

UP3 – CITRU de Bigorne  
Bigorne – 5100-330 Lamego  
Avaliação de Ruído Ambiental

RELATÓRIO n.º 605-17-RBG de 15-05-2017  
PROPOSTA n.º 41.816-NL

## Índice

1. Identificação do cliente .....	3
2. Introdução e objectivos .....	3
3. Definições .....	3
4. Metodologia e equipamentos de medida.....	4
5. Legislação.....	5
6. Correção meteorológica para longa duração (1 ano) .....	6
7. Condições e localização das medições.....	7
8. Resultados.....	8
9. Conclusões.....	10
ANEXO I	Resultados de campo
ANEXO II	Cópia dos Boletins de Verificação

## 1. Identificação do cliente

**Entidade Adjudicadora:** RESINORTE - Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S. A.

**Empresa:** UP3 – CITRU de Bigorne

**Morada:** Bigorne 5100-330 Lamego

## 2. Introdução e objectivos

As medições de ruído descritas seguidamente, têm como objectivos avaliar o critério de incomodidade provocado pela instalação da unidade UP3 – CITRU de Bigorne, em Lamego, assim como o nível sonoro de longa duração de acordo com o Decreto-Lei n.º 9/2007.

As medições foram feitas em 22 e 23 de Novembro de 2016 em períodos diurno, entardecer e noturno com a unidade em funcionamento normal e com a unidade sem atividade.

A unidade em questão está instalada próxima de habitações e tem um período de funcionamento das 9h30 às 12h30 e 14h:30 às 18h:00.

## 3. Definições

$L_{Aeq,T}$ : Nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, do ruído ambiente,

$$L_{Aeq,T} = 10 \times \lg \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{Aeq,i}}{10}} \right)$$

em que  $n$  é o nº de medições e  $L_{Aeq,i}$  é o valor do nível sonoro correspondente à medição  $i$ ;

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

$$L_{den} = 10 \times \log \frac{1}{24} \left[ 13 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 3 \times 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right];$$

**Indicador de ruído Diurno ( $L_d$ ), do Entardecer ( $L_e$ ) e Nocturno ( $L_n$ ):** o nível sonoro de longa duração, conforme definido no RGR, determinando durante uma série de períodos Diurnos, de Entardecer e Nocturnos representativos de um ano;

**Período de Referência:** o intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as actividades típicas, delimitado nos seguintes termos:

- ✓ Período Diurno: das 7 às 20 horas;
- ✓ Período Entardecer: das 20 às 23 horas;
- ✓ Período Nocturno: das 23 às 7 horas.

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

**Ruído Particular:** o componente de ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora;

**Ruído Residual:** o ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares para uma situação determinada;

**Zona Mista:** a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afectada a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de Zona Sensível;

**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.

## 4. Metodologia e equipamentos de medida

A Enarpur – Estudos Atmosféricos e Energia, Lda. garante que a realização dos ensaios e o tratamento dos dados são feitos por pessoal especializado e com elevada formação técnica.

Os procedimentos de medição são suportados pela Norma NP ISO 1996 (2011) ou na versão actualizada correspondente e pelas directrizes da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) aplicáveis. Foram também seguidas as orientações descritas no Regulamento Geral do Ruído - RGR (Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro), sendo considerados, no âmbito deste relatório, os conceitos e definições constantes deste Regulamento.

O principal equipamento utilizado nas medições pertence à classe de precisão 1 (CEI 804) e é aprovado pelo IPQ com o n.º 245/70/16.56626, consistindo em:

- Sonómetro Cesva SC310, Nr. Série T222802
- Calibrador sonoro Cesva CB-5, Nr. Série 038258
- Microfone Cesva C-130, Nr. Série 7903

As boas condições de funcionamento dos equipamentos foram verificadas antes do início das medições. Antes e após cada conjunto de medições foi efectuada a calibração do analisador de ruído. Se o valor obtido na calibração final diferir do valor inicial em mais de 0,5 dB o conjunto de medições é considerado inválido. Tal não sucedeu.

**Ensaio acreditado pela Norma NP EN ISO/IEC 17025 com o certificado de acreditação n.º L0330 do Instituto Português de Acreditação**

## 5. Legislação

O Regulamento Geral do Ruído aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro, nomeadamente o seu artigo 11º estabelece os valores do Indicador de Ruído Diurno-Entardecer-Nocturno, ponderado A,  $L_{den}$  e do Indicador de Ruído Nocturno, ponderado A,  $L_n$ , aos quais as zonas classificadas como sensíveis ou mistas podem ficar expostas (*nível sonoro médio de longa duração*).

Zona	Valores Limite dB(A)	
	$L_{den}$	$L_n$
Sensível *	55	45
Mista	65	55
Não Classificada	63	53

**Tabela 1:** Valores limite para  $L_{den}$  e  $L_n$

\* Sempre que na proximidade exista em exploração, à data de entrada em vigor deste regulamento uma grande infraestrutura de transporte (>3 milhões passagens de veículos por ano) os valores limite são iguais aos das zonas mistas.

O número 1 do artigo 13º estabelece a diferença máxima permitida entre o indicador  $L_{Aeq}$  do ruído ambiente, ponderado A determinado durante a ocorrência do ruído particular da actividade em avaliação e o valor do indicador  $L_{Aeq}$  do ruído residual, ponderado A a que se exclui aquele ruído (*critério de incomodidade*).

Na seguinte tabela são evidenciados os valores limite aplicáveis:

Período	Valor limite dB(A)
Diurno	5
Entardecer	4
Nocturno	3

**Tabela 2:** Valores limite para critério de incomodidade

O indicador  $L_{Aeq}$  do ruído ambiente para o cálculo do critério de incomodidade deve ser corrigido de acordo com as características tonais e impulsivas do ruído particular, passando a designar-se por  $L_{Ar}$  aplicando-se a seguinte fórmula:  $L_{Ar} = L_{Aeq} + K_1 + K_2$  onde,  $K_1$  é a correcção tonal e  $K_2$  a correcção impulsiva.

Se forem detectadas características tonais ou impulsivas específicas do ruído particular então  $K_1 = 3$  dB e  $K_2 = 3$  dB respectivamente.

Aos valores limite expressos na tabela 2 deve ser adicionado o valor  $D$ , que é determinado em função da relação percentual entre a duração de ocorrência do ruído particular e duração total do período de referência.

Na seguinte tabela são evidenciados os valores de  $D$ :

Relação percentual ( $q$ ) entre a duração acumulada do ruído particular e a duração 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

**Tabela 3:** Valores de  $D$

**Nota:** Para o período Nocturno não são aplicáveis os valores  $D=4$  e  $D=3$  mantendo-se  $D=2$  para qualquer  $q \leq 50\%$ . Exceptua-se desta restrição a aplicação de  $D=3$  para actividades com horário de funcionamento até às 24 horas.

## 6. Correção meteorológica para longa duração (1 ano)

Os valores de  $L_d$ ,  $L_e$ ,  $L_n$  e  $L_{den}$  correspondem a períodos de longa duração e representativos de um ano.

Sempre que  $d_p > 10(h_s + h_r)$  as medições efectuadas são realizadas com condições meteorológicas favoráveis à propagação do som. Um período tão longo (1 ano) inclui normalmente várias condições meteorológicas favoráveis e desfavoráveis à propagação do som. Desta forma para se obter o nível sonoro médio de longa duração, o valor obtido em condições favoráveis à propagação deve ser corrigido da seguinte forma:

$$L_{Aeq, T}(LD) = L_{Aeq, T} - C_{met} \quad \text{onde}$$

$L_{Aeq, T}(LD)$  = nível sonoro médio de longa duração;  $L_{Aeq, T}$  = nível sonoro médio medido em condições favoráveis;

$C_{met}$  = correção meteorológica.

A correção meteorológica é determinada da seguinte forma,

$$C_{met} = 0 \quad \text{se} \quad d_p \leq 10(h_s + h_r);$$

$$C_{met} = C_0 \times \left[ 1 - \frac{10 \times (h_s + h_r)}{D_p} \right] \quad \text{se} \quad d_p > 10(h_s + h_r). \quad \text{onde,}$$

$C_0$  = factor, em dB, que depende das estatísticas meteorológicas locais relativas à velocidade, à direcção do vento e gradientes de temperatura;

$h_s$  = altura da fonte sonora, em metro;

$h_r$  = altura do receptor, em metro;

$d_p$  = distância, em metro, entre a fonte e o receptor, projectada no plano horizontal.

Uma vez que, no caso em estudo,  $d_p \leq 10(h_s + h_r)$ , considera-se que a influência das condições meteorológicas na propagação sonora é irrelevante

Visto não estar disponível informação detalhada de dados meteorológicos na zona em questão considerou-se que no período diurno existe probabilidade de 52% de ocorrência de condições favoráveis ao longo do ano, no período entardecer existem 75% de probabilidade ocorrência de condições favoráveis e no período nocturno 100% (ver *Adaptation and revision of the interim noise computation methods for the purpose of strategic noise mapping, Março 2003*).

$$C_0 = -10 \lg \left( \frac{P_f}{100} \cdot 10^{\frac{C_f}{10}} + \frac{P_{hc}}{100} \cdot 10^{\frac{C_{hc}}{10}} + \frac{P_{hu}}{100} \cdot 10^{\frac{C_{hu}}{10}} \right)$$

Onde  $P_f$  = Probabilidade de ocorrência de ventos favoráveis;  $P_{hc}$  = Probabilidade de ocorrência de ventos laterais, e  $P_{hu}$  = Probabilidade de ocorrência de ventos desfavoráveis.

$C_f = 0$ ;  $C_{hu} = 10$  dB e  $C_{hc} = 1,5$  dB (Segundo ISO 9613-2)

Nas condições de propagação consideradas obteve-se um  $C_{0 \text{ diurno}} = 0,44$  dB;  $C_{0 \text{ entardecer}} = 0,64$  dB e  $C_{0 \text{ nocturno}} = 0,00$  dB. Nas condições desfavoráveis em cada período consideraram-se 50% ventos laterais e 50% ventos desfavoráveis.

## 7. Condições e localização das medições

Todas as medições foram efectuadas a uma distância superior a 3,5 m de qualquer estrutura reflectora à excepção do solo, e a uma altura igual ou superior a 1,5 m.

As datas de medição e as condições meteorológicas relevantes em cada ponto de medição são apresentadas na seguinte tabela:

Local	Período	Data de amostragem	Condições meteorológicas			
			T (°C)	HR (%)	Vel (m/s)	Dir Vento
P1	Diurno Ambiente	22-11-2016	4	86	2,2	NW
P1		23-11-2016	6	78	1,9	N
P1	Diurno Residual	22-11-2016	2	92	2,2	NW
P1		23-11-2016	5	82	<0,7	---
P1	Entardecer Ambiente	22-11-2016	1	95	2,0	NW
P1		23-11-2016	3	90	<0,7	---
P1	Nocturno Ambiente	22-11-2016	1	95	2	NW
P1		23-11-2016	2	93	<0,7	---

Tabela 4: Intervalos de medição e condições meteorológicas ponto A

As medições nos períodos do Entardecer e Nocturno, incidiram apenas no Ruído Ambiente, pois uma vez analisados os resultados, se concluiu da não aplicabilidade do critério de incomodidade, não sendo necessário proceder a medições de ruído residual.



No seguinte esquema, está representado o local medição através da designação 'P1':

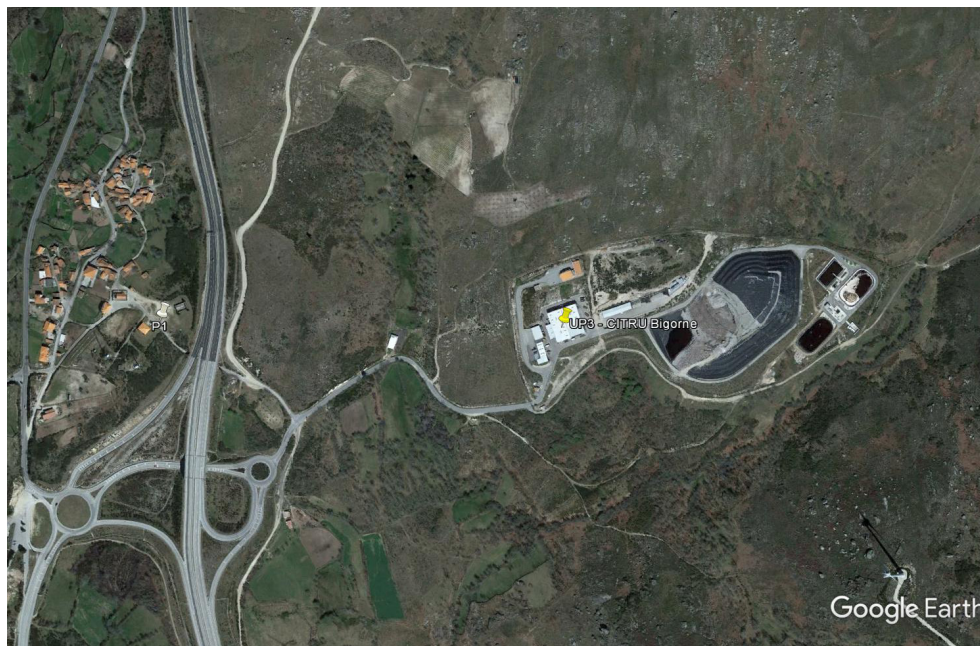


Figura 1: Esquema da empresa e locais de medições.

## 8. Resultados

Os resultados obtidos nas medições de níveis sonoros são os indicados na tabela 5.

(ver observações no final do capítulo)

Local	Tipo	Período	$L_{Aeq}$ [dB]	$L_{A/m}$ [dB]	$K_1$ [dB]	$K_2$ [dB]	$L_{Ar}$ [dB]
P1	Ambiente	Diurno	49,2	51,6	0	0	50,0
P1	Residual	Diurno	50,4	53,3	0	0	-
P1	Ambiente	Entardecer	40,7	46,0	0	0	-
P1	Ambiente	Nocturno	38,3	42,4	0	0	-

Tabela 5: Resultados das medições de níveis sonoros.

### Observações:

- A designação do **local de medições** corresponde ao local onde foram efectuadas as medições, de acordo com o constante da *figura 1*;
- **$L_{Aeq}$  [dB]** corresponde ao valor do nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, no intervalo de tempo como definido no capítulo 3 deste relatório;
- **$L_{A/m}$  [dB]** corresponde ao valor do nível sonoro contínuo equivalente, medido com característica impulsiva;
- **$K_1$**  corresponde à correcção tonal e foi determinado a partir dos resultados de campo, que podem ser observados no anexo I do presente relatório, conforme o D.L. 9/2007;
- **$K_2$**  corresponde à correcção impulsiva e foi determinado a partir das diferenças entre  $L_{A/m}$  [dB] e  $L_{Aeq}$  [dB], conforme o D.L. 9/2007;



- $LAr [dB] = LAeq + K1 + K2$ , correspondendo ao nível de avaliação (D.L. 9/2007).
- Não foram detectadas características impulsivas e/ou tonais da responsabilidade da UP3 – CITRU de Bigorne, no ponto de amostragem.
- O ruído no local de medição P1 é fortemente influenciado pelo tráfego rodoviário da A24, pelo que se apresentam contagens de tráfego relativas aos períodos de medições de ruído neste local. A contribuição para os níveis de ruído das fontes alheias ao estabelecimento UP3 – CITRU de Bigorne foi idêntica para as medições de ruído ambiente e de ruído residual.
- No local de medição P1 não é audível qualquer tipo de ruído proveniente da UP3.
- Não foram efectuadas medições durante o fim-de-semana visto não ser expectável variação superior a 3 dB entre semana útil e fim-de-semana.

De seguida, e de acordo com os períodos de funcionamento do estabelecimento em avaliação, apresentam-se os indicadores de ruído Diurno ( $L_d$ ), Entardecer ( $L_e$ ), Nocturno ( $L_n$ ) e  $L_{den}$  em condições favoráveis de propagação.

Local	$L_d$ [dB]	$L_e$ [dB]	$L_n$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
A	49	40	41	49

**Tabela 6:** Indicadores de ruído diurno, entardecer, nocturno e  $L_{den}$ .

Verificação da influência das condições meteorológicas na propagação sonora no ponto A:

Local	$d_p$ [m]	$h_s$ [m]	$h_r$ [m]	$C_{met}$ [dB]			Indicadores de Longa duração [dB]			
				Diurno	Entar	Noct	$L_d$	$L_e$	$L_n$	$L_{den}$
A	425	2	1,5	0,44	0,64	0,00	48,6	40,3	40,9	49,0

**Tabela 7:** Indicadores de ruído diurno, entardecer e nocturno.

**Legenda:**  $h_s$  = altura da fonte sonora, em metro;  $h_r$  = altura do receptor, em metro;  $d_p$  = distância, em metro, entre a fonte e o receptor, projectada no plano horizontal;  $C_{met}$  = correcção meteorológica.

Os resultados obtidos nas contagens de tráfego efectuadas durante cada medição de ruído no local 'A' são os indicados na seguinte tabela:

Veículos/hora		Ambiente			Residual		
		Diurno	Entardecer	Nocturno	Diurno	Entardecer	Nocturno
Local A	ligeiros	49	23	4	48	-	-
	pesados	4	2	1	5	-	-
	motociclos	0	0	0	0	-	-

**Tabela 8:** Contagens de tráfego

Na tabela seguinte são apresentados os resultados obtidos e os valores limites legais.

	Período	Local de medições	Valor limite		
		A	Zonas Sensíveis	Zona Mistas	Zona Não Classificadas
Indicador de ruído diurno-entardecer-noturno de longa duração ( $L_{den}$ ) (art.º 11.º do RGR)	-	49	55	65	63
Indicador de ruído noturno de longa duração ( $L_n$ ) (art.º 11.º do RGR)	-	41	45	55	53
Critério de incomodidade ( $L_A - LA_{eq, residual}$ ) (n.º 1, art.º 13.º do RGR)	Diurno	0	5		
	Entardecer	N/A	4		
	Noturno	N/A	3		

**Tabela 9:** Resultados das medições de níveis sonoros vs limites legais.

## 9. Conclusões

Pode considerar-se o ruído como um dos principais factores que afectam o ambiente contribuindo para a degradação da qualidade de vida, principalmente em zonas habitacionais. Assim, um cuidado especial deve ser posto no licenciamento de actividades potencialmente geradoras de ruído bem como de locais destinados a habitação ou a equipamentos colectivos prioritariamente utilizados pela população como locais de recolhimento, de modo a proteger a saúde pública e a salvaguardar um ambiente sonoro equilibrado.

Relativamente ao caso em estudo verificou-se que:

- o O valor limite para zonas sensíveis, não classificadas e mistas, indicados no art. 11.º do RGR, do Indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno de longa duração,  $L_{den}$  e do Indicador de ruído noturno de longa duração,  $L_n$ , não são ultrapassados no local de medição, cumprindo o estipulado no RGR;
- o O valor limite indicado no n.º 1, art. 13.º do RGR (critério de incomodidade), não são ultrapassados, no período diurno, no local de medição, cumprindo assim o estipulado no RGR (não sendo aplicados aos restantes períodos, conforme Cap. 8).

As conclusões referidas são válidas para os períodos em que as medições foram efetuadas.

  
Verificado por  
(Carla Gonçalves)

  
Emitido por  
(Gil Santos)