumentos de flecha nesta eventualidade. Além disso, neste caso a temperatura final após curto-circuito é inferior a temperatura de flecha máxima (85°C), para a qual são verificadas as distâncias de segurança.

Relativamente ao ACSR 153 (DORKING) ou OPGW equivalente, um só cabo de guarda pode suportar correntes de defeito até 18,75 kA – 0,5 s (para uma temperatura máxima da componente em alumínio do cabo de 200ºC). Recorrendo novamente ao modelo de cálculo apresentado, considerando como condição inicial a temperatura máxima de regime permanente de 33°C, admitindo que a corrente de curto-circuito se distribui uniformemente pelos dois cabos de guarda e que 25% da mesma é conduzida pelo poste para a terra, ou seja, que cada cabo terá de suportar 18,75kA, a temperatura final do cabo de guarda será da ordem dos 133ºC para uma duração de defeito de 0,5s.

[7] Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques

4.1.11 Tensão de Toque

Os apoios da linha serão estabelecidos em zonas pouco frequentadas e não frequentadas, não obstante, o tipo de configuração que se preconiza para o circuito de terra dos apoios nestas zonas, encontra-se descrito no ponto 3.2.2.

De acordo com a EN 50341-3-17, para zonas pouco e não frequentadas, considerando tempos de eliminação de defeito < 0,5s, não existe qualquer valor limite para a tensão de toque.

Deverá ser garantido o valor de resistência de terra menor que 15 Ω, recomendado no Guia de Coordenação de Isolamento, para o primeiro troço de 1 km junto das subestações terminais, procurando-se deste modo diminuir a probabilidade de contornamentos por arco de retorno.

5 SEGURANÇA E SAÚDE

A fim de garantir a segurança e a proteção da saúde de todos os intervenientes na fase de obra, bem como em outras intervenções posteriores, o projeto teve em conta os princípios gerais de prevenção de riscos profissionais consagrados no regime aplicável em matéria de segurança, higiene e saúde no trabalho.

Será elaborado, durante a fase do projeto, o plano de segurança e saúde (PSS), conforme Decreto-Lei n.º 273/2003 de 29 de outubro, para garantir a segurança e a saúde de todos os intervenientes no estaleiro. O documento reunirá informação relevante em matéria de segurança e saúde que se mostre adequada à redução do risco de ocorrência de acidentes, identificando os riscos inerentes ao desenvolvimento das diversas atividades e propondo soluções que os eliminem ou minimizem, cumprindo a legislação aplicável.

Se a elaboração do projeto se desenvolver em diversas fases e em períodos sucessivos, o PSS deve ser reformulado em função da evolução do projeto.

Os trabalhos de ampliação/remodelação vão decorrer com a instalação em serviço, pelo que, na fase de execução, há o risco de contactos acidentais com equipamentos em tensão. As zonas onde irão decorrer os trabalhos e os respetivos acessos serão delimitadas e protegidas adequadamente, respeitando a legislação aplicável e as regras de segurança internas da REN.

O PSS será, obrigatoriamente, revisto e adaptado na fase inicial de construção, com o objetivo de traduzir em pormenor as técnicas e os meios construtivos que efetivamente vierem a ser utilizados.

6 QUALIDADE

Na realização das fases de projeto e construção serão observadas quer as normas nacionais, europeias e internacionais (IEC) de âmbito eletrotécnico, quer as normas e procedimentos decorrentes do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) em vigor na REN, conforme norma NP EN ISO 9001, e em particular o Plano de Qualidade relativo a esta obra.

Com a conclusão deste projeto, será elaborada uma lista de Comprovação, na qual será traduzida a Conformidade do Projeto com o SGQ.

Novembro de 2022

Pela Especialidade de Linhas

Elaborado por

Assinado por: **VÍTOR MANUEL DE ALMEIDA FERNANDES**
Num. de Identificação: 09797442
Data: 2022.12.05 11:39:06+00'00'

Vitor Manuel de Almeida Fernandes

Aprovado por

O TÉCNICO RESPONSÁVEL

André Quaresma dos Santos
Ordem Eng^{os} nº 41259 (Região Sul)

ANEXO A.1 - CONDIÇÕES DE REGULAÇÃO DOS CABOS

REN - Rede Eléctrica Nacional

Projecto

OBRA: Linha Feira-Ribeira de Pena

Tensão: 400 kV

DATA: 2022/set/26

CABO: ZEBRA

Densidade do gelo: 0,9

Cantão	VÃO	ESTADO INICIAL					ESTADO FINAL 1		ESTADO FINAL 2			Estado Final 3		Estado Final 4		Estado Final 5		P_{CC} / P_{CG}	CR (daN)
							temp. ºC	P. Vento [Pa]	temp. ºC	P. Vento [Pa]	M. gelo (mm)	temp. ºC	P. Vento [Pa]	temp. ºC	P. Vento [Pa]	temp. ºC	P. Vento [Pa]		
Ref.	Equ.						-5	420	15	1050	0	40	0	85	0	**15**	**0**		12849
	(m)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**temp.** ºC	**P. Vento** Pa	**M. gelo** (mm)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Tc** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)		EDS/CR %
PAL 442-P1 (LFRARBP)	67,2	500	806	15	0	0	637	1125	470	1136	1137	398	642	306	493	500	806		6,273
P1 (LFRARBP)-P2 (LFRARBP)	139,2	1100	1 773	15	0	0	1330	2349	977	2363	2365	880	1419	669	1078	1100	1773		13,800

REN - Rede Eléctrica Nacional	OBRA: Linha Feira-Ribeira de Pena	
Projecto	Tensão 400 kV	DATA: 2022/set/26

CABO: DORKING Densidade do gelo: 0,9

Cantão	VÃO	ESTADO INICIAL					ESTADO FINAL 1		ESTADO FINAL 2			Estado Final 3		Estado Final 4		Estado Final 5		P_{CC}	CR
							temp.	P. Vento	temp.	P. Vento		temp.	P. Vento	Sem Sobrecarga		temp.	P. Vento	/	(daN)
							ºC	(Pa)	ºC	(Pa)		ºC	(Pa)	temp.ºC	Pv (Pa)	ºC	(Pa)		
Ref.	Equiv.						40	0	-5	420		15	1050	85	0	**15**	**0**	P_{CG}	7708
	(m)	**Param.**	**To**	temp.	P. Vento	M. gelo	**Param.**	**To**	**Param.**	**To**	M. gelo	**Param.**	**To**	**Param.**	**To**	**Param.**	**To**		EDS/CR
		(m)	(daN)	ºC	Pa	(mm)	(m)	(daN)	(m)	(daN)	(mm)	(m)	(daN)	(m)	(daN)	(m)	(daN)	(<0,85)	%
PAL 442-P1 (LFRARBP)	67,2	550	394	15	0	0	443	318	673	**553**		497	615	343	246	550	394	0,91	5,1
P1 (LFRARBP)-P2 (LFRARBP)	139,2	1350	968	15	0	0	1073	769	1557	1281		1089	1347	799	573	1350	968	0,81	12,6

REN - Rede Eléctrica Nacional	OBRA: Linha dupla Recarei – Feira / Feira – Paraimo	
Projecto	Tensão: 400 kV	DATA: 2022/set/26

CABO: ZAMBEZE Densidade do gelo: 0,9

Cantão	VÃO	ESTADO INICIAL					ESTADO FINAL 1		ESTADO FINAL 2			Estado Final 3		Estado Final 4		Estado Final 5		P_{CC} / P_{CG}	CR (daN)
							temp. ºC	P. Vento [Pa]	temp. ºC	P. Vento [Pa]	M. gelo (mm)	temp. ºC	P. Vento [Pa]	temp. ºC	P. Vento [Pa]	temp. ºC	P. Vento [Pa]		
Ref.	Equ.						-5	420	15	1050	0	40	0	85	0	**15**	**0**		11967
	(m)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**temp.** ºC	**P. Vento** Pa	**M. gelo** (mm)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Tc** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)		EDS/CR %
AL 422 (SFRA	63,0	500	885	15	0	0	680	1322	466	1247	1248	382	676	285	504	500	885		7,395
1-2	146,5	1100	1 947	15	0	0	1343	2609	983	2628	2631	878	1553	667	1180	1100	1947		16,270
2-3	166,1	1464	2 592	15	0	0	1795	3487	1247	3334	3337	1128	1997	820	1452	1464	2592		21,658
3-4	178,9	1450	2 567	15	0	0	1747	3395	1254	3351	3354	1145	2027	854	1511	1450	2567		21,446
4-5	203,9	1470	2 602	15	0	0	1725	3351	1293	3458	3461	1201	2126	926	1639	1470	2602		21,742
5-7	532,2	1440	2 549	15	0	0	1484	2883	1400	3743	3766	1380	2443	1289	2281	1440	2549		21,299
7-8	381,1	1420	2 513	15	0	0	1501	2916	1353	3618	3630	1318	2333	1177	2083	1420	2513		21,003
8-9	385,5	1470	2 602	15	0	0	1556	3024	1396	3733	3745	1361	2409	1211	2143	1470	2602		21,742
9-10	261,0	1470	2 602	15	0	0	1643	3193	1340	3582	3587	1274	2255	1046	1852	1470	2602		21,742
10-11	152,9	1450	2 567	15	0	0	1808	3513	1221	3263	3266	1090	1930	775	1372	1450	2567		21,446
11-13	361,4	1450	2 567	15	0	0	1544	3000	1372	3668	3679	1333	2360	1175	2080	1450	2567		21,446
13-14	289,8	1460	2 584	15	0	0	1603	3114	1349	3608	3614	1294	2290	1090	1929	1460	2584		21,594
14-15	743,8	1420	2 513	15	0	0	1442	2802	1399	3741	3785	1389	2458	1338	2368	1420	2513		21,003
15-19	344,1	1450	2 567	15	0	0	1553	3017	1366	3652	3662	1324	2343	1157	2047	1450	2567		21,446
19-20	516,4	1440	2 549	15	0	0	1487	2889	1398	3737	3759	1377	2438	1281	2268	1440	2549		21,299
20-21	173,7	1500	2 655	15	0	0	1824	3544	1280	3421	3423	1165	2062	853	1509	1500	2655		22,186
21-27	526,1	1460	2 584	15	0	0	1507	2927	1417	3789	3811	1397	2472	1301	2302	1460	2584		21,594
27-28	366,6	1460	2 584	15	0	0	1553	3018	1382	3695	3706	1344	2379	1186	2100	1460	2584		21,594
28-30	555,4	1460	2 584	15	0	0	1502	2918	1421	3799	3823	1403	2483	1314	2326	1460	2584		21,594
30-31	641,2	1470	2 602	15	0	0	1502	2919	1439	3847	3879	1425	2522	1353	2395	1470	2602		21,742
31-33	233,6	1500	2 655	15	0	0	1716	3334	1341	3585	3589	1263	2235	1004	1778	1500	2655		22,186
33-36	320,4	1480	2 620	15	0	0	1603	3115	1380	3690	3698	1332	2358	1143	2023	1480	2620		21,890
36-37	143,0	1450	2 567	15	0	0	1834	3563	1207	3225	3227	1066	1887	742	1314	1450	2566		21,446

REN - Rede Eléctrica Nacional

Projecto

OBRA: Linha dupla Recarei – Feira / Feira – Paraimo

Tensão 400 kV

DATA: 2022/set/26

CABO: DORKING

Densidade do gelo: 0,9

Cantão	VÃO	ESTADO INICIAL					ESTADO FINAL 1		ESTADO FINAL 2			Estado Final 3		Estado Final 4		Estado Final 5		P_{CC} / P_{CG}	CR
							temp. ºC	P. Vento (Pa)	temp. ºC	P. Vento (Pa)		temp. ºC	P. Vento (Pa)	Sem Sobrecarga temp.ºC	Sem Sobrecarga Pv (Pa)	temp. ºC	P. Vento (Pa)		(daN)
Ref.	Equiv.						40	0	-5	420		15	1050	85	0	**15**	**0**		7708
	(m)	**Param.** (m)	**To** (daN)	temp. ºC	P. Vento Pa	M. gelo (mm)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)	M. gelo (mm)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)	(<0,85)	EDS/CR %
PAL 422 (SFRA)-1	63,0	550	394	15	0	0	434	311	689	**567**		493	609	330	237	550	394	0,91	5,1
1-2	146,5	1750	1255	15	0	0	1346	965	1991	1638		1310	1621	945	678	1750	1255	0,63	16,3
2-3	166,1	1750	1255	15	0	0	1389	996	1967	1618		1347	1667	1015	728	1750	1255	0,84	16,3
3-4	178,9	1750	1255	15	0	0	1414	1014	1953	1606		1370	1695	1057	758	1750	1255	0,83	16,3
4-5	203,9	1750	1255	15	0	0	1457	1045	1927	1585		1410	1744	1130	810	1750	1255	0,84	16,3
5-6	607,9	1650	1332	15	0	0	1600	1292	1668	1624		1555	2459	1530	1097	1650	1332	0,87	17,3
6-7	226,1	1750	1255	15	0	0	1489	1068	1907	1568		1441	1783	1187	851	1750	1255	0,82	16,3
7-8	381,1	1750	1255	15	0	0	1622	1163	1822	1499		1582	1957	1442	1034	1750	1255	0,81	16,3
8-9	385,5	1750	1255	15	0	0	1624	1164	1821	1498		1585	1961	1447	1038	1750	1255	0,84	16,3
9-10	261,0	1750	1255	15	0	0	1531	1098	1880	1546		1483	1835	1263	906	1750	1255	0,84	16,3
10-11	152,9	1750	1255	15	0	0	1361	976	1983	1631		1323	1636	969	695	1750	1255	0,83	16,3
11-13	361,4	1750	1284	15	0	0	1611	1183	1825	1545		1562	2007	1424	1021	1750	1284	0,83	16,7
13-14	289,8	1800	1291	15	0	0	1597	1145	1916	1576		1544	1910	1341	962	1800	1291	0,81	16,7
14-15	743,8	1600	1320	15	0	0	1568	1294	1611	1610		1537	2510	1523	1092	1600	1320	0,89	17,1
15-19	344,1	1800	1291	15	0	0	1640	1176	1889	1554		1592	1969	1426	1023	1800	1291	0,81	16,7
19-20	516,4	1650	1332	15	0	0	1584	1279	1675	1630		1527	2416	1493	1070	1650	1332	0,87	17,3
20-21	173,7	1750	1255	15	0	0	1404	1007	1959	1611		1361	1683	1040	746	1750	1255	0,86	16,3
21-24	426,6	1750	1255	15	0	0	1643	1178	1809	1488		1607	1988	1487	1066	1750	1255	0,83	16,3
24-25	520,2	1630	1315	15	0	0	1567	1264	1654	1608		1514	2390	1479	1060	1630	1315	0,90	17,1
25-26	190,2	1750	1255	15	0	0	1434	1028	1941	1596		1389	1718	1091	782	1750	1255	0,83	16,3
26-27	708,7	1650	1337	15	0	0	1612	1306	1663	1627		1576	2508	1558	1117	1650	1337	0,88	17,3
27-28	366,6	1800	1291	15	0	0	1655	1186	1881	1547		1608	1989	1455	1043	1800	1291	0,81	16,7
28-29	624,4	1650	1336	15	0	0	1603	1297	1667	1629		1559	2477	1535	1101	1650	1336	0,88	17,3
29-30	438,8	1850	1326	15	0	0	1732	1242	1913	1573		1687	2086	1563	1120	1850	1326	0,79	17,2
30-31	641,2	1650	1332	15	0	0	1605	1295	1666	1621		1563	2470	1540	1104	1650	1332	0,89	17,3
31-33	233,6	1750	1255	15	0	0	1499	1075	1900	1563		1451	1795	1204	863	1750	1255	0,86	16,3
33-36	320,4	1650	1183	15	0	0	1505	1079	1736	1428		1473	1822	1311	940	1650	1183	0,90	15,3
36-37	143,0	1650	1183	15	0	0	1273	912	1889	1554		1253	1550	902	647	1650	1183	0,88	15,3

REN - Rede Eléctrica Nacional	OBRA: Linha Recarei – Paraimo	
Projecto	Tensão: 400 kV	DATA: 2022/set/26

CABO: ZAMBEZE Densidade do gelo: 0,9

Cantão	VÃO	ESTADO INICIAL					ESTADO FINAL 1		ESTADO FINAL 2			Estado Final 3		Estado Final 4		Estado Final 5		P_{CC}	CR
							temp. ºC	P. Vento [Pa]	temp. ºC	P. Vento [Pa]	M. gelo (mm)	temp. ºC	P. Vento [Pa]	temp. ºC	P. Vento [Pa]	temp. ºC	P. Vento [Pa]	/	(daN)
Ref.	Equ.						-5	420	15	1050	0	40	0	85	0	**15**	**0**	P_{CG}	11967
	(m)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**temp.** ºC	**P. Vento** Pa	**M. gelo** (mm)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Tc** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)	**Param.** (m)	**To** (daN)		EDS/CR %
92-89	393,4	1400	2 478	15	0	0	1473	2862	1340	3582	3594	1307	2313	1176	2081	1400	2478		20,707
89-P37	140,5	1400	2 478	15	0	0	1775	3449	1172	3133	3135	1032	1827	723	1279	1400	2478		20,707
P37-88	180,1	1400	2 478	15	0	0	1679	3261	1222	3267	3270	1117	1978	843	1491	1400	2478		20,707

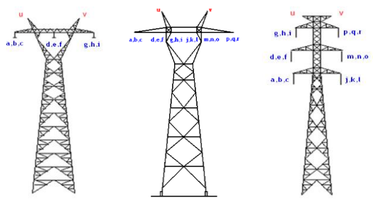
REN - Rede Eléctrica Nacional	OBRA: Linha Recarei – Paraimo	
Projecto	Tensão 400 kV	DATA: 2022/set/26

CABO: DORKING Densidade do gelo: 0,9

Cantão	VÃO	ESTADO INICIAL					ESTADO FINAL 1		ESTADO FINAL 2			Estado Final 3		Estado Final 4		Estado Final 5		P_{CC}	CR
							temp.	P. Vento	temp.	P. Vento		temp.	P. Vento	Sem Sobrecarga		temp.	P. Vento	/	(daN)
							ºC	(Pa)	ºC	(Pa)		ºC	(Pa)	temp.ºC	Pv (Pa)	ºC	(Pa)		
Ref.	Equiv.						40	0	-5	420		15	1050	85	0	**15**	**0**	P_{CG}	7708
	(m)	**Param.**	**To**	temp.	P. Vento	M. gelo	**Param.**	**To**	**Param.**	**To**	M. gelo	**Param.**	**To**	**Param.**	**To**	**Param.**	**To**		EDS/CR
		(m)	(daN)	ºC	Pa	(mm)	(m)	(daN)	(m)	(daN)	(mm)	(m)	(daN)	(m)	(daN)	(m)	(daN)	(<0,85)	%
92-91	370,1	1650	1183	15	0	0	1534	1100	1718	1413		1504	1861	1370	982	1650	1183	0,85	15,3
91-90	257,8	1650	1183	15	0	0	1453	1042	1771	1457		1419	1755	1210	868	1650	1183	0,85	15,3
90-89	466,6	1650	1183	15	0	0	1570	1126	1695	1394		1547	1914	1450	1040	1650	1183	0,85	15,3
89-P37	140,5	1650	1183	15	0	0	1267	908	1892	1556		1248	1544	892	640	1650	1183	0,85	15,3
P37-88	180,1	1650	1183	15	0	0	1348	967	1842	1515		1319	1631	1025	735	1650	1183	0,85	15,3

ANEXO A.2 - PERFIS DE CAMPO ELETROMAGNÉTICO MÁXIMO POR VÃO

Cálculo do Campo Elétrico de Linhas MAT
400kV - linha dupla
(Exemplo Tipo)



DADOS

Apoios :	DL
Cond. Geminados:	2
Nº.de ternos:	2
Cadeia:	AMARRAÇAO

C.Condutor:	ZAMBEZE
Diâmetro CC [m] =	3,180E-02

C. Guarda:	DORKING
Diâmetro CG [m] =	1,600E-02

Uc [kV] =	**400,00**	**400,00**
Us [kV] =	**230,94**	**230,94**

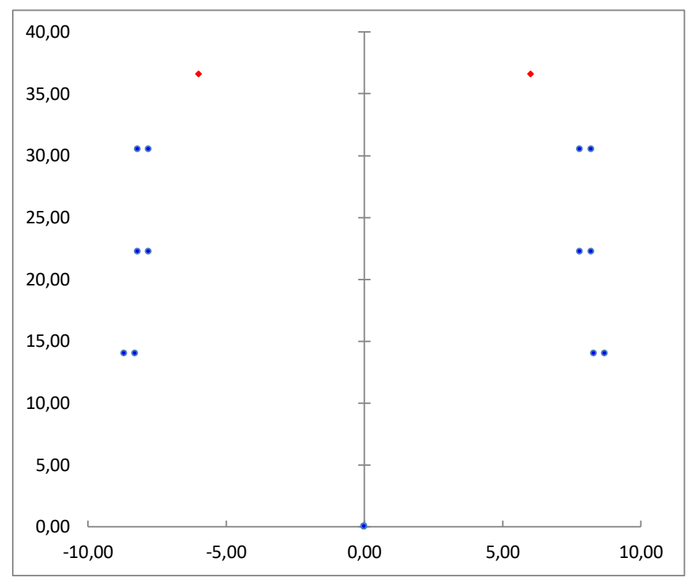
Fase	Vr	Vi
0	67585 | 230,94	0 | 0
4	37925 | -115,4	200 | 200
8	37925 | -115,4	-200 | -200

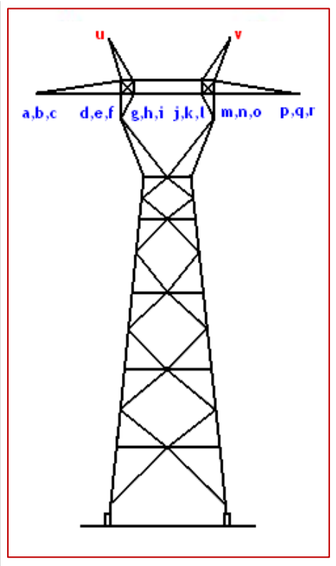
epsilon=	8,9E-9	**[A.s/kV.m]**
2*pi*epsilon=	55,6E-9	**[A.s/kV.m]**
1/(2*pi*epsilon) =	18,0E+6	**[1 / (A.s/kV.m)]**

GEOMETRIA DOS CABOS [m]

	Fase	X	Y	Ynom.
a	0	-8,70	14,00	45,000
b	0	-8,30	14,00	45,000
c	x	0,00	0,00	0,000
d	4	-8,20	22,25	53,250
e	4	-7,80	22,25	53,250
f	x	0,00	0,00	0,000
g	8	-8,20	30,50	61,500
h	8	-7,80	30,50	61,500
i	x	0,00	0,00	0,000
j	8	8,30	14,00	45,000
k	8	8,70	14,00	45,000
l	x	0,00	0,00	0,000
m:	4	7,80	22,25	53,250
n:	4	8,20	22,25	53,250
o:	x	0,00	0,00	0,000
p:	0	7,80	30,50	61,500
q:	0	8,20	30,50	61,500
r:	x	0,00	0,00	0,000
u	-1	-6,00	36,60	67,600
v	-1	6,00	36,60	67,600

Correcção:	-31,00

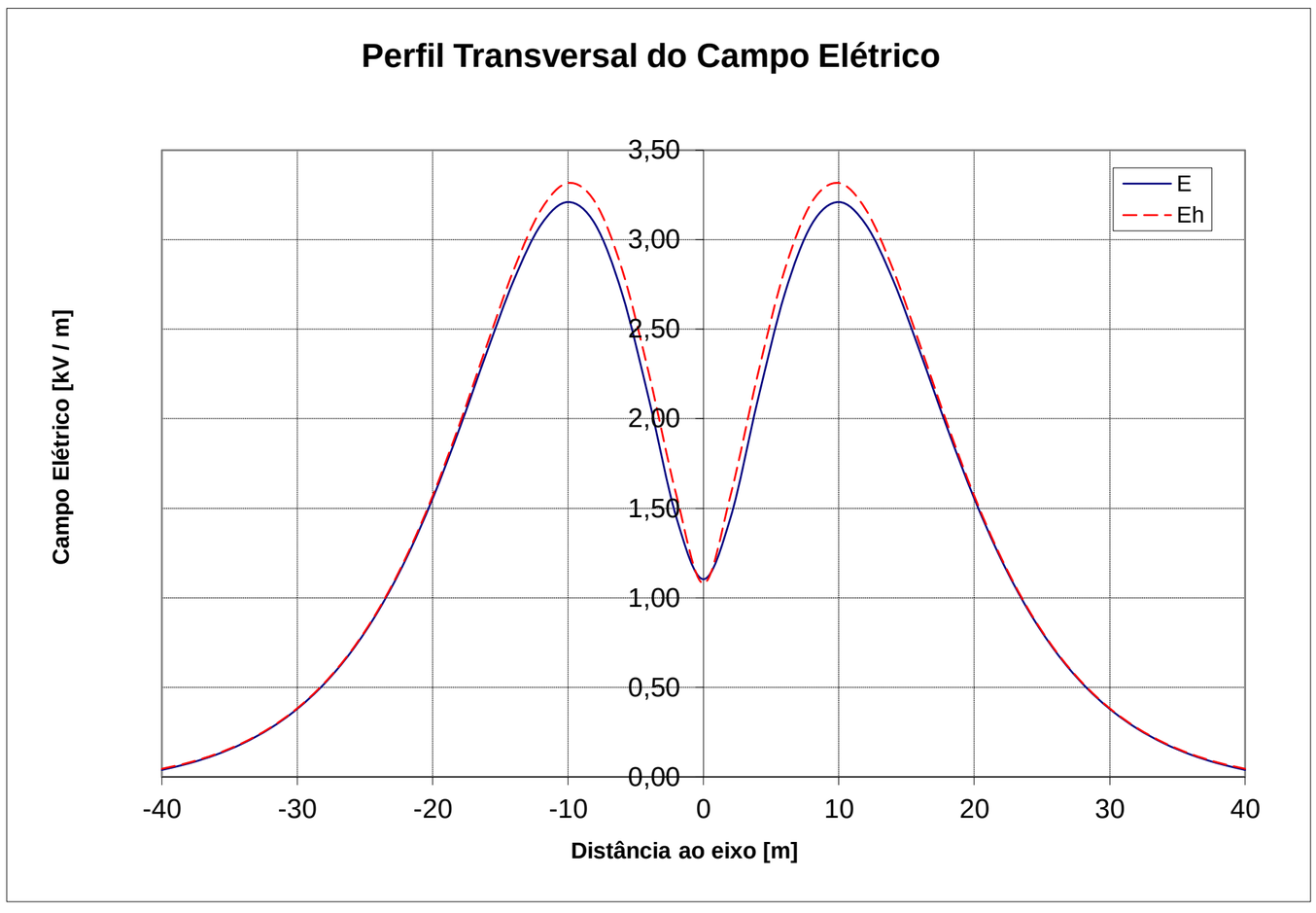




Campo Elétrico a uma distância h do solo

CABO DE GUARDA LIGADO À TERRA

Dsolo	h = 0 [m]	h = 1,8 [m]
xN	**E**	**Eh**
-40	0,04	0,05
-38	0,08	0,08
-36	0,12	0,13
-34	0,19	0,19
-32	0,27	0,27
-30	0,38	0,38
-28	0,52	0,52
-26	0,70	0,71
-24	0,93	0,94
-22	1,21	1,22
-20	1,55	1,57
-18	1,95	1,97
-16	2,37	2,41
-14	2,77	2,83
-12	3,08	3,17
-10	**3,21**	**3,32**
-8	3,09	3,21
-6	2,70	2,83
-4	2,10	2,24
-2	1,45	1,57
0	1,10	1,08
2	1,45	1,57
4	2,10	2,24
6	2,70	2,83
8	3,09	3,21
10	**3,21**	**3,32**
12	3,08	3,17
14	2,77	2,83
16	2,37	2,41
18	1,95	1,97
20	1,55	1,57
22	1,21	1,22
24	0,93	0,94
26	0,70	0,71
28	0,52	0,52
30	0,38	0,38
32	0,27	0,27
34	0,19	0,19
36	0,12	0,13
38	0,08	0,08
40	0,04	0,05



COND	a	b	c	d	e	f	g	h	l	j	k	l	m	n
Emáx. [kV/cm]	15,48994621	15,56636	0	15,84395	15,78541	0	15,53156159	15,6271862	0	15,56636	15,48995	0	15,78541	15,84395

o	p	q	r	u	v
0	15,62719	15,53156	0	5,703327	5,703327

Estudo do Efeito Coroa

Campo Eléctrico Crítico - Perdas por Efeito Coroa

DADOS

Temp. média anual =	15 ºC		
Factor de superfície =	0,6		
Dm=	1472,31 cm		
Pressão atmosférica relativa			
δ = 0,98	p/ Alti. Méd. =	300,00 m	

Campo Elétrico Crítico (PEEK) E0 = 15,316 kV/cm p/ Alti. Méd. = 300,00 m

E/E0 = 1,034 ⟹ ϕ = 0,03951472

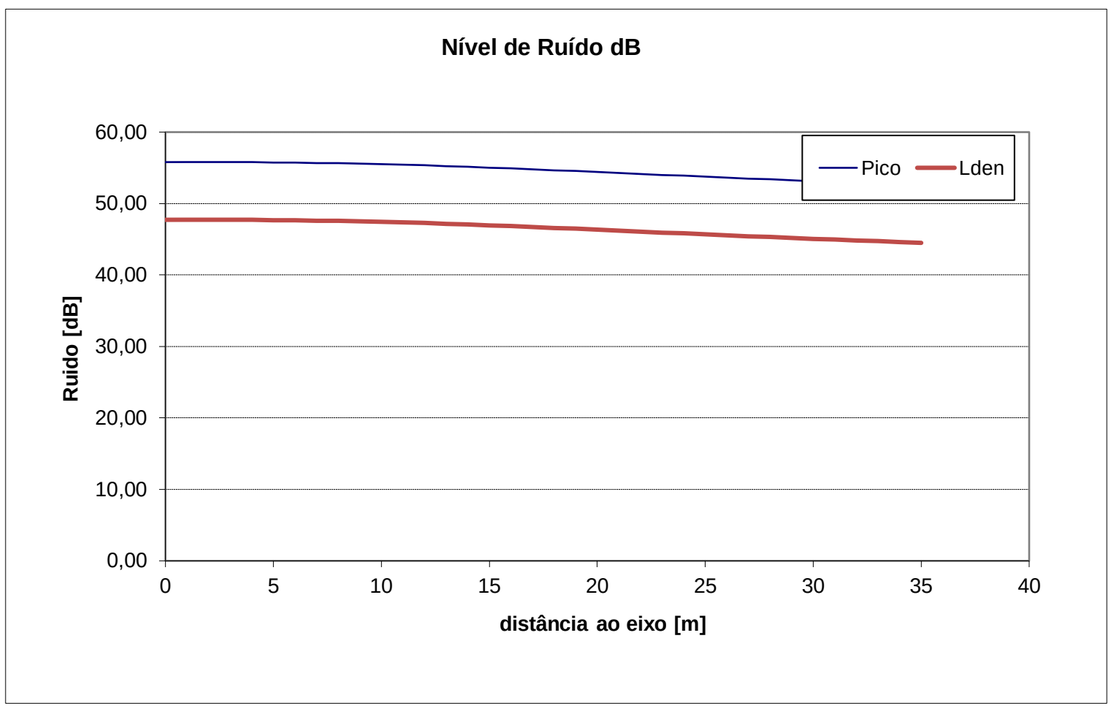
Perdas por Efeito Coroa
Pcoroa (para a linha com bom tempo) = **3,00933834 kW/km**
Pcoroa (médias anuais para a linha) = **15,0466917 kW/km**

Ruído Acústico

Nº de condutores por feixe =	2
Cota do terreno q [m] =	300

Zona climática:	MINHO
Probalilidade anual p =	0,1

	Pico	Longa Duração
d[m]	**SLA [dB]**	**LAeq,LT [dB(A)]**
0	55,80	47,73
1	55,80	47,73
2	55,80	47,72
3	55,79	47,72
4	55,77	47,70
5	55,76	47,68
6	55,73	47,66
7	55,69	47,62
8	55,65	47,58
9	55,59	47,52
10	55,53	47,45
11	55,45	47,37
12	55,36	47,29
13	55,26	47,19
14	55,15	47,08
15	55,04	46,97
16	54,92	46,85
17	54,80	46,72
18	54,67	46,60
19	54,54	46,47
20	54,41	46,34
21	54,28	46,21
22	54,15	46,08
23	54,02	45,95
24	53,89	45,82
25	53,76	45,69
26	53,64	45,57
27	53,51	45,44
28	53,39	45,32
29	53,27	45,19
30	**53,15**	**45,07**
31	53,03	44,96
32	52,91	44,84
33	52,80	44,72
34	52,68	44,61
35	52,57	44,50

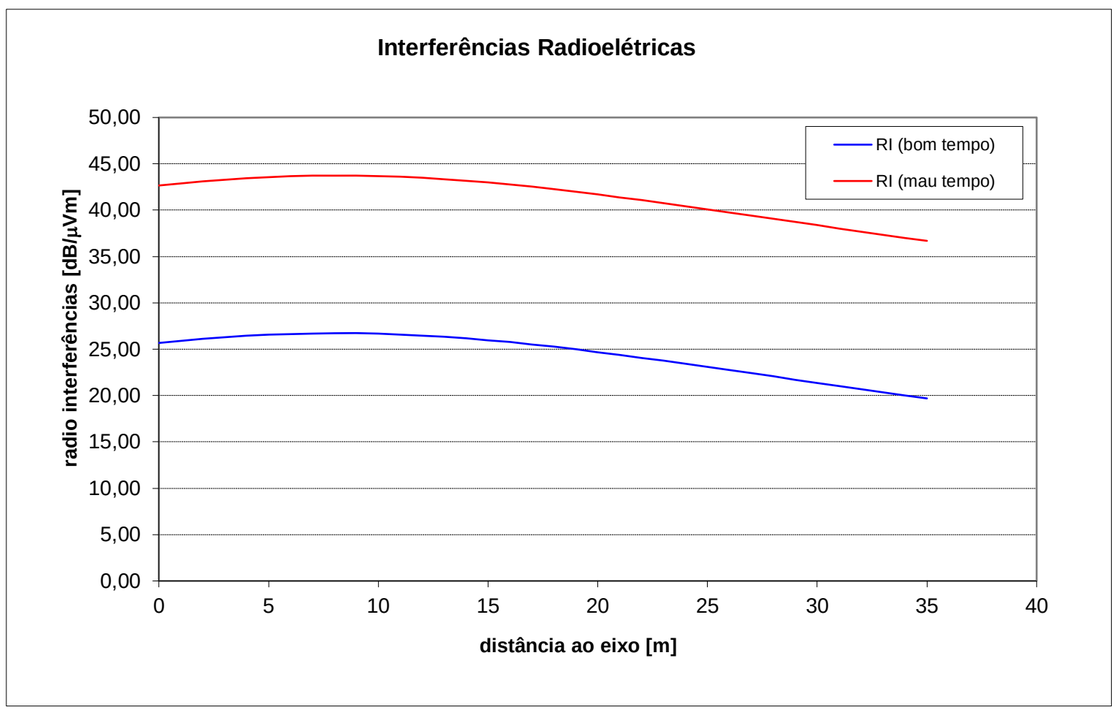


< 52,5 dB(A) (Máximo susceptível de não provocar queixas - a **30m** do eixo da linha)
Environmental Protection Agency,USA

Interferências Radioelétricas

RIbt - Ruído em bom tempo
RImt - Ruído em mau tempo (RIbt + 17 dB)

d[m]	RIbt	RImt
0	25,67	42,67
1	25,90	42,90
2	26,10	43,10
3	26,28	43,28
4	26,43	43,43
5	26,55	43,55
6	26,64	43,64
7	26,70	43,70
8	26,72	43,72
9	26,71	43,71
10	26,67	43,67
11	26,59	43,59
12	26,48	43,48
13	26,35	43,35
14	26,18	43,18
15	**25,98**	**42,98**
16	25,76	42,76
17	25,52	42,52
18	25,26	42,26
19	24,99	41,99
20	24,69	41,69
21	**24,39**	**41,39**
22	24,07	41,07
23	23,75	40,75
24	23,42	40,42
25	23,09	40,09
26	22,75	39,75
27	22,41	39,41
28	22,06	39,06
29	21,72	38,72
30	21,38	38,38
31	21,04	38,04
32	20,70	37,70
33	20,36	37,36
34	20,02	37,02
35	19,69	36,69

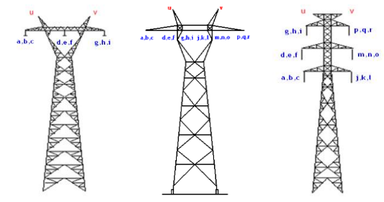


Valor máximo de ruído interferente (CISPR) a **15 m** do condutor exterior para linhas 70-200 kV
46 dB com bom tempo

Valor máximo de ruído interferente (CISPR) a **15 m** do condutor exterior para linhas 300-400 kV
53 dB com bom tempo

Para recepção de classe A (S/R >= 32 dB), a potência do sinal deverá ser de 73 dB (= 41 + 32 dB) a **21 m** do eixo.

Cálculo do Campo Elétrico de Linhas MAT
400kV - linha simples
(Exemplo Tipo)



DADOS

Apoios :	Q
Cond. Geminados:	2
Nº.de ternos:	1
Cadeia:	AMARRAÇAO

C.Condutor:	ZAMBEZE
Diâmetro CC [m] =	3,180E-02

C. Guarda:	DORKING
Diâmetro CG [m] =	1,600E-02

Uc [kV] =	**400,00**
Us [kV] =	**230,94**

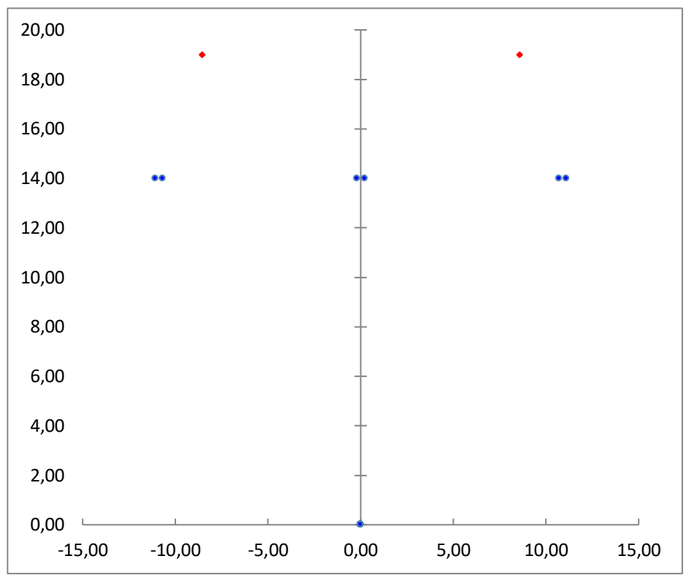
Fase	Vr	Vi
0	230,9401077	0
4	-115,470054	200
8	-115,470054	-200

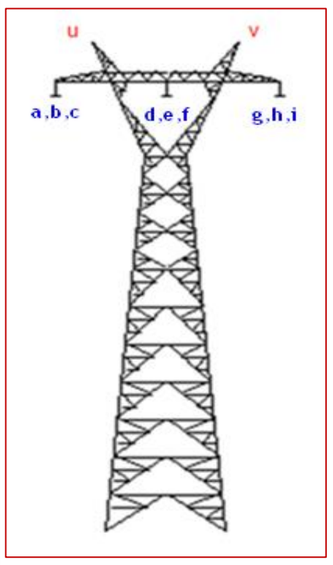
epsilon=	8,9E-9	**[A.s/kV.m]**
2*pi*epsilon=	55,6E-9	**[A.s/kV.m]**
1/(2*pi*epsilon) =	18,0E+6	**[1 / (A.s/kV.m)]**

GEOMETRIA DOS CABOS [m]

	Fase	X	Y	Ynom.
a	0	-11,10	14,00	40,600
b	0	-10,70	14,00	40,600
c	x	0,00	0,00	0,000
d	4	-0,20	14,00	40,600
e	4	0,20	14,00	40,600
f	x	0,00	0,00	0,000
g	8	10,70	14,00	40,600
h	8	11,10	14,00	40,600
i	x	0,00	0,00	0,000
j	x	0,00	0,00	0,000
k	x	0,00	0,00	0,000
l	x	0,00	0,00	0,000
m:	x	0,00	0,00	0,000
n:	x	0,00	0,00	0,000
o:	x	0,00	0,00	0,000
p:	x	0,00	0,00	0,000
q:	x	0,00	0,00	0,000
r:	x	0,00	0,00	0,000
u	-1	-8,57	19,00	45,600
v	-1	8,57	19,00	45,600

Correcção:	-26,60

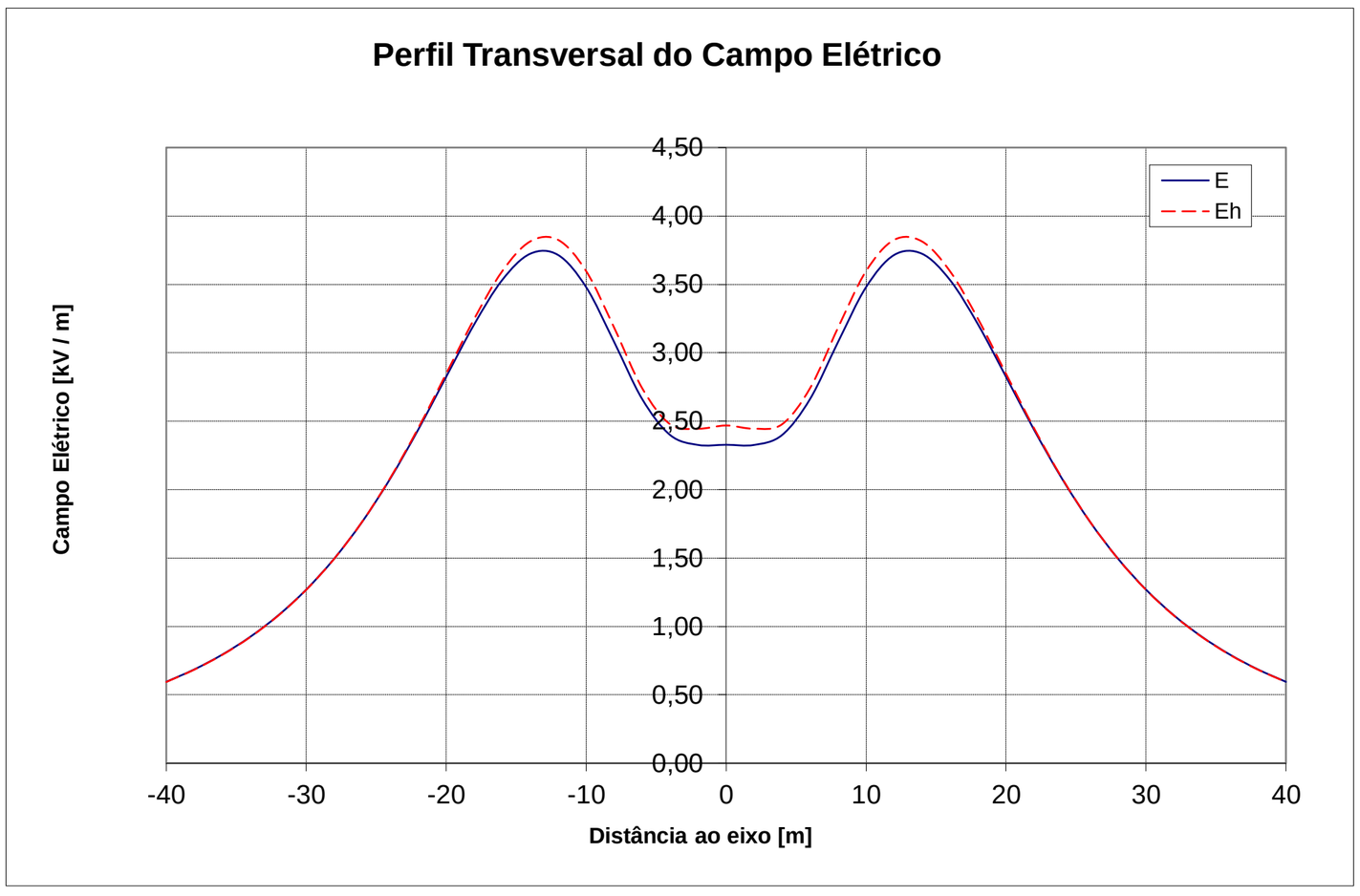




Campo Elétrico a uma distância h do solo

CABO DE GUARDA LIGADO À TERRA

Dsolo	h = 0 [m]	h = 1,8 [m]
xN	E	Eh
-40	0,60	0,59
-38	0,69	0,68
-36	0,79	0,79
-34	0,92	0,92
-32	1,08	1,08
-30	1,27	1,27
-28	1,50	1,49
-26	1,76	1,77
-24	2,08	2,08
-22	2,44	2,45
-20	2,82	2,85
-18	3,21	3,25
-16	3,53	3,60
-14	**3,72**	**3,81**
-12	3,71	3,82
-10	3,48	3,60
-8	3,08	3,18
-6	2,66	2,74
-4	2,40	2,48
-2	2,33	2,44
0	2,33	2,47
2	2,33	2,44
4	2,40	2,48
6	2,66	2,74
8	3,08	3,18
10	3,48	3,60
12	3,71	3,82
14	**3,72**	**3,81**
16	3,53	3,60
18	3,21	3,25
20	2,82	2,85
22	2,44	2,45
24	2,08	2,08
26	1,76	1,77
28	1,50	1,49
30	1,27	1,27
32	1,08	1,08
34	0,92	0,92
36	0,79	0,79
38	0,69	0,68
40	0,60	0,59



COND	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
Emáx. [kV/cm]	14,49724036	14,72078525	0	15,1734	15,173396	0	14,72078525	14,4972404	0	0	0	0	0	0

o	p	q	r	u	v
0	0	0	0	7,28709	7,2870895

Estudo do Efeito Coroa

Campo Eléctrico Crítico - Perdas por Efeito Coroa

DADOS

Temp. média anual =	15 ºC		
Factor de superfície =	0,6		
Dm=	1373,31 cm		
Pressão atmosférica relativa			
δ = 0,98	p/ Alti. Méd. =	300,00 m	

Campo Elétrico Crítico (PEEK) E0 = 15,316 kV/cm p/ Alti. Méd. = 300,00 m

E/E0 = 0,991 ⟹ ϕ = 0,03250972

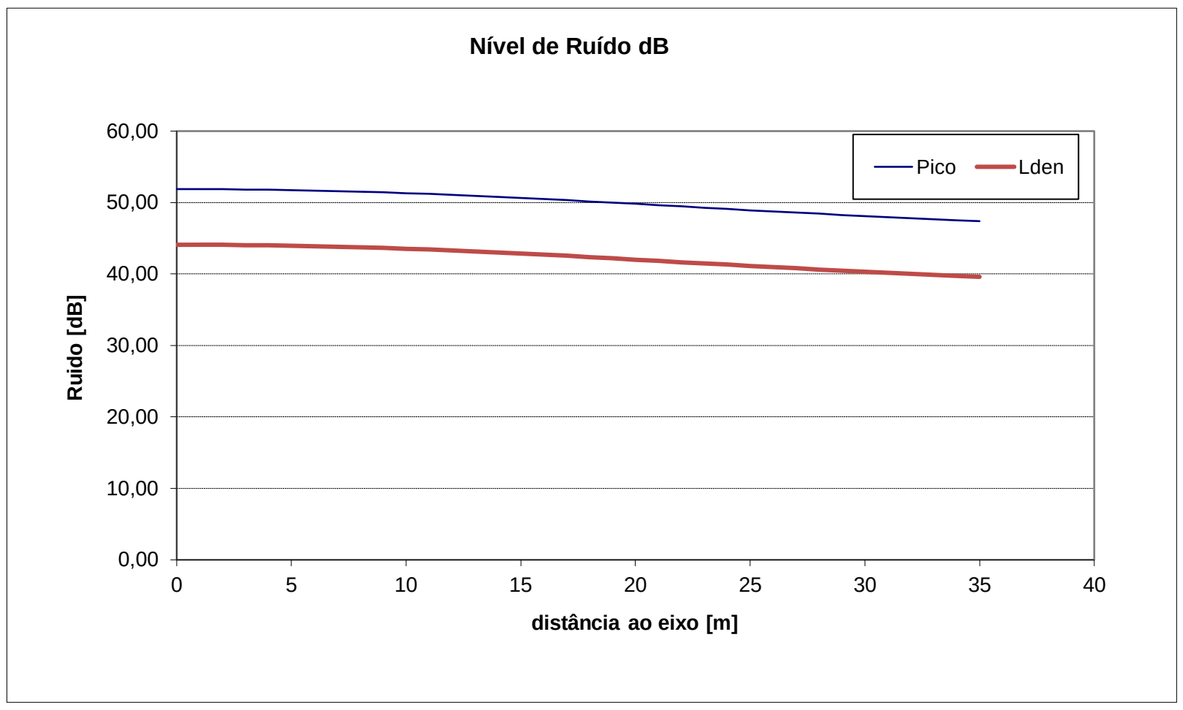
Perdas por Efeito Coroa
Pcoroa (para a linha com bom tempo) = **1,2635465 kW/km**
Pcoroa (médias anuais para a linha) = **6,31773248 kW/km**

Ruído Acústico

Nº de condutores por feixe =	2
Cota do terreno q [m] =	300

Zona climática:	MINHO
Probalilidade anual p =	0,1

	Pico	Longa Duração
d[m]	**SLA [dB]**	**LAeq,LT [dB(A)]**
0	51,88	44,09
1	51,88	44,08
2	51,86	44,07
3	51,83	44,03
4	51,78	43,99
5	51,73	43,94
6	51,67	43,88
7	51,60	43,81
8	51,52	43,73
9	51,43	43,64
10	51,33	43,54
11	51,22	43,43
12	51,10	43,31
13	50,97	43,18
14	50,82	43,03
15	50,67	42,88
16	50,51	42,72
17	50,34	42,55
18	50,16	42,37
19	49,99	42,20
20	49,81	42,02
21	49,63	41,84
22	49,45	41,66
23	49,27	41,48
24	49,10	41,31
25	48,93	41,14
26	48,76	40,97
27	48,59	40,80
28	48,43	40,64
29	48,27	40,48
30	**48,12**	**40,33**
31	47,97	40,18
32	47,82	40,03
33	47,68	39,88
34	47,54	39,74
35	47,40	39,61

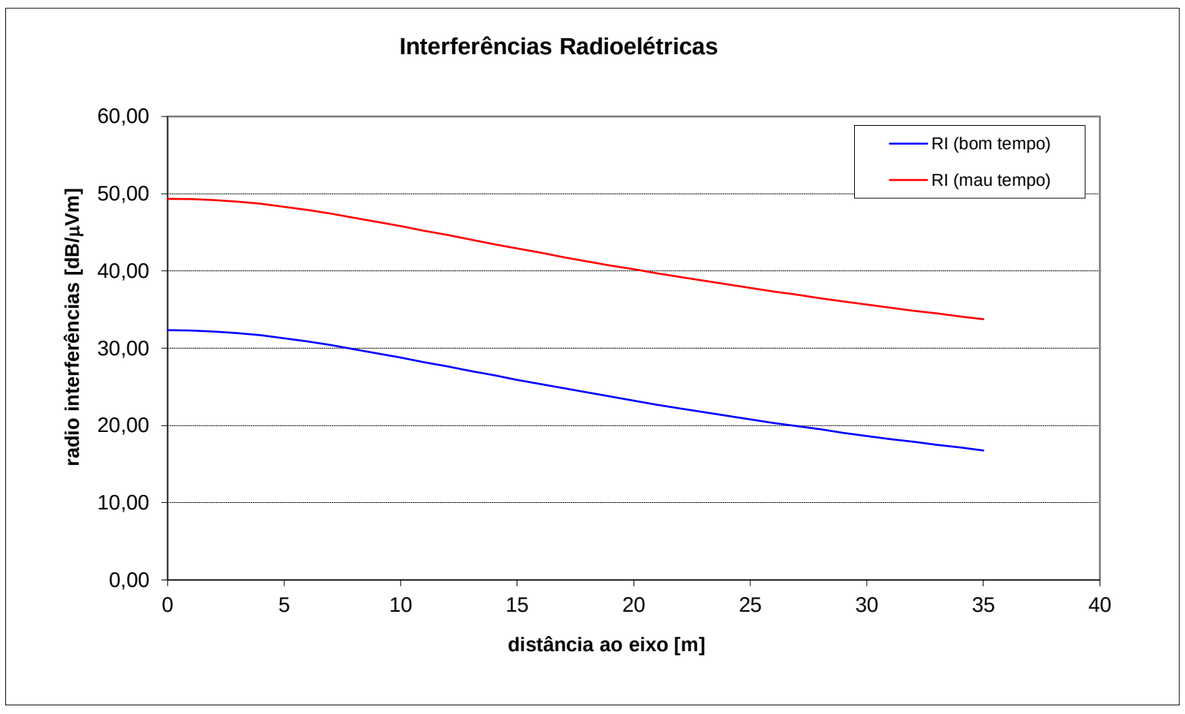


< 52,5 dB(A) (Máximo susceptível de não provocar queixas - a **30m** do eixo da linha)
Environmental Protection Agency,USA

Interferências Radioelétricas

RIbt - Ruído em bom tempo
RImt - Ruído em mau tempo (RIbt + 17 dB)

d[m]	RIbt	RImt
0	32,34	49,34
1	32,31	49,31
2	32,18	49,18
3	31,97	48,97
4	31,67	48,67
5	31,31	48,31
6	30,88	47,88
7	30,40	47,40
8	29,89	46,89
9	29,35	46,35
10	28,79	45,79
11	28,21	45,21
12	27,64	44,64
13	27,06	44,06
14	26,48	43,48
15	**25,91**	**42,91**
16	25,35	42,35
17	24,80	41,80
18	24,25	41,25
19	23,72	40,72
20	23,20	40,20
21	**22,70**	**39,70**
22	22,20	39,20
23	21,72	38,72
24	21,25	38,25
25	20,79	37,79
26	20,34	37,34
27	19,90	36,90
28	19,47	36,47
29	19,06	36,06
30	18,65	35,65
31	18,26	35,26
32	17,87	34,87
33	17,49	34,49
34	17,12	34,12
35	16,76	33,76



Valor máximo de ruído interferente (CISPR) a **15 m** do condutor exterior para linhas 70-200 kV
46 dB com bom tempo

Valor máximo de ruído interferente (CISPR) a **15 m** do condutor exterior para linhas 300-400 kV
53 dB com bom tempo

Para recepção de classe A (S/R >= 32 dB), a potência do sinal deverá ser de 73 dB (= 41 + 32 dB) a **21 m** do eixo.

ANEXO A.3 - PERFIS DE CAMPO ELETROMAGNÉTICO TEÓRICO MÁXIMO

Cálculo da Densidade de Fluxo Magnético de Linhas MAT

400kV - linha dupla

(Exemplo Tipo - corrente máxima)

DADOS

Apoios :	DL
Cond. Geminados:	SIM
Nº.de ternos:	2

C.Condutor: ZAMBEZE	
Diâmetro CC [m] =	3,180E-02

C. Guarda: DORKING	
Diâmetro CG [m] =	1,60E-02

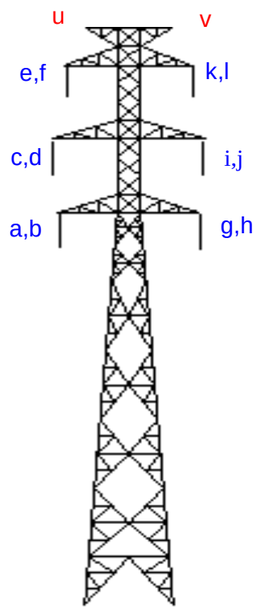
I = 1340,00	[A]
Uc = 400,00	[kV]

GEOMETRIA DOS CABOS [m]

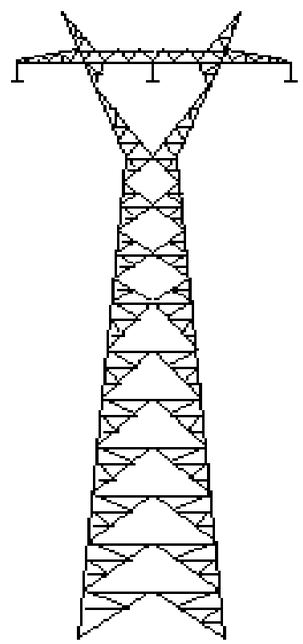
	Fase	X	Y	Ynom.
a:	0	-8,70	14,00	45,00
b:	0	-8,30	14,00	45,00
c:	4	-8,20	22,25	53,25
d:	4	-7,80	22,25	53,25
e:	8	-8,20	30,50	61,50
f:	8	-7,80	30,50	61,50
g:	8	8,30	14,00	45,00
h:	8	8,70	14,00	45,00
i:	4	7,80	22,25	53,25
j:	4	8,20	22,25	53,25
k:	0	7,80	30,50	61,50
l:	0	8,20	30,50	61,50
u:	-1	-6,00	36,60	67,60
v:	-1	6,00	36,60	67,60

Correcção:	-31,00

Silhueta 1



Silhueta 2



Silhueta Utilizada
número 1

Designação:

a:	C.Condutor
b:	C.Condutor
c:	C.Condutor
d:	C.Condutor
e:	C.Condutor
f:	C.Condutor
g:	C.Condutor
h:	C.Condutor
i:	C.Condutor
j:	C.Condutor
k:	C.Condutor
l:	C.Condutor
u:	C.Guarda
v:	C.Guarda

CORRENTES (Parte Real e Parte Imaginária) [A]

I= 1340,00

Fase	Ir	Ii
0	1340	0
4	-670	1160,474
8	-670	-1160,474

Constantes utilizadas

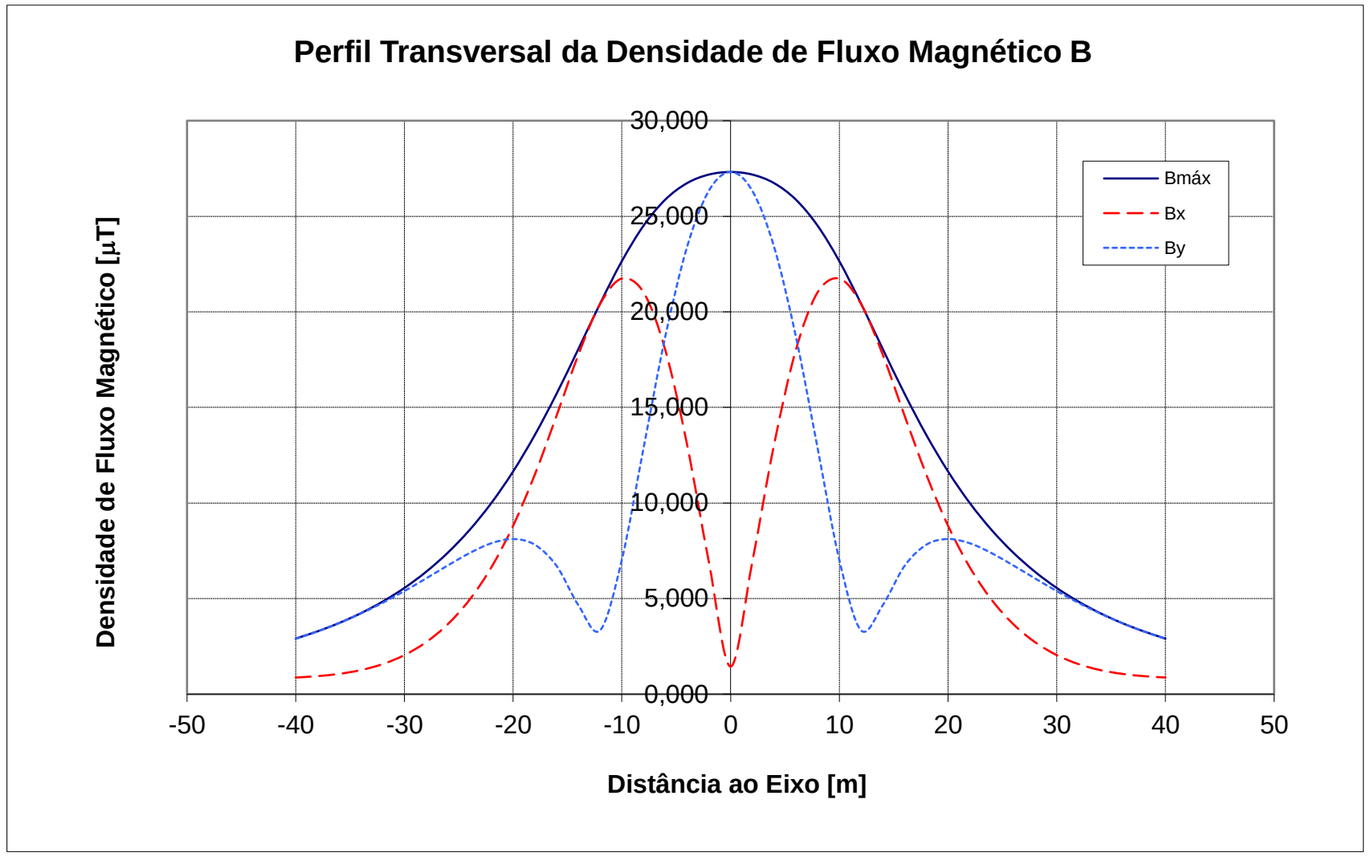
epsilon=	8,9E-9	[A.s/kV.m]
2*pi*epsilon=	5,56313E-08	[A.s/kV.m]
1/2*pi*epsilon =	17975484,88	[1 / (A.s/kV.m)]

Campo Magnético a uma distância h do solo

Distância ao solo **h= 1,8 [m]**

CABO DE GUARDA LIGADO À TERRA

	h= 1,8 [m]		
xN	Bmáx	Bx	By
-40	2,910	0,870	2,897
-38	3,285	0,943	3,283
-36	3,724	1,063	3,723
-34	4,238	1,261	4,221
-32	4,844	1,573	4,780
-30	5,558	2,044	5,396
-28	6,404	2,723	6,058
-26	7,407	3,667	6,738
-24	8,596	4,947	7,382
-22	10,003	6,641	7,895
-20	11,655	8,817	8,117
-18	13,567	11,496	7,816
-16	15,723	14,581	6,705
-14	18,058	17,756	4,655
-12	20,435	20,418	3,341
-10	**22,655**	**21,745**	**7,034**
-8	24,512	21,015	12,894
-6	25,874	17,993	18,726
-4	26,734	13,051	23,404
-2	27,181	6,919	26,331
0	27,316	1,446	27,316
2	27,181	6,919	26,331
4	26,734	13,051	23,404
6	25,874	17,993	18,726
8	24,512	21,015	12,894
10	**22,655**	**21,745**	**7,034**
12	20,435	20,418	3,341
14	18,058	17,756	4,655
16	15,723	14,581	6,705
18	13,567	11,496	7,816
20	11,655	8,817	8,117
22	10,003	6,641	7,895
24	8,596	4,947	7,382
26	7,407	3,667	6,738
28	6,404	2,723	6,058
30	5,558	2,044	5,396
32	4,844	1,573	4,780
34	4,238	1,261	4,221
36	3,724	1,063	3,723
38	3,285	0,943	3,283
40	2,910	0,870	2,897



Cálculo da Densidade de Fluxo Magnético de Linhas MAT

400kV - linha simples

(Exemplo Tipo - corrente máxima)

DADOS

Apoios :	Q
Cond. Geminados:	SIM
Nº.de ternos:	1

C.Condutor: ZAMBEZE	
Diâmetro CC [m] =	3,180E-02

C. Guarda: DORKING	
Diâmetro CG [m] =	1,60E-02

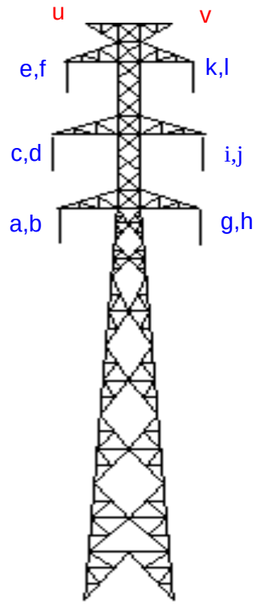
I = 1340,00	[A]
Uc = 400,00	[kV]

GEOMETRIA DOS CABOS [m]

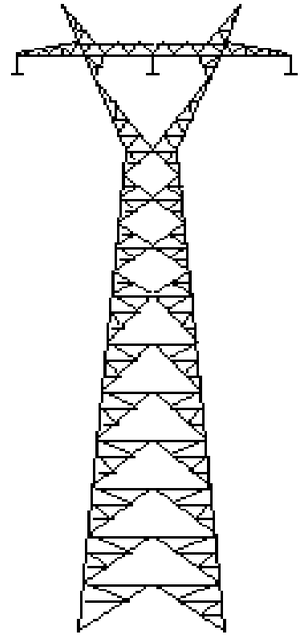
	Fase	X	Y	Ynom.
a:	0	-11,10	14,00	40,60
b:	0	-10,70	14,00	40,60
c:	4	-0,20	14,00	40,60
d:	4	0,20	14,00	40,60
e:	8	10,70	14,00	40,60
f:	8	11,10	14,00	40,60
g:		0,00	0,00	0,00
h:		0,00	0,00	0,00
i:		0,00	0,00	0,00
j:		0,00	0,00	0,00
k:		0,00	0,00	0,00
l:		0,00	0,00	0,00
u:	-1	-8,57	19,00	45,60
v:	-1	8,57	19,00	45,60

Correcção:	-26,60

Silhueta 1



Silhueta 2



Silhueta Utilizada
número 2

Designação:

a:	C.Condutor
b:	C.Condutor
c:	C.Condutor
d:	C.Condutor
e:	C.Condutor
f:	C.Condutor
g:	Não Utilizado
h:	Não Utilizado
i:	Não Utilizado
j:	Não Utilizado
k:	Não Utilizado
l:	Não Utilizado
u:	C.Guarda
v:	C.Guarda

CORRENTES (Parte Real e Parte Imaginária) [A]

I= 1340,00

Fase	Ir	Ii
0	1340	0
4	-670	1160,474
8	-670	-1160,474

Constantes utilizadas

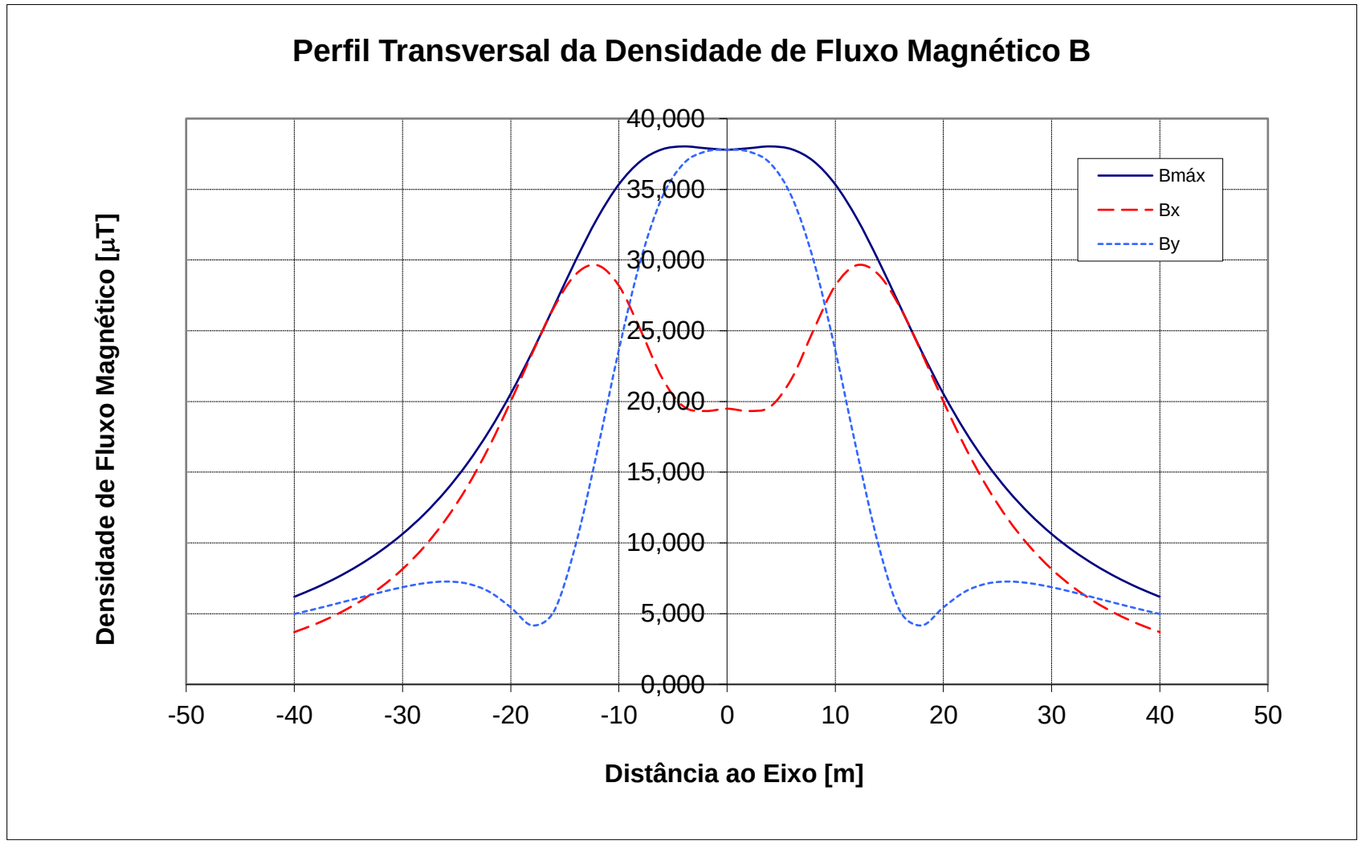
epsilon=	8,9E-9	[A.s/kV.m]
2*pi*epsilon=	5,56313E-08	[A.s/kV.m]
1/2*pi*epsilon =	17975484,88	[1 / (A.s/kV.m)]

Campo Magnético a uma distância h do solo

Distância ao solo **h= 1,8 [m]**

CABO DE GUARDA LIGADO À TERRA

	h= 1,8 [m]		
xN	Bmáx	Bx	By
-40	6,191	3,696	4,974
-38	6,832	4,275	5,339
-36	7,574	4,976	5,725
-34	8,438	5,828	6,121
-32	9,446	6,870	6,512
-30	10,631	8,149	6,869
-28	12,028	9,721	7,147
-26	13,677	11,650	7,269
-24	15,623	13,995	7,122
-22	17,905	16,790	6,555
-20	20,542	19,995	5,445
-18	23,514	23,422	4,164
-16	26,722	26,647	5,166
-14	29,961	28,978	9,847
-12	32,940	29,634	16,490
-10	**35,349**	**28,185**	**23,645**
-8	36,985	25,056	29,957
-6	37,826	21,652	34,437
-4	38,031	19,633	36,834
-2	37,903	19,325	37,668
0	37,801	19,488	37,801
2	37,903	19,325	37,668
4	38,031	19,633	36,834
6	37,826	21,652	34,437
8	36,985	25,056	29,957
10	**35,349**	**28,185**	**23,645**
12	32,940	29,634	16,490
14	29,961	28,978	9,847
16	26,722	26,647	5,166
18	23,514	23,422	4,164
20	20,542	19,995	5,445
22	17,905	16,790	6,555
24	15,623	13,995	7,122
26	13,677	11,650	7,269
28	12,028	9,721	7,147
30	10,631	8,149	6,869
32	9,446	6,870	6,512
34	8,438	5,828	6,121
36	7,574	4,976	5,725
38	6,832	4,275	5,339
40	6,191	3,696	4,974



ANEXO A.4 - RUÍDO ACÚSTICO INTERFERÊNCIAS RADIOELÉTRICAS EFEITO COROA

COND	a	b	c	d	e	f	g	h	I	j	k	l	u	v
Emáx. [kV/cm]	13,5876951	13,720227	14,139108	14,139108	13,7202271	13,5877	0	0	0	0	0	0	6,832382	6,832382

Estudo do Efeito Coroa

Campo Eléctrico Crítico - Perdas por Efeito Coroa

DADOS

Temp. média anual =		15	ºC
Factor de superfície =		0,6	
Dm=		1373,31	cm
Pressão atmosférica relativa			
δ =	0,99	p/ Alti. Méd. =	220,00 m

Campo Eléctrico Crítico (PEEK)

E0 = 15,438 kV/cm p/ Alti. Méd. = 220,00 m

E/E0 = 0,916 ⟹ ϕ = 0,02054

Perdas por Efeito Coroa

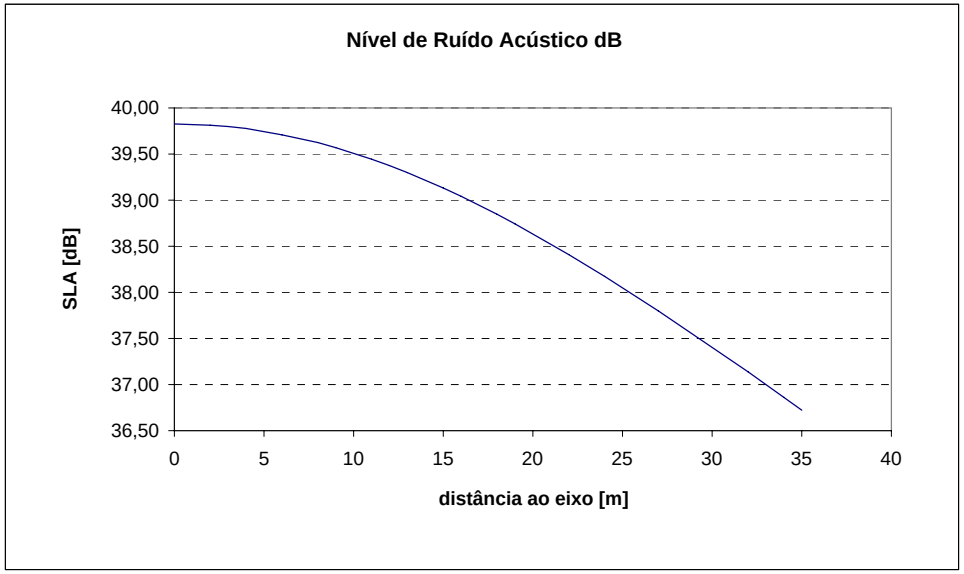
Pcoroa (para a linha com bom tempo) = **0,798315 kW/km**

Pcoroa (médias anuais para a linha) = **3,991575 kW/km**

Ruído Acústico

tabela 1

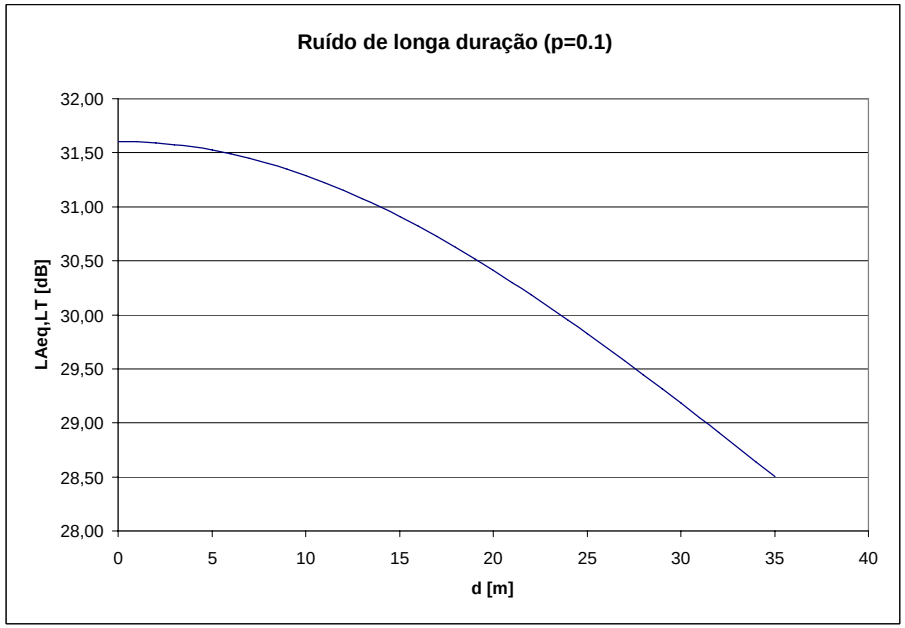
d[m]	SLA [dB]
0	39,82
1	39,82
2	39,81
3	39,80
4	39,77
5	39,75
6	39,71
7	39,67
8	39,62
9	39,57
10	39,51
11	39,45
12	39,37
13	39,30
14	39,22
15	39,13
16	39,04
17	38,95
18	38,85
19	38,74
20	38,63
21	38,52
22	38,41
23	38,29
24	38,17
25	38,05
26	37,92
27	37,80
28	37,67
29	37,54
30	**37,40**
31	37,27
32	37,14
33	37,00
34	36,86
35	36,72



< 52,5 dB(A) (Máximo susceptível de não provocar queixas - a**30m** do eixo da linha)
Environmental Protection Agency,USA

tabela 2

distância ao eixo [m]	$L_{Aeq,LT}$ [dB(A)]
0	31,60
1	31,60
2	31,59
3	31,58
4	31,55
5	31,52
6	31,49
7	31,45
8	31,40
9	31,35
10	31,29
11	31,22
12	31,15
13	31,08
14	31,00
15	30,91
16	30,82
17	30,72
18	30,62
19	30,52
20	30,41
21	30,30
22	30,19
23	30,07
24	29,95
25	29,83
26	29,70
27	29,58
28	29,45
29	29,32
30	29,18
31	29,05
32	28,91
33	28,78
34	28,64
35	28,50

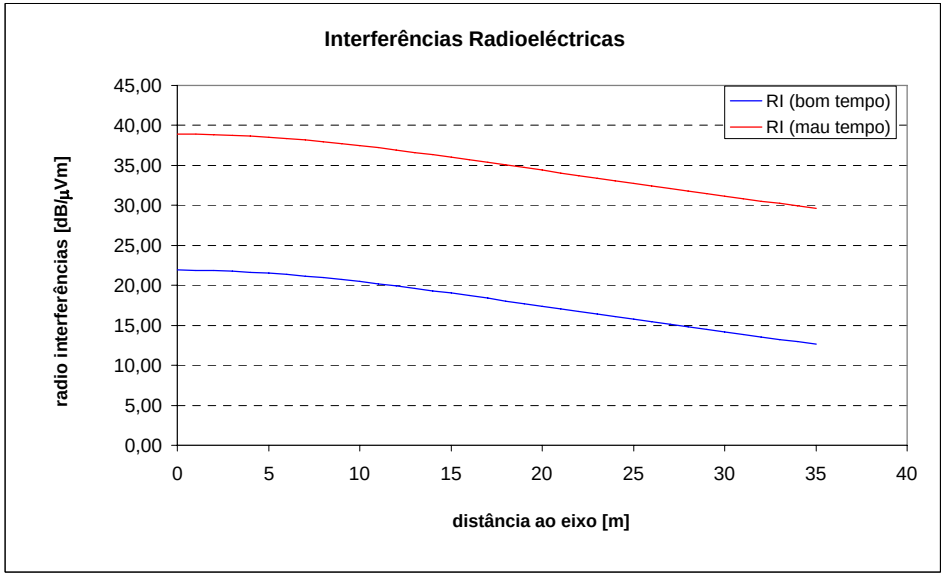


Interferências Radioeléctricas

d[m]	RIbt	RImt
0	21,91	38,91
1	21,90	38,90
2	21,84	38,84
3	21,76	38,76
4	21,65	38,65
5	21,52	38,52
6	21,35	38,35
7	21,16	38,16
8	20,95	37,95
9	20,72	37,72
10	20,47	37,47
11	20,20	37,20
12	19,92	36,92
13	19,63	36,63
14	19,33	36,33
15	**19,02**	**36,02**
16	18,70	35,70
17	18,38	35,38
18	18,05	35,05
19	17,73	34,73
20	17,40	34,40
21	**17,06**	**34,06**
22	16,73	33,73
23	16,40	33,40
24	16,08	33,08
25	15,75	32,75
26	15,42	32,42
27	15,10	32,10
28	14,78	31,78
29	14,47	31,47
30	14,16	31,16
31	13,85	30,85
32	13,54	30,54
33	13,24	30,24
34	12,94	29,94
35	12,65	29,65

RIbt - Ruído em bom tempo

RImt - Ruído em mau tempo (RIbt + 17 dB)



Valor máximo de ruído interferente (CISPR) a **15 m** do condutor exterior para linhas 70-200 kV
46 dB com bom tempo

Valor máximo de ruído interferente (CISPR) a **15 m** do condutor exterior para linhas 300-400 kV
53 dB com bom tempo

Para recepção de classe A (S/R >= 32 dB), a potência do sinal deverá ser de 73 dB (= 41 + 32 dB) a **21 m** do eixo

COND	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	u	v
Emáx. [kV/cm]	13,3130128	13,4290603	13,972109	13,972109	13,4290602	13,31301	0	0	0	0	0	0	5,966818	5,966818

Estudo do Efeito Coroa

Campo Eléctrico Crítico - Perdas por Efeito Coroa

DADOS

Temp. média anual =	15	ºC
Factor de superfície =	0,6	
Dm=	1511,91	cm
Pressão atmosférica relativa		
δ = 0,99	p/ Alti. Méd. =	220,00 m

Campo Eléctrico Crítico (PEEK)

E0 = 15,438 kV/cm p/ Alti. Méd. = 220,00 m

E/E0 = 0,905 ⟹ ϕ = 0,019762

Perdas por Efeito Coroa

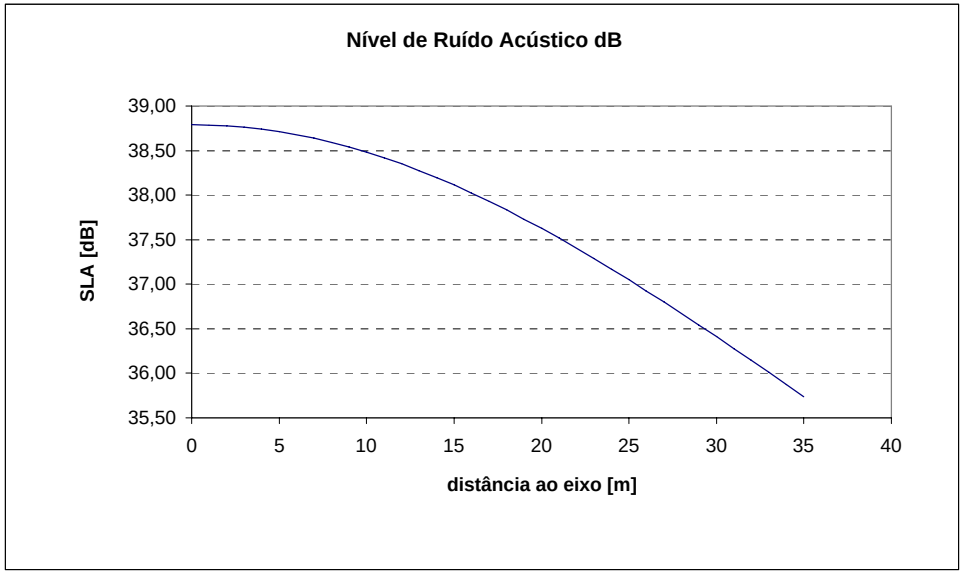
P_{coroa} (para a linha com bom tempo) = **0,74669 kW/km**

P_{coroa} (médias anuais para a linha) = **3,73345 kW/km**

Ruído Acústico

tabela 1

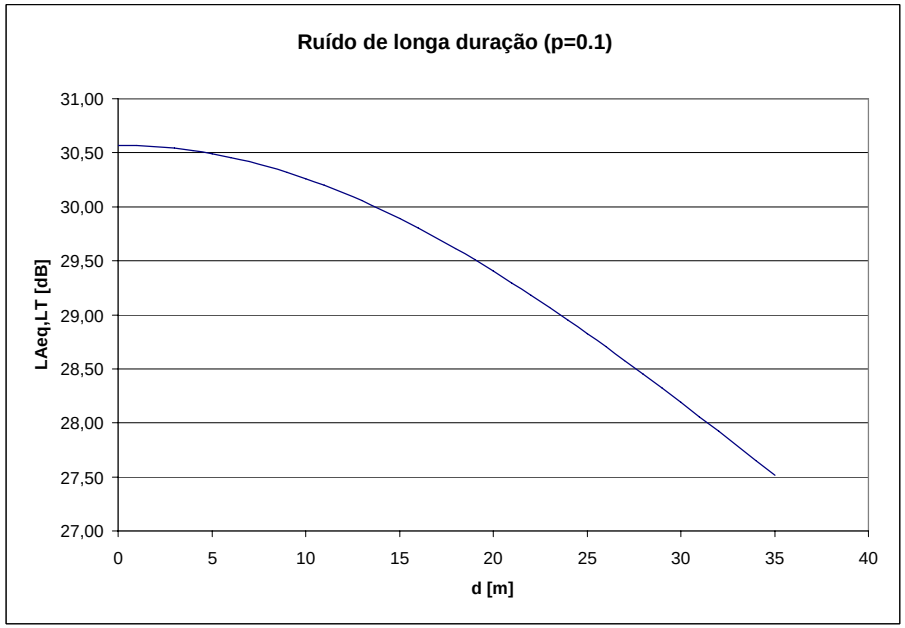
d[m]	SLA [dB]
0	38,79
1	38,79
2	38,78
3	38,76
4	38,74
5	38,71
6	38,68
7	38,64
8	38,59
9	38,54
10	38,48
11	38,42
12	38,35
13	38,28
14	38,20
15	38,11
16	38,02
17	37,93
18	37,83
19	37,73
20	37,63
21	37,52
22	37,40
23	37,29
24	37,17
25	37,05
26	36,93
27	36,80
28	36,67
29	36,54
30	**36,41**
31	36,28
32	36,14
33	36,01
34	35,87
35	35,74



< 52,5 dB(A) (Máximo susceptível de não provocar queixas - a**30m** do eixo da linha)
Environmental Protection Agency,USA

tabela 2

distância ao eixo [m]	$L_{Aeq,LT}$ [dB(A)]
0	30,57
1	30,57
2	30,56
3	30,54
4	30,52
5	30,49
6	30,46
7	30,42
8	30,37
9	30,32
10	30,26
11	30,20
12	30,13
13	30,05
14	29,98
15	29,89
16	29,80
17	29,71
18	29,61
19	29,51
20	29,40
21	29,30
22	29,18
23	29,07
24	28,95
25	28,83
26	28,70
27	28,58
28	28,45
29	28,32
30	28,19
31	28,06
32	27,92
33	27,79
34	27,65
35	27,51

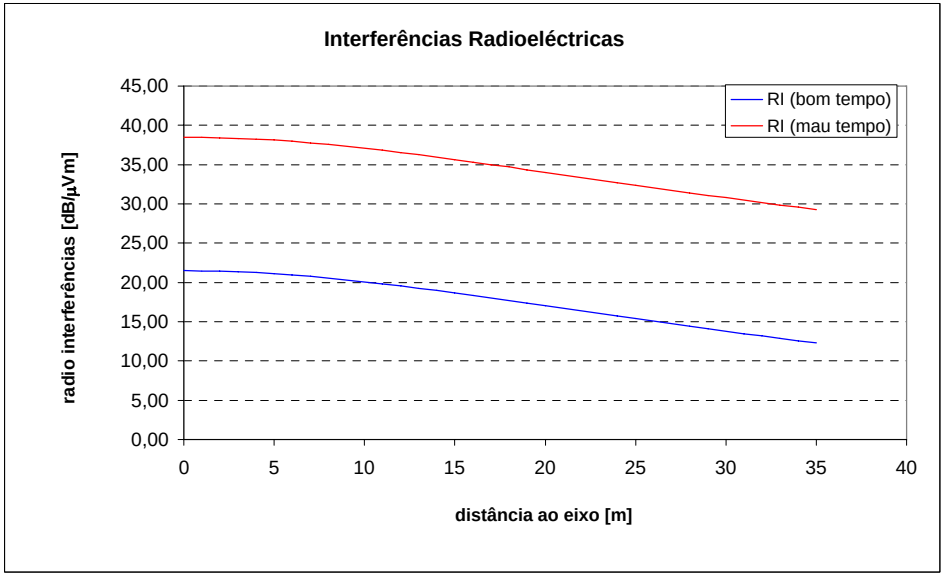


Interferências Radioeléctricas

d[m]	RIbt	RImt
0	21,48	38,48
1	21,47	38,47
2	21,43	38,43
3	21,35	38,35
4	21,25	38,25
5	21,11	38,11
6	20,96	37,96
7	20,77	37,77
8	20,56	37,56
9	20,34	37,34
10	20,09	37,09
11	19,83	36,83
12	19,55	36,55
13	19,26	36,26
14	18,96	35,96
15	**18,65**	**35,65**
16	18,33	35,33
17	18,01	35,01
18	17,69	34,69
19	17,36	34,36
20	17,03	34,03
21	**16,70**	**33,70**
22	16,37	33,37
23	16,04	33,04
24	15,71	32,71
25	15,38	32,38
26	15,06	32,06
27	14,74	31,74
28	14,42	31,42
29	14,10	31,10
30	13,79	30,79
31	13,48	30,48
32	13,17	30,17
33	12,87	29,87
34	12,57	29,57
35	12,28	29,28

RIbt - Ruído em bom tempo

RImt - Ruído em mau tempo (RIbt + 17 dB)



Valor máximo de ruído interferente (CISPR) a **15 m** do condutor exterior para linhas 70-200 kV
46 dB com bom tempo

Valor máximo de ruído interferente (CISPR) a **15 m** do condutor exterior para linhas 300-400 kV
53 dB com bom tempo

Para recepção de classe A (S/R >= 32 dB), a potência do sinal deverá ser de 73 dB (= 41 + 32 dB) a **21 m** do eixo.

COND	a	b	c	d	e	f	g	h	I	j	k	l	u	v
Emáx. [kV/cm]	14,32109559	14,34950583	14,779209	14,756574	14,2859649	14,32569	8,099966766	8,05758	7,97337495	8,004817	8,2054871	8,15661	6,131919	2,181829

Estudo do Efeito Coroa

Campo Eléctrico Crítico - Perdas por Efeito Coroa

DADOS

Temp. média anual =			15 ºC
Factor de superfície =			0,6
Dm=			1472,31 cm
Pressão atmosférica relativa			
δ =	0,99	p/ Alti. Méd. =	220,00 m

Campo Eléctrico Crítico (PEEK)

E0 = 15,438 kV/cm p/ Alti. Méd. = 220,00 m

E/E0 = 0,957 ⟹ ϕ = 0,027174

Perdas por Efeito Coroa

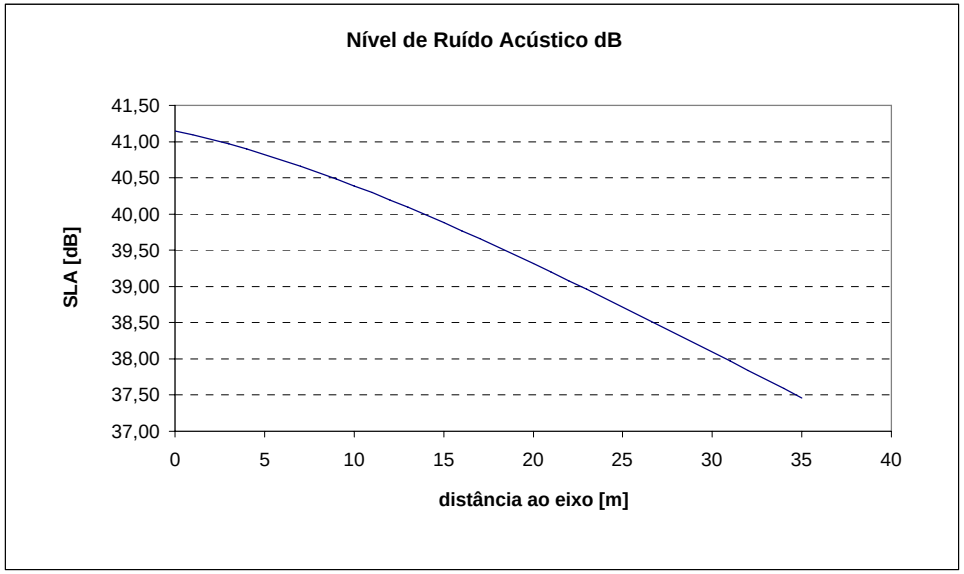
P_{coroa} (para a linha com bom tempo) = **2,069494 kW/km**

P_{coroa} (médias anuais para a linha) = **10,34747 kW/km**

Ruído Acústico

tabela 1

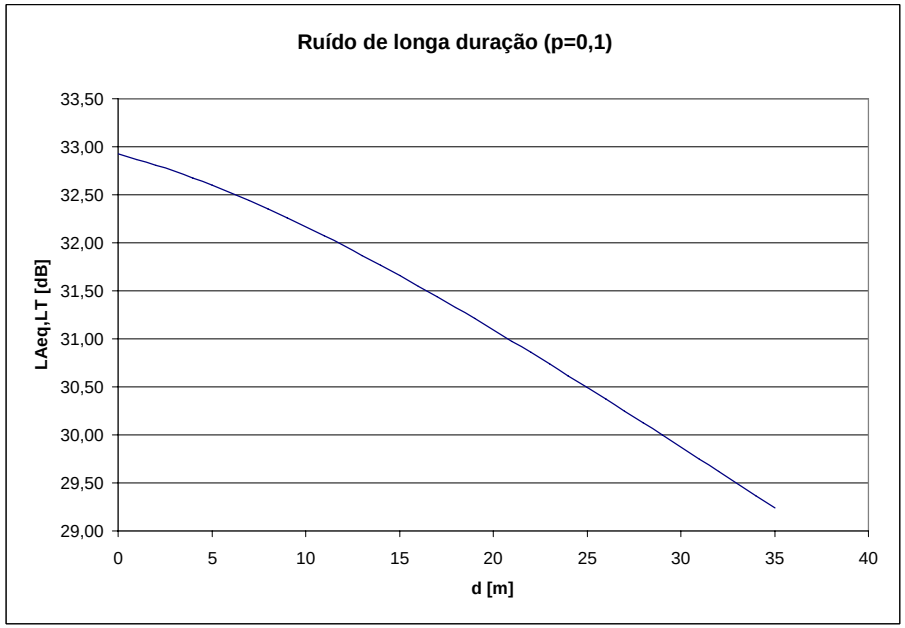
d[m]	SLA [dB]
0	41,15
1	41,09
2	41,03
3	40,97
4	40,90
5	40,82
6	40,74
7	40,66
8	40,57
9	40,48
10	40,39
11	40,29
12	40,19
13	40,09
14	39,99
15	39,88
16	39,77
17	39,66
18	39,55
19	39,43
20	39,32
21	39,20
22	39,08
23	38,96
24	38,84
25	38,72
26	38,59
27	38,47
28	38,34
29	38,22
30	**38,09**
31	37,97
32	37,84
33	37,72
34	37,59
35	37,46



< 52,5 dB(A) (Máximo susceptível de não provocar queixas - a**30m** do eixo da linha)
Environmental Protection Agency,USA

tabela 2

distância ao eixo [m]	$L_{Aeq,LT}$ [dB(A)]
0	32,92
1	32,87
2	32,81
3	32,74
4	32,67
5	32,60
6	32,52
7	32,44
8	32,35
9	32,26
10	32,17
11	32,07
12	31,97
13	31,87
14	31,77
15	31,66
16	31,55
17	31,44
18	31,32
19	31,21
20	31,09
21	30,98
22	30,86
23	30,74
24	30,62
25	30,49
26	30,37
27	30,25
28	30,12
29	30,00
30	29,87
31	29,75
32	29,62
33	29,49
34	29,37
35	29,24

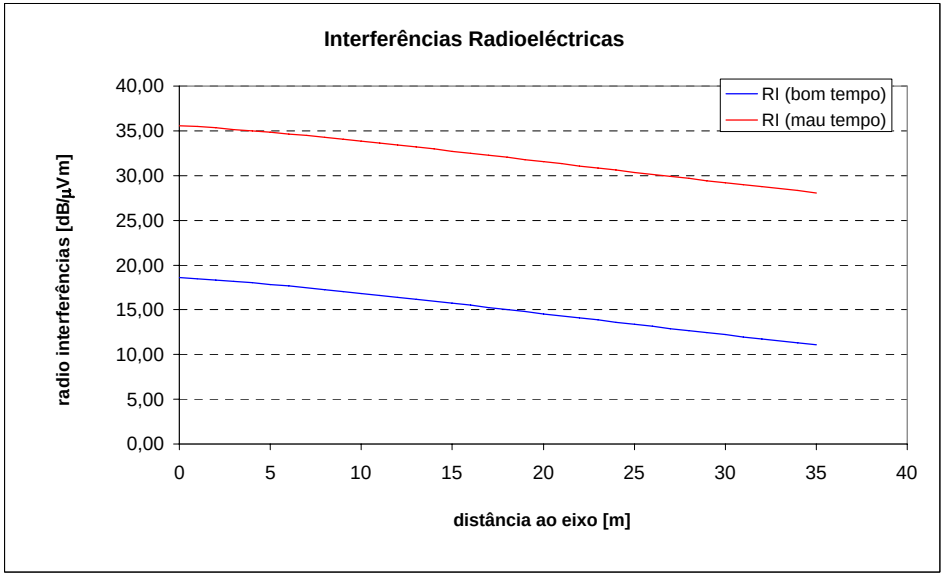


Interferências Radioeléctricas

d[m]	RIbt	RImt
0	18,59	35,59
1	18,46	35,46
2	18,32	35,32
3	18,17	35,17
4	18,01	35,01
5	17,83	34,83
6	17,65	34,65
7	17,46	34,46
8	17,26	34,26
9	17,06	34,06
10	16,85	33,85
11	16,64	33,64
12	16,42	33,42
13	16,19	33,19
14	15,96	32,96
15	**15,74**	**32,74**
16	15,50	32,50
17	15,27	32,27
18	15,03	32,03
19	14,80	31,80
20	14,56	31,56
21	**14,32**	**31,32**
22	14,08	31,08
23	13,85	30,85
24	13,61	30,61
25	13,37	30,37
26	13,14	30,14
27	12,90	29,90
28	12,67	29,67
29	12,44	29,44
30	12,21	29,21
31	11,98	28,98
32	11,75	28,75
33	11,53	28,53
34	11,31	28,31
35	11,08	28,08

RIbt - Ruído em bom tempo

RImt - Ruído em mau tempo (RIbt + 17 dB)



Valor máximo de ruído interferente (CISPR) a **15 m** do condutor exterior para linhas 70-200 kV
46 dB com bom tempo

Valor máximo de ruído interferente (CISPR) a **15 m** do condutor exterior para linhas 300-400 kV
53 dB com bom tempo

Para recepção de classe A (S/R >= 32 dB), a potência do sinal deverá ser de 73 dB (= 41 + 32 dB) a **21 m** do eixo.

ANEXO A.5 - ELEMENTOS GERAIS DA LINHA

Linha dupla Recarei – Feira / Feira – Paraimo
400 kV 3 2 ZAMBEZE DORKING OPGW

	Vért	Apoio		Pernas				Ângulo	Vão	Coordenadas (m)			Adapt.	Fixação			Amortecedores							B	BFD	
	Nº	Nº	Tipo					(grd)	(m)	M	P	Cota		CC	CG	FO	CC	CG	FO					n.º	Espaç.	n.º
1		PAL 422 (SFRA)	PAL4C	0	0	0	0	0,00	63,03	-27479,21	143398,10	353,10	0	AP20	AT	AT				2	1	1		0		0
2		1	ELT01	0	0	0	0	-22,62	146,50	-27429,72	143359,07	367,92	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
3	V1	2	DLA5	0	0	0	0	27,93	166,07	-27288,66	143319,55	370,98	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
4	V2	3	DLA7	0	0	0	0	36,08	178,92	-27168,36	143205,06	351,94	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
5	V3	4	DLA7	0	0	0	0	33,90	203,94	-27136,27	143029,04	377,72	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
6	V4	5	DLT7	0	0	0	0	30,21	607,91	-27217,80	142842,10	388,26	0	AD20	A	AS				2	1	1		20		0
7		6	DLR9	0	0	0	0	0,00	226,11	-27708,22	142482,87	359,76	0	SD20	A	A				2	1	1		0	10	22
8	V5	7	DLA8	0	0	0	0	-10,18	381,06	-27890,63	142349,26	357,83	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
9	V6	8	DLT7	0	0	0	0	-26,50	385,55	-28153,42	142073,30	292,38	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
10	V7	9	DLA6	0	0	0	0	12,93	260,98	-28266,77	141704,79	310,76	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
11	V8	10	DLT6	0	0	0	0	-26,90	152,88	-28397,36	141478,84	326,93	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
12	V9	11	DLA7	0	0	0	0	-30,20	362,04	-28405,71	141326,18	302,46	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	10	35
13		12	ELS06	0	0	0	0	0,00	360,72	-28240,92	141003,82	341,08	0	SD20	S	S				2	1	1		0		0
14	V10	13	DLA6	0	0	0	0	-8,74	289,78	-28076,73	140682,63	354,05	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
15	V11	14	DLT8	0	0	0	0	22,27	743,78	-27907,14	140447,66	318,12	0	AD20	A	AS				2	1	1		25		0
16	V12	15	DLT7	0	0	0	0	-30,07	381,55	-27732,85	139724,58	277,57	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
17		16	DLS7	0	0	0	0	0,00	328,66	-27469,62	139448,39	324,32	0	SD20	S	S				2	1	1		0	10	32
18		17	DLS7	0	0	0	0	0,00	376,07	-27242,87	139210,47	329,97	0	SD20	S	S				2	1	1		0		0
19		18	DLS5	0	0	0	0	0,00	191,13	-26983,42	138938,24	369,64	0	SD20	S	S				2	1	1		0		0
20	V13	19	DLA7	0	0	0	0	19,83	516,42	-26851,56	138799,88	371,52	0	AD20	A	AS				2	1	1		17		0
21	V14	20	DLT10	0	0	0	0	-30,63	173,68	-26643,19	138327,36	353,34	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
22	V15	21	DLT10	0	0	0	0	37,67	484,84	-26501,92	138226,33	321,43	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
23		22	DLA5	0	0	0	0	0,00	246,82	-26362,09	137762,09	392,84	0	SD20	S	S				2	1	1		0		0
24		23	DLS6	0	0	0	0	0,00	437,64	-26290,90	137525,76	380,44	0	SD20	S	S				2	1	1		0		0
25		24	ELS05	0	0	0	0	0,00	520,16	-26164,68	137106,72	379,63	0	SD20	A	A				2	1	1		17		0
26		25	DLS5	0	0	0	0	0,00	190,24	-26014,67	136608,67	406,04	0	SD20	A	A				2	1	1		0		0
27		26	ELS08	0	0	0	0	0,00	708,69	-25959,80	136426,51	395,67	0	SD20	A	A				2	1	1		24		0
28		27	ELT09	0	0	0	0	0,00	366,63	-25755,41	135747,94	400,77	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
29	V16	28	DLT7	0	0	0	0	-19,59	624,42	-25649,67	135396,88	374,17	0	AD20	A	AS				2	1	1		21		0
30		29	ELS06	0	0	0	0	0,00	438,84	-25279,56	134893,98	414,28	0	SA20	A	A				2	1	1		0		0
31	V17	30	DLA5	0	0	0	0	17,64	641,17	-25019,45	134540,53	358,29	0	AD20	A	AS				2	1	1		21		0
32	V18	31	DLT9	0	0	0	0	26,94	256,50	-24813,74	133933,25	391,03	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
33		32	DLS8	0	0	0	0	0,00	200,56	-24850,45	133679,39	447,73	0	SA20	S	S				2	1	1		0		0
34	V19	33	DLA7	0	0	0	0	-23,56	251,67	-24879,15	133480,90	407,86	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
35		34	DLS7	0	0	0	0	0,00	376,18	-24812,61	133238,18	418,46	0	SD20	S	S				2	1	1		0		0
36		35	ELS06	0	0	0	0	0,00	294,21	-24713,15	132875,39	451,04	0	SD20	S	S				2	1	1		0		0
37	V20	36	DLT8	0	0	0	0	-33,06	142,96	-24635,35	132591,65	465,57	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0
38		37	ELT04	0	0	0	0	-2,66	0,00	-24528,46	132496,73	437,55	0	AD20	A	AS				2	1	1		0		0

Linha dupla Recarei – Feira / Feira – Paraimo
400 kV 3 2 ZAMBEZE DORKING OPGW

	Vért	Apoio		Pernas				Ângulo	Vão	Coordenadas (m)			Adapt.	Fixação			Amortecedores							B	BFD
	Nº	Nº	Tipo					(grd)	(m)	M	P	Cota		CC	CG	FO	CC	CG	FO						
1		PAL 422 (SFRA)	PAL4C	0	0	0	0	0,00	63,03	-27479,21	143398,10	353,10	0	AP20	AT	AT				2	1	1		0	0
2		1	ELT01	0	0	0	0	-22,62	146,50	-27429,72	143359,07	367,92	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
3	V1	2	DLA5	0	0	0	0	27,93	166,07	-27288,66	143319,55	370,98	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
4	V2	3	DLA7	0	0	0	0	36,08	178,92	-27168,36	143205,06	351,94	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
5	V3	4	DLA7	0	0	0	0	33,90	203,94	-27136,27	143029,04	377,72	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
6	V4	5	DLT7	0	0	0	0	30,21	607,91	-27217,80	142842,10	388,26	0	AD20	A	AS				2	1	1		20	0
7		6	DLR9	0	0	0	0	0,00	226,11	-27708,22	142482,87	359,76	0	SD20	A	A				2	1	1		0	0
8	V5	7	DLA8	0	0	0	0	-10,18	381,06	-27890,63	142349,26	357,83	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
9	V6	8	DLT7	0	0	0	0	-26,50	385,55	-28153,42	142073,30	292,38	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
10	V7	9	DLA6	0	0	0	0	12,93	260,98	-28266,77	141704,79	310,76	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
11	V8	10	DLT6	0	0	0	0	-26,90	152,88	-28397,36	141478,84	326,93	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
12	V9	11	DLA7	0	0	0	0	-30,20	362,04	-28405,71	141326,18	302,46	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	35
13		12	ELS06	0	0	0	0	0,00	360,72	-28240,92	141003,82	341,08	0	SD20	S	S				2	1	1		0	0
14	V10	13	DLA6	0	0	0	0	-8,74	289,78	-28076,73	140682,63	354,05	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
15	V11	14	DLT8	0	0	0	0	22,27	743,78	-27907,14	140447,66	318,12	0	AD20	A	AS				2	1	1		25	0
16	V12	15	DLT7	0	0	0	0	-30,07	381,55	-27732,85	139724,58	277,57	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
17		16	DLS7	0	0	0	0	0,00	328,66	-27469,62	139448,39	324,32	0	SD20	S	S				2	1	1		0	33
18		17	DLS7	0	0	0	0	0,00	376,07	-27242,87	139210,47	329,97	0	SD20	S	S				2	1	1		0	0
19		18	DLS5	0	0	0	0	0,00	191,13	-26983,42	138938,24	369,64	0	SD20	S	S				2	1	1		0	0
20	V13	19	DLA7	0	0	0	0	19,83	516,42	-26851,56	138799,88	371,52	0	AD20	A	AS				2	1	1		17	0
21	V14	20	DLT10	0	0	0	0	-30,63	173,68	-26643,19	138327,36	353,34	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
22	V15	21	DLT10	0	0	0	0	37,67	484,84	-26501,92	138226,33	321,43	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
23		22	DLA5	0	0	0	0	0,00	246,82	-26362,09	137762,09	392,84	0	SD20	S	S				2	1	1		0	0
24		23	DLS6	0	0	0	0	0,00	437,64	-26290,90	137525,76	380,44	0	SD20	S	S				2	1	1		0	0
25		24	ELS05	0	0	0	0	0,00	520,16	-26164,68	137106,72	379,63	0	SD20	A	A				2	1	1		17	0
26		25	DLS5	0	0	0	0	0,00	190,24	-26014,67	136608,67	406,04	0	SD20	A	A				2	1	1		0	0
27		26	ELS08	0	0	0	0	0,00	708,69	-25959,80	136426,51	395,67	0	SD20	A	A				2	1	1		24	0
28		27	ELT09	0	0	0	0	0,00	366,63	-25755,41	135747,94	400,77	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
29	V16	28	DLT7	0	0	0	0	-19,59	624,42	-25649,67	135396,88	374,17	0	AD20	A	AS				2	1	1		21	0
30		29	ELS06	0	0	0	0	0,00	438,84	-25279,56	134893,98	414,28	0	SA20	A	A				2	1	1		0	0
31	V17	30	DLA5	0	0	0	0	17,64	641,17	-25019,45	134540,53	358,29	0	AD20	A	AS				2	1	1		21	0
32	V18	31	DLT9	0	0	0	0	26,94	256,50	-24813,74	133933,25	391,03	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
33		32	DLS8	0	0	0	0	0,00	200,56	-24850,45	133679,39	447,73	0	SA20	S	S				2	1	1		0	0
34	V19	33	DLA7	0	0	0	0	-23,56	251,67	-24879,15	133480,90	407,86	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
35		34	DLS7	0	0	0	0	0,00	376,18	-24812,61	133238,18	418,46	0	SD20	S	S				2	1	1		0	0
36		35	ELS06	0	0	0	0	0,00	294,21	-24713,15	132875,39	451,04	0	SD20	S	S				2	1	1		0	0
37	V20	36	DLT8	0	0	0	0	-33,06	142,96	-24635,35	132591,65	465,57	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
38		37	ELT04	0	0	0	0	-2,66	0,00	-24528,46	132496,73	437,55	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0

Linha Feira-Ribeira de Pena
400 kV 3 1 ZEBRA DORKING OPGW

	Vért	Apoio		Pernas				Ângulo	Vão	Coordenadas (m)			Adapt.	Fixação			Amortecedores							B	BFD
	Nº	Nº	Tipo					(grd)	(m)	M	P	Cota		CC	CG	FO	CC	CG	FO						
1		PAL 442	PAL4C	0	0	0	0	0,00	67,18	-27459,42	143435,44	353,03	0	AP20	AT	AT				2	1	1			0
2	V1	P1 (LFRARBP)	ELT01	0	0	0	0	97,23	139,24	-27404,71	143396,44	363,92	0	AD20	A	AS				2	1	1			0
3	V2	P2 (LFRARBP)	ELT02	0	0	0	0	-92,35	0,00	-27328,61	143513,04	336,56	0	AD20	A	AS				2	1	1			0

Linha Recarei – Paraimo
400 kV 3 2 ZAMBEZE DORKING OPGW

	Vért	Apoio		Pernas				Ângulo	Vão	Coordenadas (m)			Adapt.	Fixação			Amortecedores							B	BFD
	Nº	Nº	Tipo					(grd)	(m)	M	P	Cota		CC	CG	FO	CC	CG	FO						
1		APS 092 LRR.PI	YR3	0	0	0	0	-0,48	370,09	-25366,66	131589,97	296,50	0	AD20	AT	AT				2	1	1		0	0
2		APS 091 LRR.PI	YLS2	0	0	0	0	0,77	257,78	-25116,33	131862,55	388,68	0	SD20	A	AS				2	1	1		0	0
3	V1	APS 090 LRR.PI	YLS2	0	0	0	0	1,28	466,55	-24943,58	132053,87	394,13	0	SD20	A	AS				2	1	1		0	0
4	V2	APS 089 LRRPI	YR3	0	0	0	0	-2,66	140,47	-24626,27	132395,91	432,32	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
5	V3	P37	ELT4	0	0	0	0	0,99	180,06	-24528,46	132496,73	437,55	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0
6	V4	APS 088 LRRPI	YR3	0	0	0	0	0,97	355,40	-24409,22	132631,65	445,62	0	AD20	A	AS				2	1	1		0	0