

**PROGNÓSTICO DO INCREMENTO DE
TRÁFEGO E DO INCREMENTO DE
RUÍDOS NAS FASES DE OBRA E
OPERAÇÃO DO ESTALEIRO EISA
ALAGOAS**

Elaboração:



MAIO DE 2013



APRESENTAÇÃO

O presente relatório técnico apresenta o Prognóstico do Incremento de Tráfego e do Incremento de Ruídos nas Fases de Obra e Operação do Estaleiro EISA Alagoas, em atendimento ao acordo firmado entre a ACQUAPLAN TECNOLOGIA E CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA. e a ENGERA ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE RECURSOS AMBIENTAIS LTDA.



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	1
1 EMPREENDEDOR E CONSULTOR	2
1.1 Contratante.....	2
1.2 Consultor	2
2 EQUIPE TÉCNICA	3
2.1 Coordenação geral	3
2.2 Membros da equipe	3
3 INTRODUÇÃO	4
4 OBJETIVOS	5
5 LOCALIZAÇÃO	6
6 METODOLOGIA	7
6.1 Diagnóstico das condições de tráfego atuais	7
6.2 Geração de viagens.....	12
6.2.1 Fase de obras	12
6.2.2 Fase de operação	21
6.3 Geração de ruídos	22
6.3.1 Estimativa do nível de ruído atual.....	23
6.3.2 Cálculo do ruído incremental	25
7 ATENUAÇÃO DOS RUÍDOS	26
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33



1 EMPREENDEDOR E CONSULTOR

1.1 Contratante

Razão Social: ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental Ltda.

CNPJ/MF: 06.326.419/0001-14

RCT/IBAMA: 658878

Registro CREA-SC: 074560-2

Endereço: Av. Rui Barbosa, 372, apto.103, Praia dos Amores, Balneário Camboriú – SC
CEP: 88331-510

Responsável: Fernando Luiz Diehl

Fone: (47) 3366-1400

Fax: (47) 3366-7901

e-mail: acquaplan@acquaplan.net

1.2 Consultor

Razão Social: ENGERA ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE RECURSOS AMBIENTAIS LTDA

CNPJ/MF: 07.124.818/0001-65

RCT/IBAMA: 3.638.802

Endereço: Rua Desembargador Vitor Lima, nº 260, sala 703 – Trindade – Florianópolis - SC
CEP 88.040-400

Contato: Edney Rodrigues de Farias – Coordenador de Projeto

Fone: (48) 3389-2007

Fax: (48) 3389-2007

e-mail: edney@engera.com.br



2 EQUIPE TÉCNICA

2.1 Coordenação geral

Nome	Formação	Número de registro no conselho de classe	RCT/IBAMA
Edney Rodrigues de Farias	Eng. Civil	CREA/SC 48334-4	79936

2.2 Membros da equipe

Nome	Formação	Número de registro no conselho de classe	RCT/IBAMA
Davi de Souza Schweitzer	Geógrafo	CREA/SC 76026-4	665296
Tiago Munhoz	Eng. Ambiental	CREA/SC 119090-7	5104319
Fabiane Andressa Tasca	Eng. Ambiental	CREA/SC 118233-8	5752748
Matheus Wllinghoefer	Est. Eng. Ambiental	-	5688395
Bruno Bacellar	Assist. Administ.		



3 INTRODUÇÃO

O Estaleiro EISA Alagoas, objeto de estudos do presente relatório, é uma obra de grande porte, de modo que se estima que gere em torno de 5.000 empregos diretos durante a fase de obras e 4.000 quando da sua operação. Essa obra é, portanto, um empreendimento que tende a desenvolver economicamente a região na qual será inserido, além de dinamizar a cadeia produtiva do estado como um todo.

O volume de serviços decorrentes da fase de obras e as atividades cotidianas durante a operação do estaleiro implicam no aumento do volume de tráfego nas proximidades do local de implantação do mesmo. Esse volume incremental também irá acarretar aumento nos níveis de pressão sonora nos arredores das vias de acesso.

O presente estudo visa, portanto, avaliar o incremento do tráfego a ser gerado pelo empreendimento, assim como também, o incremento dos níveis de pressão sonora em função do tráfego. Para tanto se fez uso de metodologias consolidadas na área de estudos de tráfego e atenuação dos níveis de pressão sonora.



4 OBJETIVOS

Como objetivos do presente trabalho, cita-se:

- Caracterizar o tráfego em períodos de pico nos principais acessos ao empreendimento;
- Realizar o cálculo da estimativa de tráfego incremental durante a fase de obras do Estaleiro EISA Alagoas;
- Realizar o cálculo da estimativa de tráfego incremental resultante das atividades da operação do estaleiro;
- Estimar o ruído incremental decorrente do incremento de tráfego nas etapas de obras e de operação; e,
- Calcular a propagação do ruído incremental para as áreas adjacentes aos acessos rodoviários do empreendimento.



5 LOCALIZAÇÃO

O Estaleiro EISA Alagoas tem o seu sítio de instalação previsto para ser locado na região nordeste do Brasil, Estado de Alagoas, no município de Coruripe (litoral sul alagoano), entre os povoados de Miaí de Cima e Barreiras. A localização foi definida após a realização de reuniões e audiência pública de apresentação dos estudos ambientais, e emissão de um parecer técnico pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que definiu a necessidade de se realizar estudos ambientais complementares objetivando avaliar uma nova alternativa locacional. Situa-se na planície costeira de Coruripe, nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio Coruripe.

Consideram-se três os acessos principais ao empreendimento por via terrestre, a saber:

- Por meio da BR-104, a qual liga-se à AL-101 Sul na Praça do Centenário, em Maceió;
- Por meio da BR-316, até a BR-424 a qual, por sua vez, conecta-se à AL-101 Sul no município de Marechal Deodoro;
- Através da BR-101, que liga-se à AL-105 e, posteriormente, à AL-101.

Destaca-se que a rodovia AL-101 cruza a área projetada para o empreendimento, o que deverá facilitar o transporte dos trabalhadores, insumos e equipamentos necessários para a construção e operação do empreendimento. Os estudos de tráfego, detalhados no item 6.1, foram realizados, portanto, nessa rodovia, a fim de caracterizar o tráfego atual da mesma.



6 METODOLOGIA

6.1 Diagnóstico das condições de tráfego atuais

A análise das condições atuais do sistema viário na região do empreendimento foi realizada com base na contagem de veículos nos principais acessos do futuro estaleiro. Porém, para uma avaliação mais consistente, optou-se por utilizar concomitantemente os dados de contagem de tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), visto que tais dados permitem verificar a variação sazonal de circulação de veículos.

O posto de contagem escolhido para a avaliação foi o Posto de Contagem 4, situado ao longo da Rodovia Federal BR-101 em Alagoas, sob jurisdição DNIT. Apesar da BR-101 não estar situada na região do empreendimento, utilizou-se os dados desta rodovia devido à falta de dados para a rodovia AL-101 nas proximidades da cidade de Coruripe. Ademais, as características inerentes às rodovias as tornam deveras semelhantes (guardadas as devidas proporções), o que permite avaliar a variação sazonal de tráfego de maneira direta entre ambas.

O período de contagem de tráfego para o posto em questão é relativo ao período que compreende os anos de 1995, 1996, 1997, 2000 e 2001, totalizando 05 (cinco) anos completos. Os anos de 1994, 1998 e 1999 não foram utilizados por possuírem muitos períodos com ausência de dados. A localização do posto é mostrada na Figura 1, abaixo.

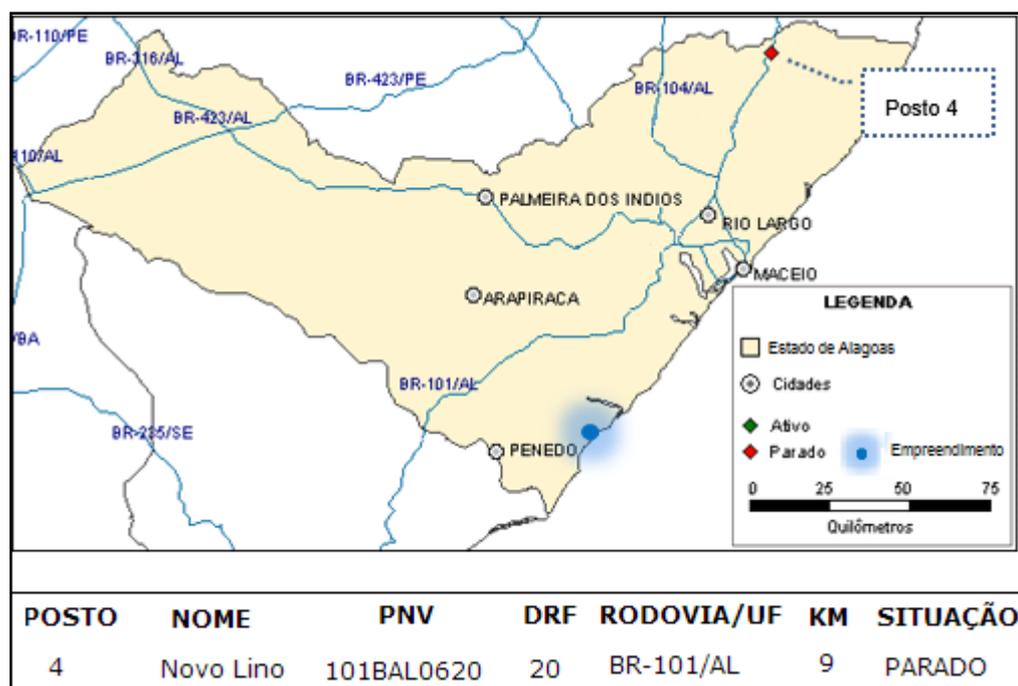


Figura 1 – Localização do posto 4 – BR 101, em Alagoas. Fonte: Modificado de DNIT (2013).



O conhecimento do fluxo de trânsito, decomposto em volume e composição, é de grande importância para o planejamento, projeto, construção, conservação e operação rodoviária. Sendo assim, apresenta-se na sequência o volume médio diário – mensal, semanal e horário – da BR-101 no supracitado posto de contagem (Figura 2, Figura 3 e Figura 4, respectivamente).

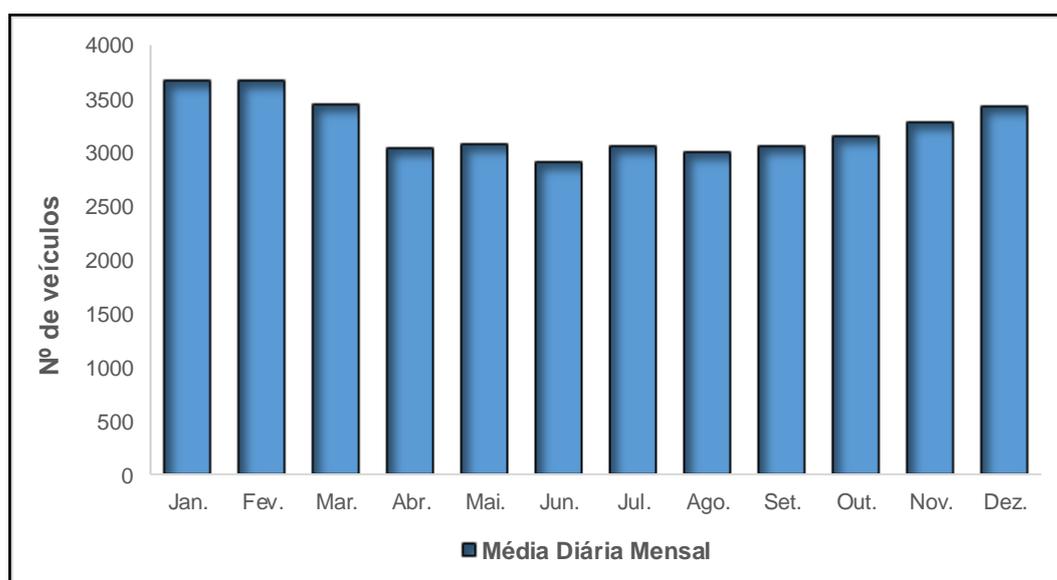


Figura 2: Volume médio mensal de veículos em Alagoas- BR 101.

Na análise do volume de automóveis mensalmente, observa-se que janeiro possui a maior média mensal, com 3.678 automóveis/dia, ao passo que junho/maio possui a menor média, com apenas 2.903 veículos registrados por dia.

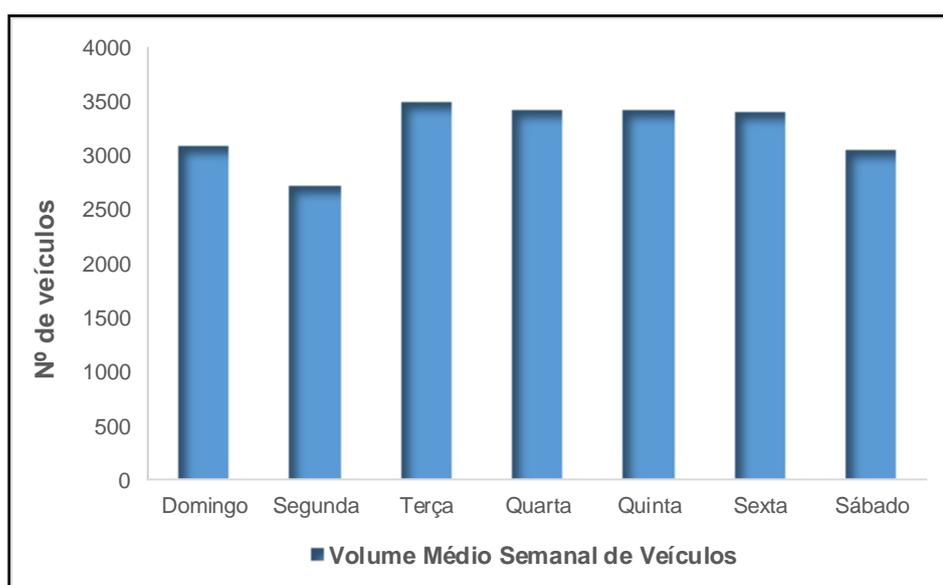


Figura 3: Volume médio diário de veículos entre 1994 e 2001- BR 101.



No que tange o volume médio diário semanal de veículos, observa-se um pequeno desvio padrão (40) no período de terça- sexta feira, em um total de 53 semanas analisadas neste período. Segunda-feira possui a menor média de tráfego, com 2.716 automóveis que passaram pela rodovia (Figura 3).

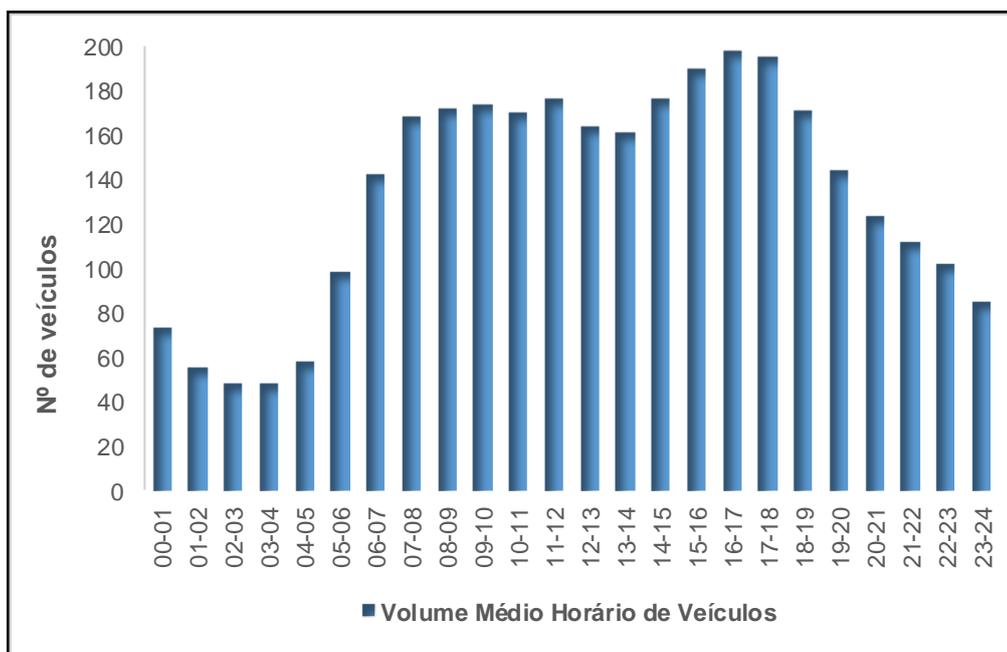


Figura 4: Volume médio horário de veículos entre 1994 e 2001 – BR-101.

Na Figura 4, observa-se que volume médio horário de veículos para o período das 07:00 às 18:00h é o mais homogêneo dentre todos os horários, com um desvio padrão de apenas 12 veículos para este intervalo de tempo. 70% das viagens do dia ocorreram no período compreendido entre as 07 e 19 horas, com o pico de maior frequência entre as 16 e 18 horas.

Para a caracterização do fluxo de tráfego na área de entorno da nova alternativa proposta para as futuras instalações do Estaleiro EISA Alagoas, realizou-se um censo através da contagem por observadores/técnicos de campo, cujos dados foram gerados pelos estudos ambientais complementares, para a nova alternativa locacional do empreendimento (ACQUAPLAN, 2012). A contagem do fluxo de veículos foi realizada nos dias 14 e 15 de setembro de 2012 (sexta-feira e sábado, respectivamente), com anotações de 11 horas consecutivas em cada dia amostral, em dois pontos de observação, a saber:



- AL-101, no início da área onde está prevista a instalação do empreendimento (lado norte), observado na Figura 5; e
- AL-101, junto à entrada principal da comunidade de Miaí de Cima (Figura 6).

Foram registrados os veículos conforme o sentido, assim definidos: (i) sentido Miaí de Cima - Pontal do Coruripe e (ii) sentido Pontal do Coruripe - Miaí de Cima. Assim, para cada ponto de observação tem-se a contagem em dois sentidos de fluxos contrários.

A metodologia adotada baseia-se nos procedimentos de determinação de volume de tráfego estabelecidos pelo Manual de Estudos de Tráfego, elaborado pelo DNIT.



Figura 5: Ponto de Contagem 01.



Figura 6: Ponto de Contagem 02.

Apresenta-se, na sequência, uma síntese dos resultados obtidos desta medição nos dois pontos de contagem. Na sexta-feira, a média de contagem foi de 133 e 131 veículos/hora, nos dois pontos, respectivamente, enquanto no sábado a média situou-se em 124 e 125 veículos/hora em cada ponto.

Tabela 1: Síntese das medições horárias dos dias 14 de setembro/2012.

Contagem	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
Ponto 1	117	130	112	126	130	73	164	135	164	152	164
Ponto 2	39	119	139	100	127	138	169	138	161	154	161

Tabela 2: Síntese das medições horárias dos dias 15 de setembro/2012.

Contagem	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
Ponto 1	117	132	162	137	135	122	105	119	138	123	80



Ponto 2	126	128	165	136	135	128	83	130	129	131	85
---------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	-----	-----	----

Percebe-se a coerência com os dados históricos da BR-101, de modo que a medição indica uma variação semelhante à exposta na Figura 4, para o horário considerado. Entretanto, como as medições foram realizadas em setembro, aplicar-se-á um fator de correção em relação ao mês com maior volume médio diário mensal de veículos (de acordo com os dados de contagem de veículos disponibilizados pelo DNIT), considerando assim a maior sazonalidade anual, que ocorre no mês de janeiro (Figura 2). O fator de correção (FC) é dado pela seguinte equação:

$$FC = \left(1 - \frac{VMD_{set}}{VMD_{jan}}\right) * 100\% \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

VMDset = Volume Médio Diário do mês de setembro (medido);

VMDjan – Volume Médio Diário do mês de janeiro.

Assim, o volume médio diário do mês de setembro corrigido é dado pela Tabela 3.

Tabela 3: Volume médio diário corrigido

Fator de Correção	17%
VMD set	5.658
VMD set corrigido	6.620

Ao se espacializar o volume diário corrigido em volume horário, considerando que foram 44 horas de medições realizadas, encontra-se a quantificação de veículos por hora (Tabela 4). Apresenta-se, ainda, a composição do tráfego medido na AL-101 nos dois dias de contagem. Ressalta-se que foram considerados veículos pesados apenas caminhões e ônibus.

Tabela 4: Caracterização do tráfego na AL-101.

Características do tráfego atual	Quantidade
Veículos/hora	150
% de veículos pesados	8,7
% de veículos leves	63,41



% motocicletas	20,99
----------------	-------

6.2 Geração de viagens

6.2.1 Fase de obras

6.2.1.1 Geração de viagens devido ao transporte de insumos

Para a quantificação da geração de viagens motivadas pelo transporte dos insumos necessários à instalação do Estaleiro EISA Alagoas, quantificou-se os materiais individualmente, de forma a avaliar a quantidade de carretas necessárias para a elaboração de tais atividades.

Para tanto, considerou-se a capacidade de carga do caminhão em 30 toneladas, não sendo este valor ultrapassado mesmo que o material permita o transporte de maiores volumes. Na sequência, apresenta-se os critérios adotados e a geração de viagens adicionais com o advento da obra, considerando o quantitativo de insumos disponibilizado pela contratante.

6.2.1.1.1 Alvenaria Predial

Considerou-se que a alvenaria predial será realizada em blocos cerâmicos, cujas dimensões são definidas pela NBR 7171 (Bloco Cerâmico para Alvenaria – Especificação) e NBR 8042 (Bloco Cerâmico para Alvenaria - Formas e Dimensões), sintetizadas na Tabela 5. A área total de alvenaria predial é de 43.083 m².

Tabela 5: Características Blocos Estruturais.

Dimensões (mm)			Peso médio	Quantidade Total	Peso total
Largura	Altura	Comprimento	(kg)	(unidades)	(kg)
190	190	390	12	634.583	7.614.997,12

Para a quantidade de blocos calculado, estimou-se as seguintes quantidades de argamassa de assentamento, de revestimento interno e externo.



Tabela 6: Características da Argamassa de Assentamento.

Características	
Espessura (cm)	11
Traço	1:2:8
Peso cimento (kg)	300,37
Peso cal (kg)	851,06
Peso areia (kg)	3.404,24
Peso Total (kg)	4.555,68

Tabela 7: Características dos Revestimentos.

Componentes	Revestimento Interno			Revestimento Externo		
	Chapisco	Emboço	Reboco	Chapisco	Emboço	Reboco
Espessura (mm)	5	20	5	5	20	5
Traço	1:4	1:4	1:4	1:4	1:2:9	1:3
Peso cimento (kg)	51.699,6	-	-	51.699,6	86.166	
Peso areia (kg)	292.964,4	1.033.992	241.264,8	292.964,4	969.367,5	226.185,75
Peso cal	-	292.964,4	73.241,1	-	244137	9.1551,4
Peso Total (kg)	1.986.126,3			1.962.071,625		

Apresenta-se, na Tabela 8, uma síntese do peso estimado de materiais de alvenaria predial bem como o número de carretas necessárias para o transporte.



Tabela 8: Caminhões necessários ao transporte da alvenaria predial.

Itens	Peso (kg)	Caminhões (unidades)
Blocos Cerâmicos	7.614.997,12	254
Argamassa de Assentamento	4.555,68	0,15
Argamassa revestimento interno	1.986.126,3	66,20
Argamassa revestimento externo	1.962.071,6	65,40
Total	11.567.750,73	386

6.2.1.1.2 Galpões Industriais

Os galpões terão uma área construída de 260.750 m² e serão dotados de estrutura mista. Obteve-se, em literatura apropriada, que 600 m² estrutura metálica de cobertura requerem aproximadamente 14,83 toneladas de estruturas mistas - dentre pilares metálicos e treliças para fachadas.

Desta forma, considerando que a cobertura metálica possui 341.210 m² apresenta-se na sequência a caracterização dos caminhões necessários à instalação dos galpões industriais.

Tabela 9: Caminhões necessários ao transporte dos galpões industriais.

Itens	Peso (t)	Caminhões (unidades)
Galpões	6.445,3	281

6.2.1.1.3 Cobertura Metálica

A cobertura metálica cuja área total equivale a 341.210 m², é composta por folhas onduladas de aço galvanizado, dispostas sobre a estrutura metálica. Considerou-se a espessura das folhas de 0,65 mm, cujo peso por m² é de 6,46 kg. Assim, tem-se a quantidade de caminhões necessários (Tabela 10).



Tabela 10: Caminhões necessários ao transporte da cobertura metálica.

Itens	Peso (kg)	Caminhões (unidades)
Cobertura metálica	2.204.214	73

6.2.1.1.4 Piso para Grandes Cargas

Utilizou-se o piso em concreto amado, que é constituído por placas de concreto, armadura em telas soldadas posicionada a 1/3 da face superior, juntas com barras de transferência e uma sub-base, normalmente de brita tratada, com cimento sobre solo de apoio.

Dessa forma, quantificou-se os caminhões necessários para o transporte dos insumos das placas de concreto e da sub-base que cobrem uma área de 1.208.400 m².

Tabela 11: Caminhões necessários ao transporte dos insumos do piso em concreto armado.

Itens	Peso (t)	Caminhões (unidades)
Insumos Placas de Concreto (e = 22cm)	430.084,54	14.336
Insumos sub-base (e= 10 cm)	195.492,97	6.516
Total	625.577,5	20.853

6.2.1.1.5 Piso Industrial Concretado

Para constituição do piso industrial considerou-se que para cada 1 kg de cimento, tem-se:

- 2,28 kg de areia;
- 2,38 kg de pedra.

Assim, um piso com 25 cm que cobre uma área de 272.540 m² demanda os quantitativos expressos na Tabela 12.

Tabela 12: Caminhões necessários ao transporte dos insumos do piso em concreto armado.

Itens	Peso (t)	Caminhões (unidades)
Insumos (areia, pedra e cimento)	110.854,2	3.695



6.2.1.1.6 Área de Estacionamento

O estacionamento será composto por brita e areia grossa, de modo que permitam a drenagem do terreno. A obra possuirá um estacionamento de 179.800 m².

Tabela 13: Caminhões necessários ao transporte dos insumos do piso em concreto armado.

Itens	Peso (t)	Caminhões (unidades)
Brita (e= 5 cm)	23.823,5	794
Areia (e= 5 cm)	15.283	509
Total	39.106,5	1.304

6.2.1.1.7 Arruamento

O arruamento será revestido de asfalto (CBQU). Para determinação da espessura das camadas constituintes, utilizou-se o método de dimensionamento do DNIT, o qual compreende as camadas de sub-base e base (SOARES, 2013), além do próprio revestimento.

Já para a proporção entre os agregados, solo e asfalto utilizou-se a metodologia descrita por BERNUCCI *et al.* (2006), que usa o método de Marshall para dosagem de misturas densas. Ressalta-se que, entre 1940 e metade da década de 1990, 75% dos departamentos de transportes norte-americanos utilizavam este método, segundo Roberts *et al.* (1996), sendo assim, o método considerado no presente estudo.

As dimensões do arruamento são:

- Extensão: 9 km;
- Largura: 10 m;

As características do arruamento encontram-se na sequência.

Tabela 14: Caminhões necessários ao transporte dos insumos do arruamento.

Itens	Composição	Peso (t)	Caminhões (unidades)
Sub-base (e = 15 cm)	30% de brita 1 70% de areia grossa	26.797,5	893
Base (e= 30 cm)	50% de brita 1 50% de areia grossa	58.725	1.958
Revestimento Asfáltico (e = 8 cm)	23,5% brita ¾";	18.393,05	613



Itens	Composição	Peso (t)	Caminhões (unidades)
	33,84% brita 3/8"; 18,8% areia de campo; 16,92% pó de pedra; 0,94% filer; 6% teor de asfalto.		
Total		10.3915,55	3.464

6.2.1.1.8 Estaca Prancha

Após consultas com fabricantes determinou-se estacas prancha com as seguintes características:

- Perfil duplo;
- Massa = 116.3 kg/m;
- Profundidade = 8m.

Tabela 15: Caminhões necessários ao transporte das estacas pranchas.

Itens	Quantidade (pç)	Caminhões (unidades)
Estaca Prancha	2.000	62

6.2.1.1.9 Concretagem (Cais e Load Out)

Utilizou-se, para a concretagem do cais e do Load Out, cimento com FCK 30, cujo traço equivalente é de 1:2:2,5; conferindo 7,5 sacos de cimento /m³.

Tabela 16: Caminhões para o transporte dos insumos da concretagem do cais/load out

Itens	Peso (t)		Caminhões (unidades)	
	Cais	Lod Out	Cais	Lod Out
Cimento	7.706,25	1.074,375	257	36
Areia	15.412,5	2.148,75	514	72
Macadame	19.265,63	2.685,938	642	90



Itens	Peso (t)		Caminhões (unidades)	
	Cais	Lod Out	Cais	Lod Out
Total	42.384,38	5.909,063	1.413	197

6.2.1.1.10 Estrutura e Perfis Metálicos

Para o transporte de estruturas e perfis metálicos, dividiu-se o peso total necessário de cada material pela capacidade de carga dos caminhões (30 toneladas). Isto gerou os resultados expostos na sequência.

Tabela 17: Caminhões para o transporte das estruturas (pilares) e perfis metálicos.

Itens	Peso (t)	Caminhões (unidades)
Perfis metálicos	22.305	744
Estruturas metálicas	5.393,3	180

6.2.1.2 Viagens Geradas

Na listagem das atividades fornecidas pelo Estaleiro EISA Alagoas para possibilitar o cálculo de viagens geradas e ruído incremental, há somente materiais brutos, responsáveis pela estruturação do estaleiro. Não há um quantitativo dos materiais destinados ao acabamento da obra, tais como tintas para pintura, materiais de instalação elétrica, hidráulica e de gases, materiais para escritório, etc. Assim, considerou-se um fator de segurança (FS) igual a 2 para contabilizar de forma simplificada a inclusão de itens não quantificados.

Ainda, na estimativa total de viagens geradas, considera-se que um mesmo caminhão passa duas vezes em um mesmo ponto da rodovia de acesso ao estaleiro, ou seja, a entrega dos insumos gera uma viagem de ida e outra de volta. O total de viagens de cada atividade está sintetizado na

Tabela 18.

Tabela 18: Caminhões necessários ao transporte de insumos e viagens geradas.

Materiais/Atividades	Quantidade	Unidade	Caminhões (unidades) com F.S.	Nº de Viagens
Alvenaria Predial	43.083	m ²	772	1.543



Materiais/Atividades	Quantidade	Unidade	Caminhões (unidades) com F.S.	Nº de Viagens
Galpões Industriais (Área Construída)	260.750	m ²	562	1.125
Cobertura Metálica	341.210	m ²	147	294
Piso Preparado para Grandes Cargas	1.208.400	m ²	41.705	83.410
Piso Industrial Concretado	272.540	m ²	7.390	14.781
Área de Estacionamento	179.800	m ²	2.607	5.214
Arruamento	9	km	3.464	6.928
Estaca Prancha	2.000	pç	124	248
Concretagem (Cais)	20.550	m ³	360	720
Concretagem (Load Out)	2.865	m ³	394	788
Estrutura Metálica (Pilares)	5.393	ton	360	719
Perfis Metálicos	22.305	ton	1.487	2.974
Total			62.836	125.671

Estes dados possibilitam a quantificação do número de viagens realizadas, por dia, pelos caminhões de entrega de insumos da obra. Para tanto, considerou-se que no período de 3 anos das obras, as entregas de insumos serão realizadas de 2ª feira à sábado, exceto feriados, com as obras iniciando no dia 01/01/2014 e finalizando em data de 01/01/2017. A descrição do período de entrega de insumos é mostrada na Tabela 19, em que se observa que a entrega dos insumos será realizada por 881 dias.

Tabela 19: Caracterização do período de 01/01/2014 a 01/01/2017.

Itens	Dias
Total de dias	1.097
Dias úteis	754
Finais de semana	314



Itens	Dias
Feriados (2ª a sábado)	30
Dias trabalhados	881

Desta forma, o total de viagens especializadas pelo período trabalhado fornece 143 viagens por dia, o que causa um incremento no tráfego atual de 13 veículos por hora, considerando 11 horas de transporte de insumos (07-18 h), conforme se visualiza na Tabela 20.

Tabela 20: Caracterização do período de 01/01/2014 a 01/01/2017.

Itens	Dias
Total de viagens	125.671
Dias trabalhados	881
Viagens por dia	143
Veículos por hora	13
% veículos pesados na frota	17,1

6.2.1.3 Geração de viagens para deslocamento dos trabalhadores

De acordo com dados fornecidos pela contratante, o canteiro de obras contará com alojamento para acomodação dos trabalhadores de modo que a geração de viagens para deslocamento de trabalhadores será minimizada. A capacidade inicial do alojamento está prevista para 2.000 pessoas, com previsão para crescimento para atender até 5.000 pessoas, no estágio de pico de obra.

O projeto de implantação do Estaleiro EISA Alagoas prevê a contratação de mão de obra local para as obras e operação do mesmo, de modo que a previsão de viagens para deslocamento de trabalhadores considerou o deslocamento de 2/3 do total de operários no período de pico das obras. Tal percentual considera que a maioria dos trabalhadores será de regiões próximas ao local de implantação do empreendimento, portanto, deslocar-se-ão diariamente para suas residências ao final do expediente.



Considerando-se o uso de transporte coletivo (ônibus com 46 lugares) para 2/3 de trabalhadores que retornarão às suas residências diariamente, o número de viagens geradas no período de pico das obras (quando estarão trabalhando simultaneamente 4.000 trabalhadores) será de:

- 78 viagens de ônibus com 46 lugares (1794 passageiros, considerando ida e volta);
- 1.780 viagens de veículo particular (890 trabalhadores, cada um em seu veículo, considerando ida e volta).

Portanto, o total de viagens diárias geradas em função do transporte dos trabalhadores durante a fase de obras (período de pico) deverá ser de 1.858 viagens, das quais 4,2% serão realizadas por transporte coletivo (veículo pesado).

Tabela 21: Caracterização do período de 01/01/2014 a 01/01/2017.

Itens	Dias
Viagens por dia	1.858
Veículos por hora	169
% veículos pesados na frota	4,2

6.2.2 Fase de operação

6.2.2.1 Geração de viagens devido ao transporte de insumos

A capacidade de processamento de aço para a fase de operação do estaleiro está estimada em 160.000 toneladas por ano, considerando a operação em 01 turno. Tal valor não compreende outros insumos tais como tintas, cabos elétricos, abrasivos, consumíveis e etc. Devido à isso, adotar-se-á um fator de segurança $FS=2$, com intuito de contabilizar de maneira simplificada a geração de viagens decorrente do transporte de tais materiais.

A operação do Estaleiro EISA Alagoas prevê a chegada de cerca de 60% dos insumos via mar, o que não irá provocar geração de viagens nas vias próximas. Com relação aos 40% transportados via terrestre, obtém-se:



Tabela 22: Caminhões para o transporte dos insumos quando da operação do estaleiro (anual).

Itens	Peso (t)	Transportado via terrestre (t)	Caminhões (unidades)	Viagens realizadas
Aço	160.000	64.000	2.134	4.268
Demais insumos	160.000	64.000	2.134	4.268
Total	320.000	128.000	4.268	8.536

6.2.2.2 Geração de viagens para deslocamento dos trabalhadores

Está prevista para a fase de operação do Estaleiro EISA Alagoas a geração de 4.500 empregos. Como será dada prioridade à contratação de mão de obra local considerar-se-á o fenômeno da migração pendular, onde os trabalhadores deslocam-se diariamente de suas residências para o local de trabalho, de modo que a maioria dos trabalhadores deverá deslocar-se de municípios vizinhos e comunidades próximas diariamente. Ressalta-se que não há comunidades situadas a menos de 10 km do local de implantação do empreendimento.

De acordo com o acima exposto, considerou-se 2/3 dos trabalhadores deslocando-se diariamente para o Estaleiro EISA Alagoas, prioritariamente em transporte coletivo (ônibus com 46 lugares para 2/3 dos migrantes pendulares). Tal estimativa resultou em:

- 88 viagens de ônibus com 46 lugares (2.000 passageiros, considerando ida e volta);
- 2000 viagens com veículos particulares (1.000 trabalhadores, cada um em seu veículo, considerando ida e volta).

Logo, o total de viagens diárias geradas em função do transporte dos trabalhadores durante a fase de operação deverá ser de 2.088 viagens, das quais 4,4% serão realizadas por transporte coletivo (veículo pesado).

6.3 Geração de ruídos

Para a quantificação do incremento de ruído decorrente da instalação do Estaleiro EISA Alagoas, se faz necessário o diagnóstico das condições atuais dos níveis de pressão sonora decorrentes do tráfego de veículos na região. Tal avaliação permite, em um segundo momento, a efetiva alteração decorrente da implantação do empreendimento.



6.3.1 Estimativa do nível de ruído atual

Os níveis de ruído podem ser estimados por modelos de previsão de maneira a permitir comparações com os níveis de ruído admissíveis em terrenos lindeiros às vias urbanas e rodovias. Os modelos apresentam como vantagens permitir análises paramétricas e fazer projeções dos níveis de ruído em tempo e a custo inferior ao de medições experimentais.

Assim, com o intuito de analisar o ruído produzido pelo tráfego de veículos na AL-101 utilizou-se o modelo de previsão desenvolvido por Calixto *et al.* (2008), em que a pressão equivalente é dada pela equação seguinte:

$$Leq = 7,7 \log[VF \cdot (1 + 0,095 \cdot HV)] + 43 \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

VF: fluxo de veículos (veículos/hora);

HV: percentagem de veículos pesados (massa do veículo maior que 2.800 kg).

Contudo, nesta equação de previsão de ruído as distâncias entre o medidor de nível de pressão sonora e a fonte sonora são pré-fixadas em 25 metros. Para comparação com as normas vigentes – Resolução CONAMA nº 272/2000, que utiliza a NBR ISO 362/2002 como base, o nível de pressão sonora foi corrigido para 10 metros, pela seguinte equação (MEHTA *et al.*, 1999):

$$Leq' = L1 - 20 \times \log\left(\frac{d2}{d1}\right) \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

Leq': Nível de pressão sonora para a distância real entre o medidor de nível de pressão sonora e a fonte sonora [dB(A)];

L1: Nível de pressão sonora com distância pré-fixada entre o medidor de nível de pressão sonora e a fonte sonora [dB(A)];

d1: Distância pré-fixada (no modelo) entre o medidor de nível de pressão sonora e a fonte sonora (m);

d2: Distância real (medida no local) entre o medidor de nível de pressão sonora e a fonte sonora (m).

Essa mesma metodologia foi utilizada por Melo *et al.* (2010) para comparar os valores medidos e estimados por meio de modelos em uma via com características afins à AL-101.



Os resultados do modelo apresentaram uma diferença relativa de apenas 0,5% superior ao valor medido, o que é considerado um resultado aceitável e confiável.

Desta forma, com base na contagem de veículos realizada, e utilizando o fator de correção citado anteriormente, utilizou-se os dados da Tabela 4 como entrada para a Equação 2, o que resultou no nível de pressão sonora mostrado na sequência.

Tabela 23: Pressão sonora estimada

Dado de Saída	Resultado
Leq [db(A)]	69,73

Considerando-se os danos causados pelo ruído excessivo à saúde física, mental e audição e da necessidade de redução da poluição sonora nos centros urbanos, o CONAMA, através da Resolução 272 (BRASIL, 2000), estabelece limites máximos de ruído para os veículos em aceleração. Mostra-se, na Tabela 24, o limite máximo admissível nas categorias consideradas neste estudo, o que demonstra que o valor estimado para as condições atuais do tráfego está dentro do permissível para os veículos de carga.

Tabela 24: Limites máximos de emissão de ruído para veículos de carga. Fonte: Extraído de Brasil (2000).

Descrição		Nível de Ruído db(A)		
		Motor Ciclo OTTO	Motor Ciclo Diesel	
			Injeção	
			Direta	Indireta
Veículo de carga ou de tração e veículo de uso misto	PBT entre 2.000 kg e 3.500 kg	77	78	77
Veículo de carga ou de tração com PBT maior que 3.500 kg	Potência máxima entre 75 kW (102 cv) e 150 kW (204 cv)	78	78	78



6.3.2 Cálculo do ruído incremental

6.3.2.1 Fase de Obra

Para cálculo da estimativa do ruído incremental advindo com o transporte de insumos e trabalhadores, utilizou-se a mesma metodologia do item 6.3.1, utilizando como dado de entrada as características da frota especificadas na Tabela 20 e Tabela 21. Assim, a percentagem de veículos pesados na corrente de tráfego passa a ser de 10,4%, devido ao grande aumento do número de automóveis, ao passo que o total de veículos por hora seja equivalente a 183.

Desta forma, o nível de pressão sonora na fase de obras é mostrado na sequência, onde se observa que a pressão sonora está dentro do limite máximo admissível nas categorias consideradas neste estudo.

Tabela 25: Pressão sonora estimada para a fase de obra

Dado de Saída	Resultado
Leq [db(A)]	72,62

6.3.2.2 Fase de Operação

Para a fase de operação do estaleiro utilizou-se os dados dos itens 6.2.2.1 e 6.2.2.2, que descrevem a quantidade de viagens necessárias ao transporte de insumos e pessoas. Assim, o nível de pressão sonora na fase de obras é obtido conforme a metodologia já citada.

Tabela 26: Pressão sonora estimada para a fase de operação

Dado de Saída	Resultado
Leq [db(A)]	70,49



7 ATENUAÇÃO DOS RUÍDOS

Analisou-se a propagação do ruído decorrente do incremento de veículos circulando pelas vias de acesso para as fases de obra e operação do Estaleiro EISA Alagoas. O nível de pressão sonora equivalente contínuo representa o nível de um som contínuo (estacionário) que, em um intervalo de tempo específico, tem a mesma energia sonora do som em estudo, cujo nível varia com o tempo. Este descritor representa o potencial de lesão auditiva do nível variável (oscilante) que depende não somente do seu nível como também da sua duração.

Os valores de L_{Aeq} obtidos para as condições atuais, etapa de obras e operação foram calculados em função da distância da fonte (no caso, a estrada), de acordo com o modelo de propagação de ruídos. Tal modelo não considera interferências tais como vegetação e vento, mas fornece resultados coerentes e condizentes com a realidade.

Os mapas abaixo apresentam a variação espacial dos níveis de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}) diurno e noturno. A espacialização dos resultados medidos facilita o entendimento da descrição dos níveis de ruído estimados acima, em especial a atenuação do ruído em função da distância da fonte.



Figura 7. Mapa de Propagação de Ruído – Condição Atual



Figura 8. Mapa de Propagação de Ruído – Etapa de Obras



Figura 9. Mapa de Propagação de Ruído – Etapa de Operação



8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório trata do estudo de prognóstico do incremento de tráfego e do incremento de ruídos nas fases de obra e operação do Estaleiro EISA Alagoas. Para obter êxito, o estudo contou com contagens de tráfego realizadas *in loco* (e dados secundários, obtidos de um posto de medição do DNIT), estimativas de incremento calculadas com base no quantitativo das obras e da operação e, por fim, aplicação do modelo de atenuação de ondas sonoras.

O diagnóstico das condições atuais de tráfego foi realizado com base em medições realizadas nos dias 14 e 15 de setembro de 2012, durante um período de 11 horas consecutivas (entre 7h00min e 18h00min) (ACQUAPLAN, 2012). De acordo com os dados de contagem de tráfego disponibilizados pelo DNIT, pode-se considerar os valores registrados como sendo representativos, visto que abordam o período com fluxo mais intenso de veículos, sendo necessário aplicar apenas um fator de correção para considerar a sazonalidade regional devido à vocação turística da região.

A geração de viagens decorrentes das obras necessárias para a implantação do Estaleiro EISA Alagoas, bem como da fase de operação (chegada de insumos via terrestre) foi estimada com base em dados fornecidos pela empresa contratante. Tais estimativas podem divergir consideravelmente do real valor de viagens geradas, portanto, adotou-se um fator de segurança (FS) para superestimar a geração de viagens, priorizando, desse modo, a segurança. A Figura 10, abaixo apresenta os principais resultados dos cálculos realizados.

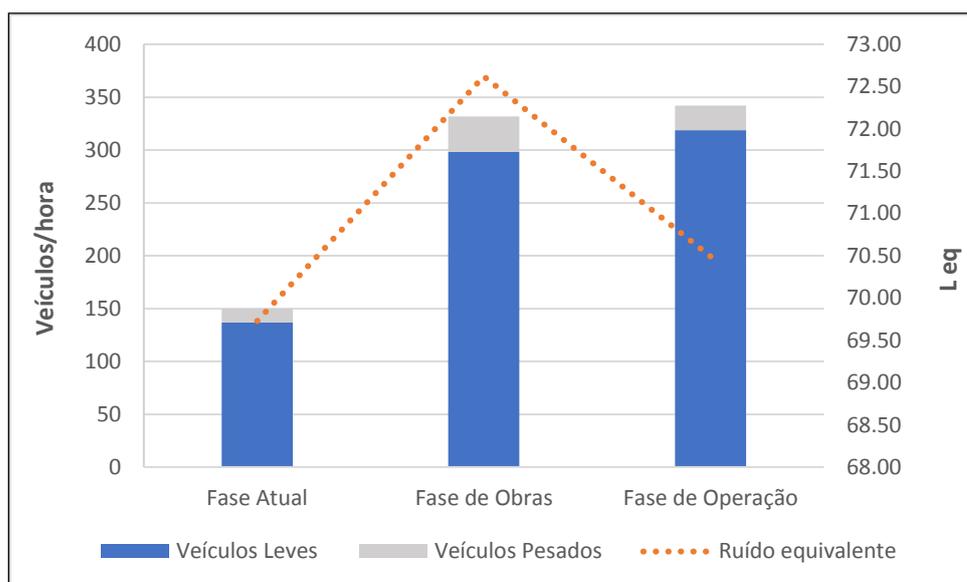


Figura 10 - Previsão de viagens durante as obras e operação do Estaleiro EISA Alagoas



Embora o número de viagens geradas tanto na fase de obras quanto durante a operação do Estaleiro EISA Alagoas seja significativa, o tempo necessário para a instalação do empreendimento e processamento das matérias primas, quando da fase de operação, é suficiente para assimilar o volume incremental de modo que o impacto será de baixa magnitude no sistema viário, de acordo com as estimativas supracitadas. Ao analisar a Figura 10 percebe-se que o incremento no tráfego deverá ser bastante significativo na rodovia AL-101 Sul, uma vez que o atual volume de veículos que trafegam pela mesma está em torno de 150 veículos por hora entre as 7h00m e 18h00m e os cálculos realizados indicam que esse número deverá dobrar, de acordo com a Tabela 27, abaixo.

Tabela 27 - Incremento de tráfego nas etapas de obras e operação do Estaleiro EISA Alagoas

Etapa	Tráfego de veículos por hora	Percentual de veículos pesados	Nível de ruído equivalente a 10m da fonte (dB)
Atual	150	8.7	69.73
Obras (pico)	332	10.1	72.62
Operação	342	7	70.49

Os cálculos apontam um aumento de 121% no volume de tráfego durante a fase de obras em relação ao volume atual, e um aumento de 128% durante a operação do empreendimento. Tais volumes são elevados, porém, a malha viária da região permite escoar tais volumes incrementais sem provocar congestionamentos ou maiores transtornos. Como a área do entorno do empreendimento não é habitada, espera-se que grande parte do volume de tráfego incremental seja proveniente de outras regiões, deslocando-se pela BR-101 para acessar a AL-101, evitando assim, o tráfego por áreas urbanas.

Outro ponto importante a ser destacado é o aumento de tráfego de veículos pesados, em especial durante a etapa de obras. Atualmente, dentre os veículos que transitam pela AL-101, em média 8,7% do total compreende veículos pesados (caminhões, ônibus e etc). Esse volume tende a subir substancialmente durante a fase de obras devido à movimentação de insumos necessários à construção, bem como equipamentos necessários para o Estaleiro EISA Alagoas. Embora os níveis de pressão sonora não se alterem significativamente a ponto de serem proibitivos à instalação do empreendimento, deve-se atentar para as condições de suporte da via, tendo em vista o incremento de cargas pesadas que a mesma deverá suportar.



O cálculo da atenuação dos ruídos em função da distância percorrida pela onda sonora revelou que o nível de ruído equivalente (Leq) nos arredores da rodovia AL-101 tende a propagar-se por cerca de 100m, de modo que para distâncias superiores o incremento de ruído deverá ser imperceptível. Os níveis de ruído durante a fase de obras e operação em si tendem a ser ligeiramente superior aos níveis calculados para as condições atuais, sendo que os cálculos resultaram em níveis de ruído 4,14% e 1,09% mais elevados, respectivamente. Os valores ligeiramente mais elevados durante a etapa de obras são reflexo do percentual de veículos pesados que irá transitar pela via e é levado em conta na metodologia adotada.

Na fase de operação o percentual de veículos pesados diminui, quando comparada as outras fases. Isso não quer dizer que haverá menos veículos pesados transitando, mas sim que o aumento do número de automóveis ocorre de forma significativamente superior, ou seja, a porcentagem de veículos pesados que compõem a frota é menor que a de veículos leves nesta etapa.

Conclui-se que o incremento de veículos tanto na fase de obras quanto durante a operação do Estaleiro EISA Alagoas irão gerar impactos de baixa magnitude com relação ao incremento de volume de veículos e ruído, não alterando significativamente ou comprometendo as condições atuais, caracterizadas por monoculturas de cana de açúcar e coco, sem residentes permanentes nos arredores do local previsto para a implantação.



9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACQUAPLAN. 2012 – Estudos Complementares

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7171: Bloco Cerâmico para Alvenaria – Especificação. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8042: Bloco Cerâmico para Alvenaria - Formas e Dimensões. Rio de Janeiro, 1992.

BERNUCCI, L.; MOTTA, L.; CERATTI, J.; SOARES, J. Pavimentação asfáltica – Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006. 504 f.

BRASIL (2000). Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO CONAMA nº 272, de 14 de setembro de 2000. Publicada no DOU no 7, de 10 de janeiro de 2001, Seção 1, página 24.

CALIXTO, A.; PULSIDES, C. e ZANNIN, P. H. T. (2008). Evaluation of transportation noise in urbanized areas: a case study. Archives of Acoustics, 33 (2), p. 151–164.

DNIT – Postos de Contagem. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodovitarias/postos-de-contagem/postos-de-contagem-vmd/?searchterm=contagem%20de%20tr%C3%A1fego>>. Acesso em: 08.Mai.2013.

MELO, Ricardo; PIMENTEL, Roberto; SILVA, Wekislely e LACERDA, Diego. Previsão do nível de ruído gerado pelo tráfego de veículos na cidade de João Pessoa, Brasil. XVI PANAM, 15 a 18 de Julho de 2010 – Lisboa, Portugal. 18 p.

MEHTA, M.; JOHNSON, J.; ROCAFORT, J. (1999). Architectural Acoustics – Principles and Design. Prentice-Hall, New Jersey, USA, 446 p.

ROBERTS, F.L.; KANDHAL, P.S.; BROWN, E.R.; LEE, D-Y.; KENNEDY, T.W. Hot mix asphalt materials, mixture, design, and construction. 2. ed. Lanham: Napa Education Foundation, 1996.

SOARES, J. Mecânica dos Pavimentos. Universidade Federal do Ceará. Disponível em: <http://www.det.ufc.br/jsoares/super/9_Dimensionamento_pvts_asfalticos.pdf>. Acesso em: 27.Mai.2013.