

Estudo de Propagação de Ruído

Data 19.10.2018

Nº Referência

Página 1

LD Celulose S.A.

Fábrica de Celulose Solúvel em Indianópolis e Araguari-MG

Conteúdo	1	INTRODUÇÃO
	2	INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO
	3	MODELO DE PROPAGAÇÃO DE RUÍDO
	4	SIMULAÇÃO DA PROPAGAÇÃO DE RUÍDO
	5	CONCLUSÕES
	6	REFERÊNCIAS

Anexos	I	Layout da Fábrica
--------	---	-------------------

Distribuição		
LD CELULOSE	E	
PÖYRY	-	

Orig.	19/10/18 – msh	19/10/18 – bvv	19/10/18 – hfw	19/10/18 – hfw	Para informação
Rev.	Data/Autor	Data/Verificado	Data/Aprovado	Data/Autorizado	Observações

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO	5
2.1	Descrição Geral	5
2.2	Localização da Fábrica	5
2.3	Características do Entorno do Empreendimento	6
2.3.1	Uso e Ocupação do Solo	6
2.3.2	Ruído Ambiental	7
2.4	Layout da Fábrica	7
2.5	Caracterização das Fontes de Ruído	9
3	MODELO DE PROPAGAÇÃO DE RUÍDO	9
3.1	Conceito da Propagação de Ruído	9
3.2	Software Predictor-LimA	10
3.2.1	Método de Cálculo	11
3.2.2	Tipos de Fontes de Ruído	12
3.2.3	Banco de Dados de Fontes de Ruído	15
3.2.4	Malha Cartesiana	16
3.2.5	Períodos	17
4	SIMULAÇÃO DA PROPAGAÇÃO DE RUÍDO	17
4.1	Premissas Adotadas	17
4.2	Dados de Entrada	18
4.3	Resultados dos Cenários Avaliados	21
4.3.1	Cenário 1 (Sem Pátio de Manobras)	21
4.3.2	Cenário 2 (Com Pátio de Manobras)	24
5	CONCLUSÕES	27
6	REFERÊNCIAS	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Acesso a fábrica. Fonte: Adaptado do <i>Google Earth</i> (2018).....	5
Figura 2 – Uso do solo no entorno do empreendimento. Fonte: Adaptado do <i>Google Earth</i> (2018)..	6
Figura 3 – Localização da futura fábrica dentro da área da Fazenda Nova Monte Carmelo (contorno em amarelo). Fonte: Adaptado do <i>Google Earth</i> (2018).....	7
Figura 4 – Layout da fábrica.	8
Figura 5 – Exemplo da modelagem do <i>software</i> Predictor-LimA. Fonte: Brüel & Kjaer (2015).	11
Figura 6 – Exemplo de fontes pontuais (pontos em vermelho).	13
Figura 7 – Exemplo de fonte linear (linha em vermelho).....	13
Figura 8 – Exemplo de fonte de área (área em preto).	14
Figura 9 – Exemplo de fonte de fachada e/ou teto.	14
Figura 10 – Exemplo de fonte em movimento (linha em vermelho).	15
Figura 11 – Interface do SourceDB+ com a lista de fontes de ruído disponíveis.	15
Figura 12 – Dados de uma fonte de ruído selecionada no SourceDB+.....	16
Figura 13 – Foto de uma fonte de ruído selecionada no SourceDB+.....	16
Figura 14 – Exemplo do grid do <i>software</i> Predictor-LimA (pontos cinzas).	17
Figura 15 – Resultados do Cenário 1 (Sem Pátio de Manobras).	22
Figura 16 – Resultados do Cenário 1 – visão em 3D.	23
Figura 17 – Resultados do Cenário 2 (Com Pátio de Manobras).....	25
Figura 18 – Resultados do Cenário 2 – visão em 3D.	26

LIST DE TABELAS

Tabela 1 – Condições meteorológicas	18
Tabela 2 – Malha cartesiana (<i>grid</i>).....	19
Tabela 3 – Edificações, barreiras ou vegetação (não emissoras de ruído)	19
Tabela 4 – Fontes de emissão de ruído.....	20
Tabela 5 – Cenários avaliados no presente estudo	21

1 INTRODUÇÃO

O presente documento consiste do Estudo de Propagação de Ruído (EPR), referente à implantação de uma fábrica de celulose solúvel da LD Celulose em Indianópolis (site industrial), bem como em Araguari (captação de água e lançamento de efluentes) - MG, e tem como objetivo avaliar o impacto ambiental do ruído nos arredores da área da instalação da nova fábrica.

O nível de ruído aceitável para um determinado ambiente é normalmente recomendado por normas e legislações (BISTAFA, 2011). No Brasil, o ruído ambiental é regulamentado, a nível federal, pela Resolução CONAMA nº 01/1990 e pela Norma NBR 10.151/2000.

De acordo com o Inciso I da Resolução CONAMA nº01/1990, *“a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política, obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução”*. Na mesma Resolução, no Inciso II, é estabelecido que *“são prejudiciais à saúde e ao sossego público, os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela Norma NBR 10.151 – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade”*.

A Norma NBR 10.151/2000 estabelece níveis de critério de avaliação de ruídos de ambientes externos para diferentes tipos de áreas no período diurno e noturno.

No Estado de Minas Gerais o ruído ambiental é regulamentado, por meio da Lei Estadual nº 7.302/1978 e da Lei Estadual nº 10.100/1990, que dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora.

Desta forma, em atendimento ao disposto, o objetivo deste estudo é prever o nível de pressão sonora (NPS) que será emitido após a implantação da fábrica de celulose solúvel da LD CELULOSE, em comparação com o nível de critério de avaliação (NCA) estabelecido pela Norma NBR 10.151/2000 e também com os limites máximos estabelecidos pela Lei Estadual nº 7.302/1978 e suas alterações, através do uso de *software* de modelagem acústica denominado Predictor-LimA (versão V10.13).

Este estudo faz parte do EIA/RIMA do projeto da fábrica de celulose solúvel da LD CELULOSE.

Este Estudo foi dividido nos seguintes capítulos:

- Introdução
- Informações sobre o Empreendimento
- Modelo de Propagação de Ruído
- Simulação da Propagação de Ruído
- Conclusões
- Referências

2 INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO

2.1 Descrição Geral

A fábrica da LD CELULOSE terá capacidade de produzir 540.000 t/ano de celulose solúvel, que será exportada e utilizada como matéria-prima para fabricação de fios de viscose e outros. Além disso, será instalada uma unidade de cogeração com capacidade nominal de 132 MW.

A fábrica será implantada nos municípios de Indianópolis e Araguari (MG), junto à Rodovia BR 365, distante de 35 km de Uberlândia.

O regime de operação da fábrica será 24 horas por dia, 7 dias por semana e 12 meses por ano. O período efetivo de produção será de aproximadamente 352 dias, considerando a parada geral anual de manutenção dos equipamentos.

A mão de obra total, considerando funcionários próprios e terceiros, necessária para a operação da fábrica de celulose solúvel será de aproximadamente 500 pessoas.

Com relação aos sistemas de controle ambiental, a implantação da planta industrial adotará as melhores tecnologias disponíveis (BAT – *Best Available Technologies*), visando redução, controle e monitoramento dos efluentes líquidos, emissões atmosféricas e resíduos sólidos gerados.

2.2 Localização da Fábrica

A fábrica da LD CELULOSE será implantada nos municípios de Indianópolis e Araguari (MG), junto à Rodovia BR-365, distante de 35 km de Uberlândia.

O acesso da fábrica será realizado através de uma rodovia, com cerca de 5 km, que faz parte deste licenciamento, e será conectada com a rodovia estadual MG-748.

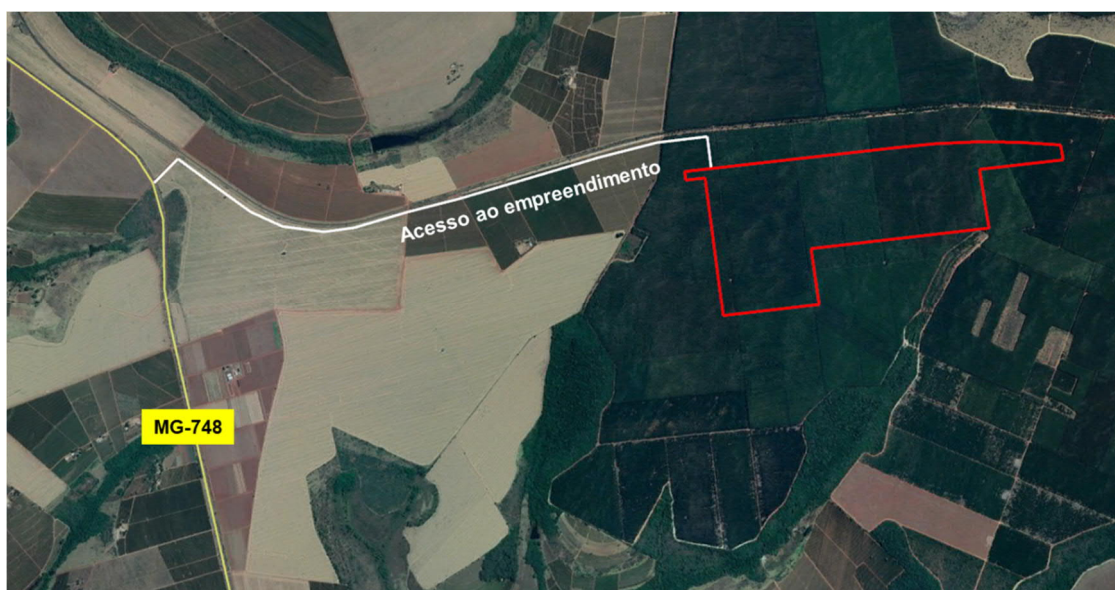


Figura 1 – Acesso a fábrica. Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

2.3 Características do Entorno do Empreendimento

2.3.1 Uso e Ocupação do Solo

No entorno do local previsto para a implantação do empreendimento há predomínio de atividades agrícolas e de silvicultura. Ao sul, ao norte e a leste deste local têm-se plantios de eucalipto da empresa Duratex Florestal. A oeste tem-se plantios de milho e café, e também plantios de eucalipto da empresa Duratex Florestal. Ao sul, tangente ao futuro empreendimento, tem-se também a Ferrovia Centro Atlântica (FCA).

A aglomeração populacional mais próxima ao empreendimento, que consiste na área urbana do município de Indianópolis-MG, está localizada a aproximadamente 20 km no sentido sudoeste.

É importante destacar que a área prevista para a implantação da fábrica da LD Celulose está localizada dentro da Fazenda Nova Monte Carmelo, arrendada a empresa Duratex Florestal.

Nas figuras a seguir é apresentado o uso do solo no entorno do empreendimento e a localização da futura fábrica dentro da área da Fazenda Nova Monte Carmelo.



Figura 2 – Uso do solo no entorno do empreendimento. Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

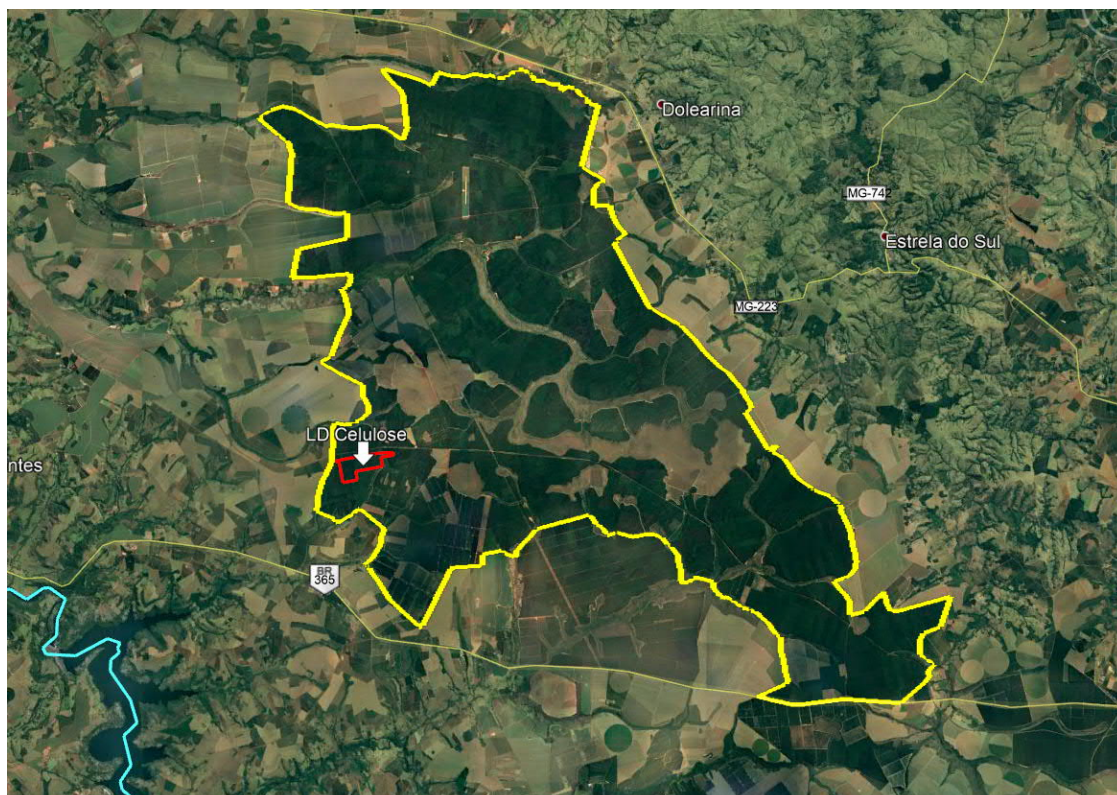


Figura 3 – Localização da futura fábrica dentro da área da Fazenda Nova Monte Carmelo (contorno em amarelo). Fonte: Adaptado do *Google Earth* (2018).

2.3.2 Ruído Ambiental

No EIA/RIMA do projeto da fábrica de celulose solúvel da LD CELULOSE foi realizado o monitoramento do nível de pressão sonora ambiente (ruído ambiental) em 8 pontos diferentes, no período diurno e noturno.

Os resultados da medição de nível de pressão sonora ambiente no entorno da área prevista para implantação da fábrica variaram entre 34,4 dB(A) e 40,1 dB(A) no período diurno, e variaram entre 40,9 dB(A) e 46,6 dB(A) no período noturno.

Os maiores resultados no período noturno ocorreram em função, principalmente, de sons de insetos.

2.4 Layout da Fábrica

O layout da fábrica é apresentado na figura a seguir e detalhado no ANEXO I.

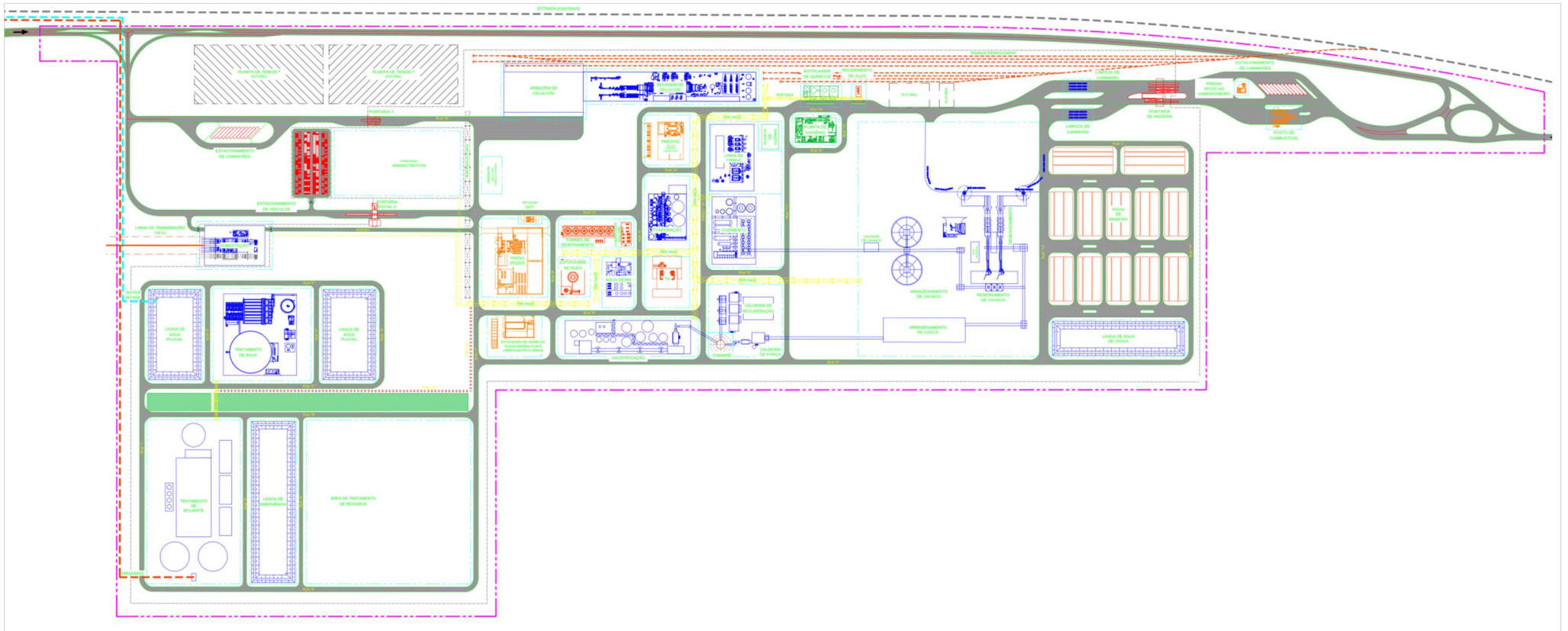


Figura 4 – Layout da fábrica.

2.5 Caracterização das Fontes de Ruído

As fontes de ruído existentes na fábrica de celulose solúvel serão provenientes da atividade industrial. Além disso, a LD CELULOSE adotará o transporte ferroviário para escoamento da produção de celulose. Desta forma, haverá chegada e partida de composição férrea na fábrica. A seguir são apresentadas as áreas geradoras de ruído da futura fábrica:

- Pátio de madeira
- Cozimento
- Linha de fibras
- Secagem de celulose
- Armazém de celulose
- Evaporação
- Caldeira de recuperação
- Caustificação e forno de cal
- Área de produtos químicos
- Tratamento de água
- Tratamento de água para caldeiras
- Torres de resfriamento
- Planta de ar comprimido (compressor)
- Planta para produção de oxigênio
- Planta para produção de ozônio
- Caldeira de força (biomassa)
- Turbogenerador
- Tratamento de efluentes
- Área de tratamento de resíduos
- Pátio de manobras

3 MODELO DE PROPAGAÇÃO DE RUÍDO

3.1 Conceito da Propagação de Ruído

A propagação sonora ao ar livre é normalmente estudada em termos de 3 componentes: a fonte sonora, a trajetória de transmissão e o receptor.

FONTE SONORA → TRAJETÓRIA DE TRANSMISSÃO → RECEPTOR

Primeiramente, a fonte (máquinas, equipamentos, etc.) emite certa potência sonora, gerando um nível sonoro que pode ser medido nas imediações da fonte. A partir daí, o nível sonoro é atenuado à medida que o som se propaga, entre a fonte e o receptor, ao longo de determinada trajetória.

O nível sonoro se reduz com a distância, à medida que o som diverge da fonte, a qual poderá ser direcional. A absorção sonora do ar atmosférico atenua o som ao longo de sua trajetória. Reflexões no solo interferem com o som direto, causando atenuação ou, menos frequentemente, amplificação. Áreas densamente arborizadas, barreiras naturais e artificiais conferem atenuação natural ao som. O espalhamento do som na copa de árvores pode reduzir a eficácia das barreiras. Gradientes verticais de vento e temperatura refratam (curvam) as trajetórias sonoras para cima e para baixo, gerando regiões de sombra acústica, alterando a interferência com o solo e modificando a efetividade das barreiras.

A atenuação, à medida que o som se propaga a partir da fonte, depende da frequência. Assim, a redução do nível sonoro total A-ponderado depende da composição do espectro sonoro.

3.2 Software Predictor-LimA

O Predictor-LimA é um *software* para projetos e análises de ruído ambiental da empresa Brüel & Kjaer. O *software* Predictor foi adquirido pela Brüel & Kjaer em 1997 e o *software* LimA foi adquirido em 2001. A partir de 2002, a Brüel & Kjaer integrou as características intuitivas do Predictor e a flexibilidade do LimA em um único *software* denominado Predictor-LimA.

O *software* Predictor é um sistema de modelagem acústica abrangente, que permite a manipulação e visualização dos efeitos das mudanças do ambiente físico antes da sua real execução.

Esse *software* calcula o nível de ruído em locais específicos provenientes de fontes especificadas, propagadas via obstáculos e meios intermediários, baseado em padrões nacionais e internacionais. As consequências de medidas de redução de ruído podem ser rapidamente avaliadas, sendo possível comparar valores calculados, medidos e permitidos.

Usos típicos do Predictor-LimA são:

- Se uma fonte de ruído não puder ser medida na distância pretendida
- Previsão dos níveis de pressão sonora durante novos desenvolvimentos
- Avaliar o impacto ao longo do tempo
- Avaliação de planos alternativos

O Predictor-LimA é uma importante ferramenta para auxiliar na avaliação dos níveis de ruído sobre uma área ampla e para previsão de mudanças nos níveis de ruído devido a alterações no uso. A previsão de ruído é amplamente utilizada em todos os estágios de planejamento de grandes empreendimentos industriais, e também de outros tipos de empreendimentos, tais como parques eólicos. A previsão de ruído permite avaliar e comunicar as alterações do impacto do ruído e constitui de uma parte importante da avaliação de impacto ambiental.

A partir desse software é possível criar mapas de ruído, uma fundamental ferramenta para o planejamento de ações relacionadas a esse assunto.

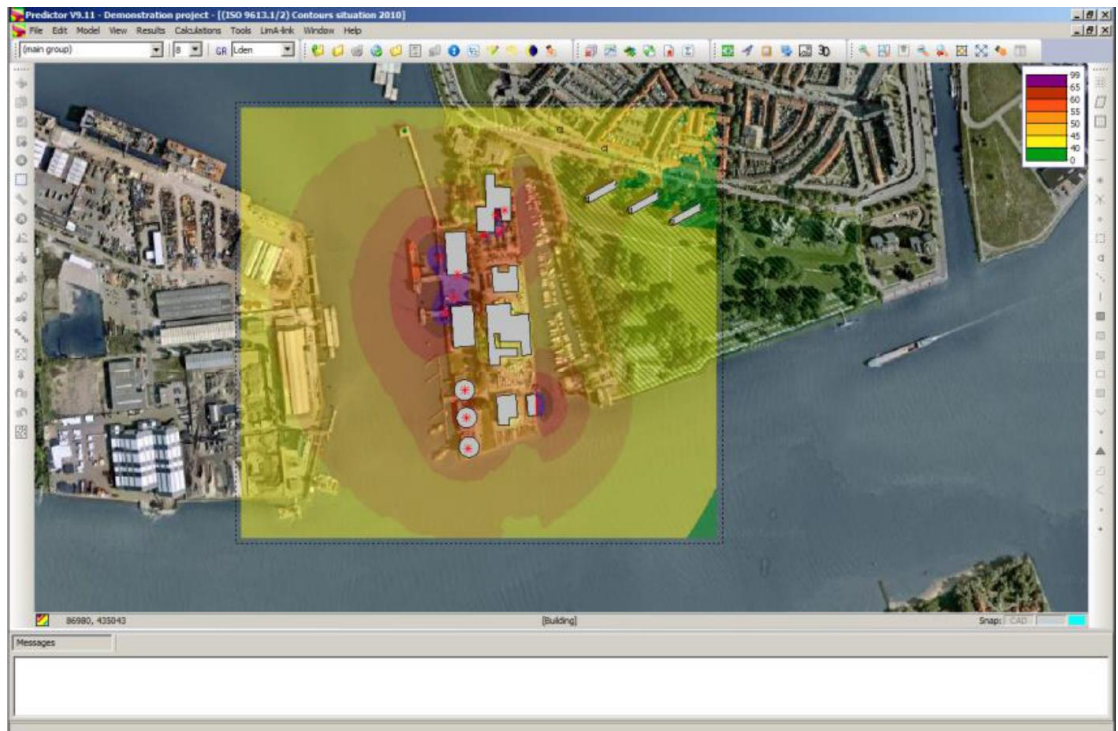


Figura 5 – Exemplo da modelagem do software Predictor-LimA. Fonte: Brüel & Kjaer (2015).

3.2.1 Método de Cálculo

O método de cálculo da atenuação do ruído ao ar livre utilizado pelo software Predictor LimA é baseado nas normas internacionais ISO 9613-1 e ISO 9613-2.

Norma ISO 9613-1:1993 – Atenuação do som durante a propagação ao ar livre – Parte 1: Cálculo da absorção do som pela atmosfera (*Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere*).

Norma ISO 9613-2:1996 – Atenuação do som durante a propagação ao ar livre – Parte 2: Método geral de cálculo (*Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation*).

Baseado na Norma ISO 9613-1/2, o software calcula os níveis de ruído utilizando-se as seguintes equações:

$$L_{it,per} = L_{dw} - C_{m,per} - C_{t,per} \quad (1)$$

$$L_{dw} = L_W + D_c - A \quad (2)$$

Onde:

$L_{lt,per}$	Média de longo período de oitava (ou 1/3-oitava) SPL durante o período de avaliação em dB
L_{dw}	Equivalente contínuo de <i>downwind</i> de oitava (ou 1/3-oitava) SPL em dB
$C_{m,per}$	Correção meteorológica durante o período de avaliação em dB
$C_{t,per}$	Correção do tempo ativo da fonte durante o período de avaliação em dB
L_W	Nível de potência sonora em dB(A) por oitava (ou 1/3-oitava)
D_c	Correção da direção em dB
A	Atenuação (banda de oitava) in dB por oitava (ou 1/3-oitava)

A atenuação A é calculada utilizando-se as seguintes equações:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{fol} + A_{site} + A_{hous} \quad (3)$$

Onde:

A_{div}	Divergência geométrica em dB
A_{atm}	Absorção atmosférica em dB / oitava (ou 1/3 de oitava)
A_{gr}	Efeito do solo em dB / oitava (ou 1/3 de oitava)
A_{bar}	Barreira em dB / oitava (ou 1/3 de oitava)
A_{fol}	Atenuação devido a folhagem em dB / oitava (ou 1/3 de oitava)
A_{site}	Atenuação devido a instalações industriais em dB /oitava (ou 1/3 de oitava)
A_{hous}	Atenuação devido a habitação em dB

3.2.2 Tipos de Fontes de Ruído

No *software* Predictor LimA existem 4 tipos diferentes de fontes de ruído disponíveis, conforme detalhadas a seguir.

Fonte Pontual ou Linear (Point or Line Source)

A fonte pontual é utilizada para simulação do nível de pressão sonora de várias fontes individuais. Esta representa as fontes de ruído cujas dimensões são desprezíveis dentro da escala do modelo, tendo sua potência acústica concentrada em um ponto localizado no centro geométrico da fonte, conforme demonstrado na figura a seguir.



Figura 6 – Exemplo de fontes pontuais (pontos em vermelho).

A fonte linear é utilizada para simulação de fontes lineares emissoras de ruído com um nível de pressão sonora específica em metros, como por exemplo, o forno de cal. No modelo, a fonte linear tem forma de uma linha polinomial onde cada ponto tem sua própria altura. Na figura a seguir é demonstrado este tipo de fonte.

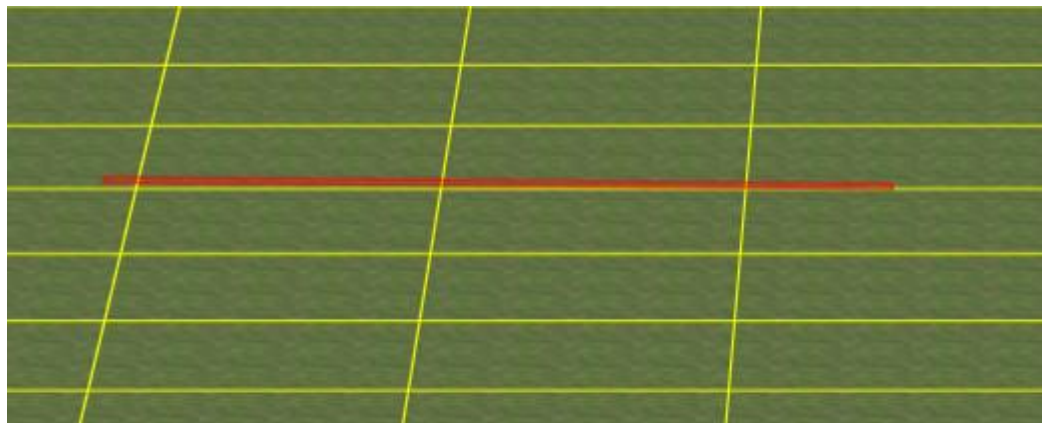


Figura 7 – Exemplo de fonte linear (linha em vermelho).

Fonte de Área (Area Source)

A fonte de área é utilizada para simulação de áreas industriais emissoras de ruído com um nível de pressão sonora em m^2 . Uma fonte de área é distribuída numa grade de fontes pontuais com distâncias iguais nas direções X e Y.

As fontes de área são simuladas numa combinação de fonte emissora e edificações. No modelo a edificação é um objeto, com forma de um retângulo ou de um polígono, usado para simular os efeitos de barreira e reflexão de objetos físicos como edificações, tanques, equipamentos, etc. Na figura a seguir é demonstrado este tipo de simulação.

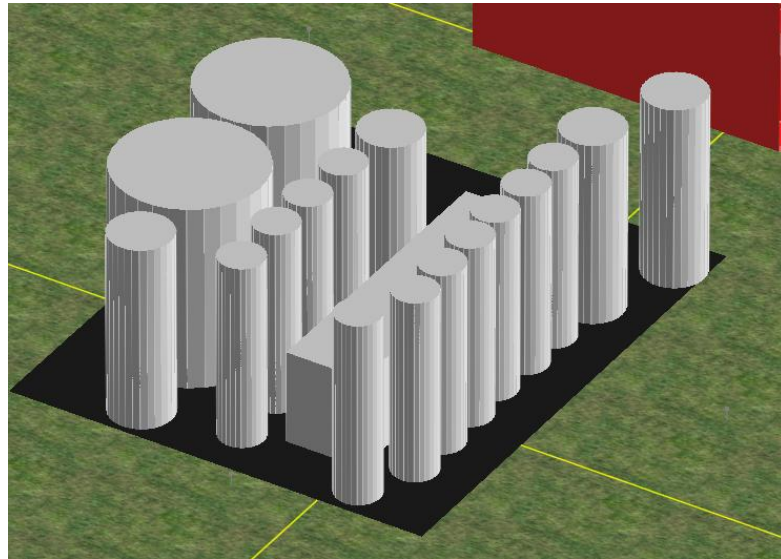


Figura 8 – Exemplo de fonte de área (área em preto).

Fonte Fachada e/ou Teto (*Emitting Facade and/or Roof*)

A fonte fachada e/ou teto é utilizada para simulação do nível de pressão sonora emitido pela fachada e/ou teto de edificações, de forma a representar edificações impermeáveis com emissão de ruído por todas as fachadas e/ou teto.

No modelo, a fonte fachada tem forma de uma linha polinomial onde cada ponto tem sua própria altura, e é localizada fora da edificação paralela a uma ou mais fachadas. A fonte teto tem forma de um polígono e é localizado no topo da edificação. Na figura a seguir é demonstrado este tipo de simulação.

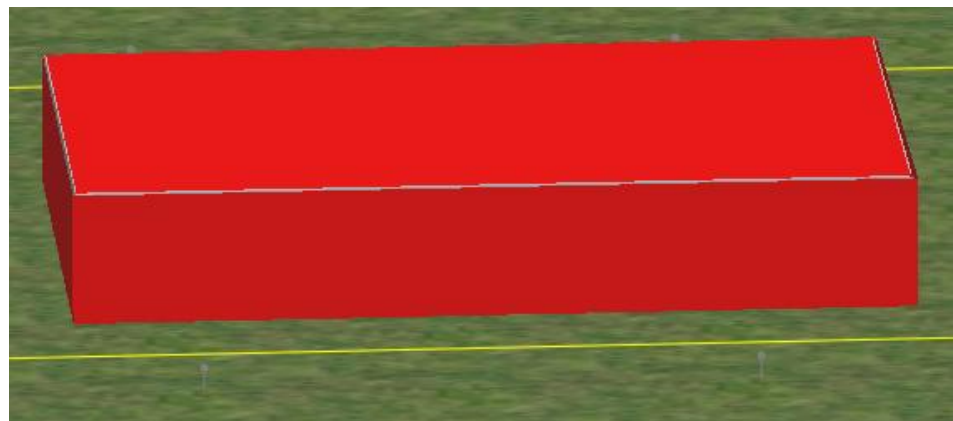


Figura 9 – Exemplo de fonte de fachada e/ou teto.

Fonte em Movimento (*Moving Source*)

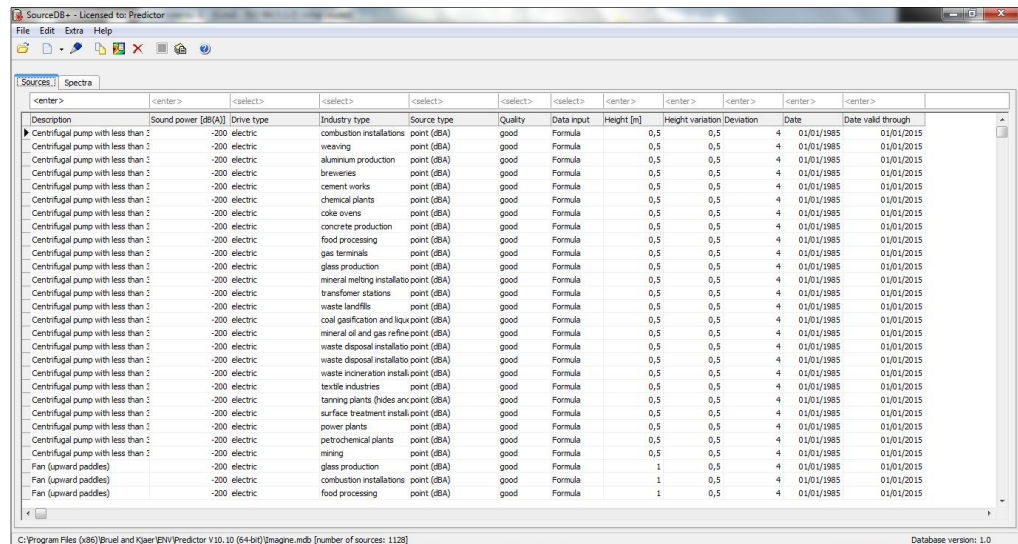
A fonte em movimento é utilizada para simulação do trajeto de fontes móveis emissoras de ruído, como por exemplo, rota de caminhões. No modelo, a fonte linear tem forma de uma linha polinomial onde cada ponto tem sua própria altura. Na figura a seguir é demonstrado este tipo de fonte.



Figura 10 – Exemplo de fonte em movimento (linha em vermelho).

3.2.3 Banco de Dados de Fontes de Ruído

O SourceDB+ é um *software* para a manutenção de bancos de dados com níveis de potência sonora de 1/3 de oitava para fontes industriais. Esse software inclui banco de dados de imagem das máquinas e equipamentos e também as fontes lineares e de área. Além disso, existem informações do tipo de indústria e do tipo de combustível referente a cada máquina e equipamento. Nas figuras a seguir são apresentadas algumas telas do *software* SourceDB+.



Description	Sound power [dB(A)]	Drive type	Industry type	Source type	Quality	Data input	Height [m]	Height variation	Deviation	Date	Date valid through
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	combustion installations	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	weaving	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	aluminum production	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	breweries	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	cement works	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	chemical plants	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	coke ovens	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	concrete production	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	food processing	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	gas terminals	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	glass production	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	mineral melting installation	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	transformer stations	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	waste landfills	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	coal gasification and liqua	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	mineral oil and gas refine	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	waste disposal installato	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	waste disposal installato	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	waste incineration instal	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	textile industries	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	tanning plants (rides anc	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	surface treatment instal	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	power plants	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	petrochemical plants	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Centrifugal pump with less than 2	-200	electric	mining	point (dBA)	good	Formula	0,5	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Fan (upward paddles)	-200	electric	glass production	point (dBA)	good	Formula	1	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Fan (upward paddles)	-200	electric	combustion installations	point (dBA)	good	Formula	1	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015
Fan (upward paddles)	-200	electric	food processing	point (dBA)	good	Formula	1	0,5	4	01/01/1985	01/01/2015

Figura 11 – Interface do SourceDB+ com a lista de fontes de ruído disponíveis.

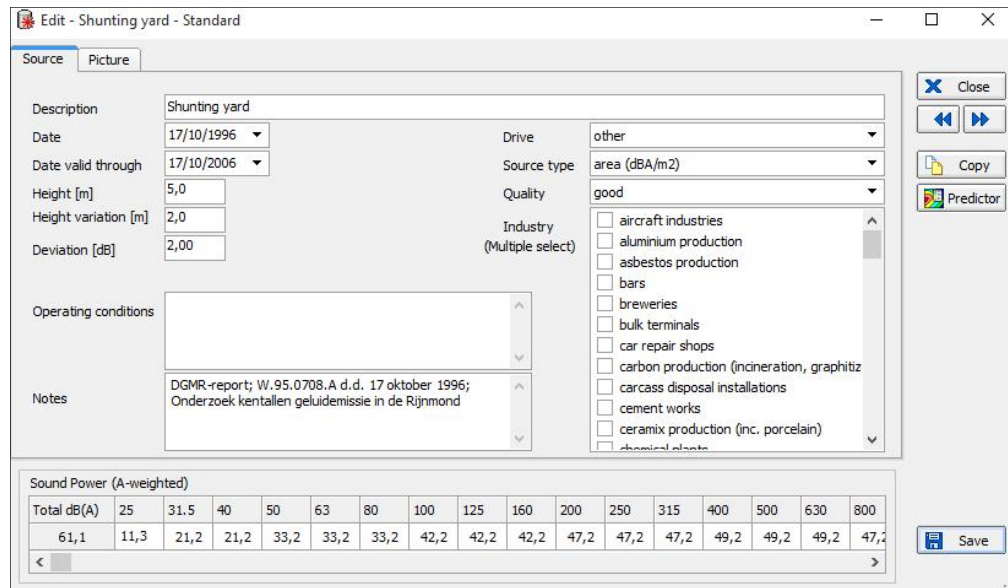


Figura 12 – Dados de uma fonte de ruído selecionada no SourceDB+.

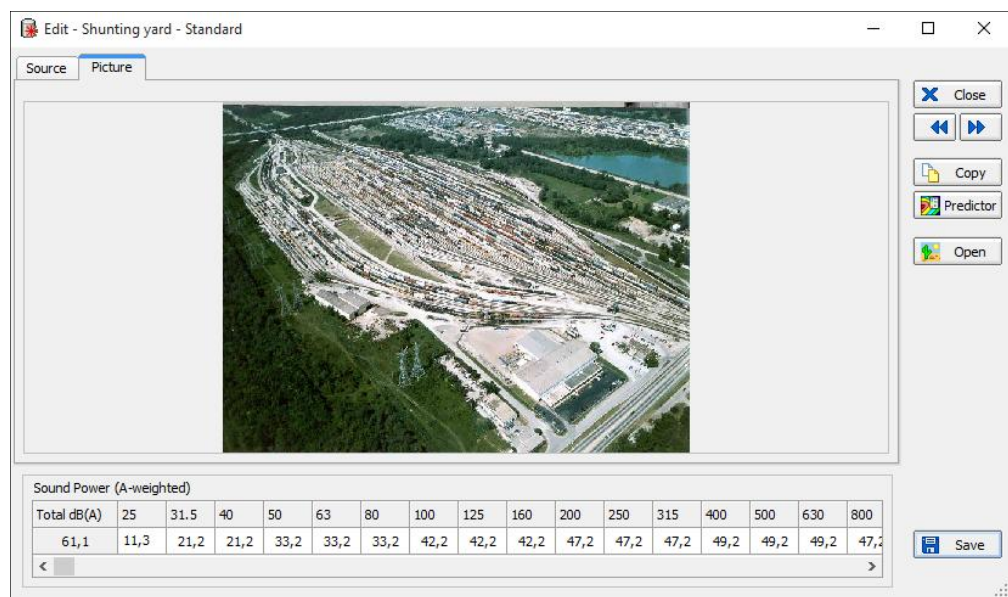


Figura 13 – Foto de uma fonte de ruído selecionada no SourceDB+.

3.2.4 Malha Cartesiana

A malha cartesiana (grade de pontos) do Predictor-LimA é denominada como *grid*. O *grid* é uma região, com forma de um retângulo, círculo ou polígono, usado como base para apresentação das isolinhas (contornos) dos níveis de pressão sonora simulados.

Todos os pontos de um *grid* serão simulados como um ponto individual de recepção da pressão sonora (ruído).

A dimensão do *grid* (número de pontos simulados) varia de acordo com a extensão da área de abrangência do *grid* e a distância entre os pontos do *grid*.

Quanto maior a dimensão do *grid* (número de pontos simulados), maior será o tempo de processamento (cálculo) da simulação.



Figura 14 – Exemplo do grid do software Predictor-LimA (pontos cinzas).

3.2.5 Períodos

No Predictor-LimA os períodos são intervalos de tempo dentro de um dia de 24 horas, a partir da hora 0 até a hora 23. Normalmente, os períodos são baseados nos períodos de avaliação, conforme determinado em legislação vigente. O *software* calcula o nível de som equivalente para cada período. É possível definir até 4 partes de um dia como um período, por exemplo: dia, tarde e noite. Além disso, é possível definir um período composto, denominado L_{DEN} . Este período composto é um valor calculado derivado dos períodos já especificados. Para cada modelo, você pode definir períodos diferentes.

Ao calcular os resultados de previsão para um período específico, somente as fontes ativas durante esse período são consideradas. Se uma fonte estiver parcialmente ativa durante um período, o *software* calculará automaticamente uma redução de tempo para essa fonte.

4 SIMULAÇÃO DA PROPAGAÇÃO DE RUÍDO

4.1 Premissas Adotadas

A versão do *software* Predictor LimA utilizada nesta simulação foi a versão V10.13.

O método de cálculo da atenuação do ruído ao ar livre utilizado pelo *software* Predictor LimA é baseado nas normas internacionais ISO 9613-1/2.

A versão do *software* SourceDB+ utilizada nesta simulação foi a versão V2.02.

O regime de operação da fábrica de celulose solúvel da LD CELULOSE será 24 horas por dia, 7 dias por semana e 12 meses por ano. O período efetivo de produção será de aproximadamente 352 dias, considerando a parada geral anual de manutenção dos equipamentos.

Com relação aos períodos, nesta simulação foram considerados os períodos diurno e noturno. O horário do período diurno foi definido entre 06:00 e 22:00 e o horário do período noturno foi definido entre 22:00 e 06:00, conforme a Lei Estadual nº 10.100/1990.

Como a fábrica funcionará 24 horas por dia, considerou-se que não haverá diferenças significativas entre o período diurno e noturno.

Na simulação foi considerada uma malha cartesiana (*grid*) retangular de 2,46 km x 1,51 km, centrada na área da fábrica da LD CELULOSE.

Para este estudo foram considerados 2 cenários, variando a presença ou ausência do pátio de manobras na área da fábrica para escoamento da produção de celulose.

A simulação foi baseada em 3 tipos de fontes de ruído disponíveis no modelo:

- Fonte pontual ou linear
- Fonte de área
- Fonte de fachada e/ou teto

4.2 Dados de Entrada

Os dados de entrada do *software* Predictor estão relacionados a dados meteorológicos (umidade, temperatura e pressão), a dados da malha cartesiana ou *grid* (dimensão, distância entre os pontos e número total de pontos), a dados das edificações, barreiras ou vegetação não emissoras de ruído (descrição e altura), a dados das fontes de emissão de ruído (descrição, tipo, altura e nível de pressão sonora em decibel).

Na simulação de ruído do presente estudo foram utilizados os dados apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 1 – Condições meteorológicas

Variável	Unidade	Valor
Umidade	%	60
Temperatura	°C	22,30
Pressão	KPa	92

Fonte: INMET (2018).

Tabela 2 – Malha cartesiana (*grid*)

Variável	Unidade	Valor
Dimensão da malha (<i>grid</i>)	km	2,46 x 1,51
Distância entre os pontos da malha (<i>grid</i>)	m	30 x 30
Pontos na malha (<i>grid</i>)	-	4.233

Tabela 3 – Edificações, barreiras ou vegetação (não emissoras de ruído)

Descrição	Altura
Subestação	4 m
Prédios administrativos	8 m
Prédios da manutenção e almoxarifado	15 m
Prédios do ambulatório e combate à incêndio	8 m
Tanque de óleo combustível	15m
Tanque de óleo diesel	3m
Prédios da sala de controle e laboratório	8 m
Chaminé	90 m
Descascamento	8 m
Silo de casca	36 m
Silos de cavaco	36 m
Peneiramento de cavaco	12 m
Picadores	10 m
Sala elétrica	4 m
Prédio de apoio ao caminhoneiro	8 m
Portaria de madeira	4 m
Portaria social 2	4 m
Portaria 3	4 m
Plantios de eucalipto no entorno	18 m

Tabela 4 – Fontes de emissão de ruído

Descrição da área	Tipo de fonte	Altura da edificação	Nível de pressão sonora ¹
Pátio de madeira	Fonte área	6 m	77,5 dB(A)
Cozimento	Fonte área	60 m	74 dB(A)
Linha de fibras	Fonte área	60 m	74 dB(A)
Secagem de celulose	Fonte de fachada e teto	25 m	74 dB(A)
Armazém de celulose	Fonte de fachada e teto	25 m	58 dB(A)
Evaporação	Fonte área	30 m	74 dB(A)
Caldeira de recuperação	Fonte de fachada e teto	90 m	74 dB(A)
Caustificação	Fonte área	40 m	74 dB(A)
Forno de cal	Fonte linear	4 m	99 dB(A)
Área de produtos químicos (bombas)	Fonte pontual	-	72,7 dB(A)
Tratamento de água	Fonte área	10 m	78 dB(A)
Tratamento de água de caldeiras	Fonte área	8 m	78 dB(A)
Torres de resfriamento	Fonte de fachada e teto	20 m	72,7 dB(A)
Planta de ar comprimido (compressor)	Fonte de fachada e teto	8 m	74 dB(A)
Planta para produção de oxigênio	Fonte de fachada e teto	12 m	74 dB(A)
Planta para produção de ozônio	Fonte de fachada e teto	12 m	74 dB(A)
Caldeira de força (biomassa)	Fonte de fachada e teto	90 m	74 dB(A)
Turbogerador	Fonte de fachada e teto	25 m	74 dB(A)
Tratamento de efluentes	Fonte área	8 m	78 dB(A)
Área de tratamento de resíduos	Fonte área	3 m	74 dB(A)
Pátio de manobras	Fonte área	-	65,1 dB(A)

¹ Fonte: Banco de dados do *software* SourceDB+.

Para este estudo foram considerados 2 cenários, variando a presença ou ausência do pátio de manobras na área da fábrica para escoamento da produção de celulose.

Tabela 5 – Cenários avaliados no presente estudo

Cenário nº	Pátio de manobras na área da fábrica
1	Ausente
2	Presente

4.3 Resultados dos Cenários Avaliados

4.3.1 Cenário 1 (Sem Pátio de Manobras)

Neste cenário foram avaliados os níveis de pressão sonora previstos na operação futura do empreendimento sem pátio de manobras na área da fábrica para escoamento da produção de celulose.

Os resultados da simulação demonstraram que os níveis de pressão sonora atingiram valores máximos na faixa entre 80 e 90 dB(A). Alguns níveis de pressão sonora, fora dos limites do *site* da fábrica da LD CELULOSE, atingiram valores próximos de 70 dB(A). No entanto, a grande maioria dos níveis de pressão sonora fora do *site* estão abaixo de 60 dB(A), conforme demonstrado nas figuras a seguir.

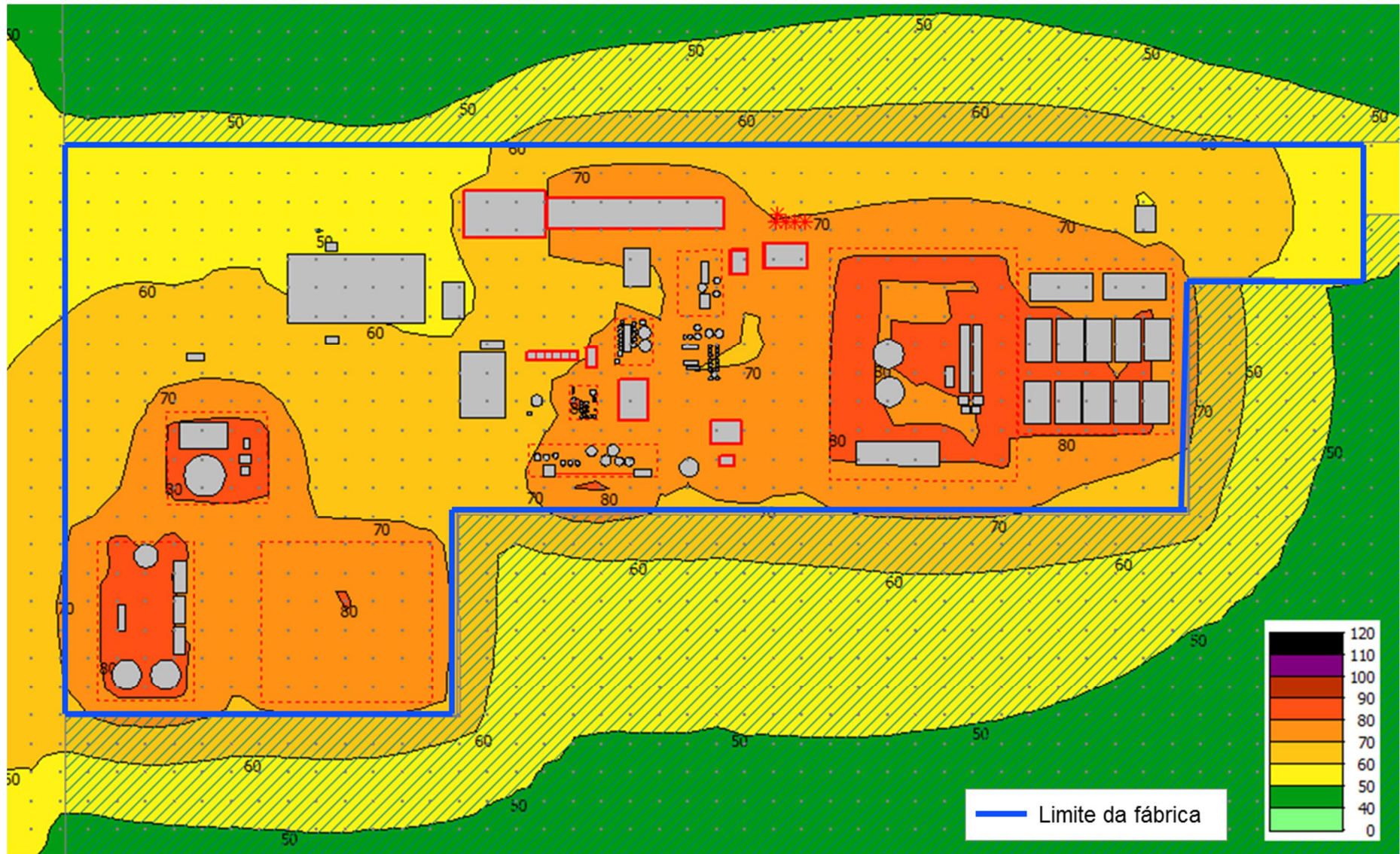


Figura 15 – Resultados do Cenário 1 (Sem Pátio de Manobras).

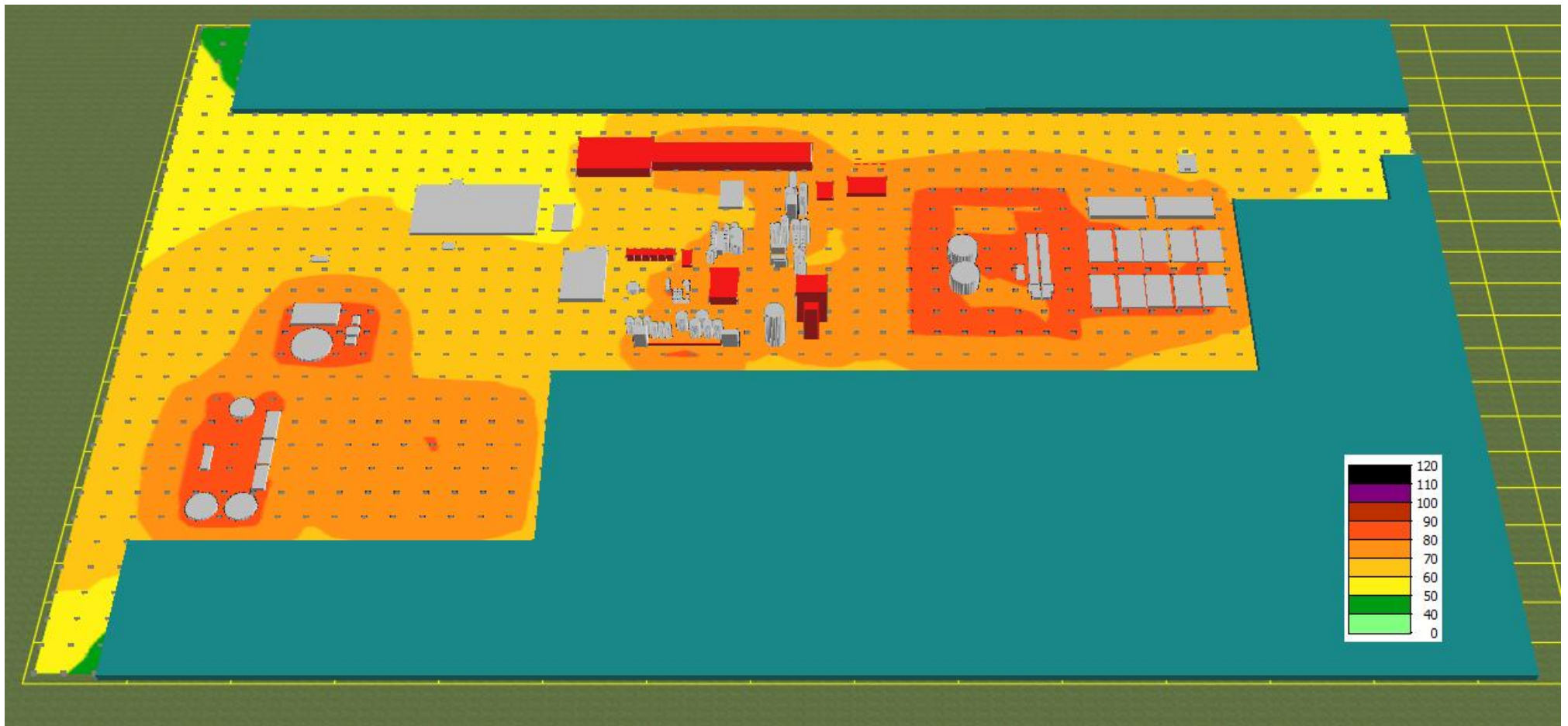


Figura 16 – Resultados do Cenário 1 – visão em 3D.

4.3.2 Cenário 2 (Com Pátio de Manobras)

Neste cenário foram avaliados os níveis de pressão sonora previstos na operação futura do empreendimento com pátio de manobras na área da fábrica para escoamento da produção de celulose.

Os resultados da simulação demonstraram que os níveis de pressão sonora atingiram valores máximos na faixa entre 80 e 90 dB(A). Alguns níveis de pressão sonora, fora dos limites do *site* da fábrica da LD CELULOSE, atingiram valores próximos de 70 dB(A). No entanto, a grande maioria dos níveis de pressão sonora fora do *site* estão abaixo de 60 dB(A), conforme demonstrado nas figuras a seguir.

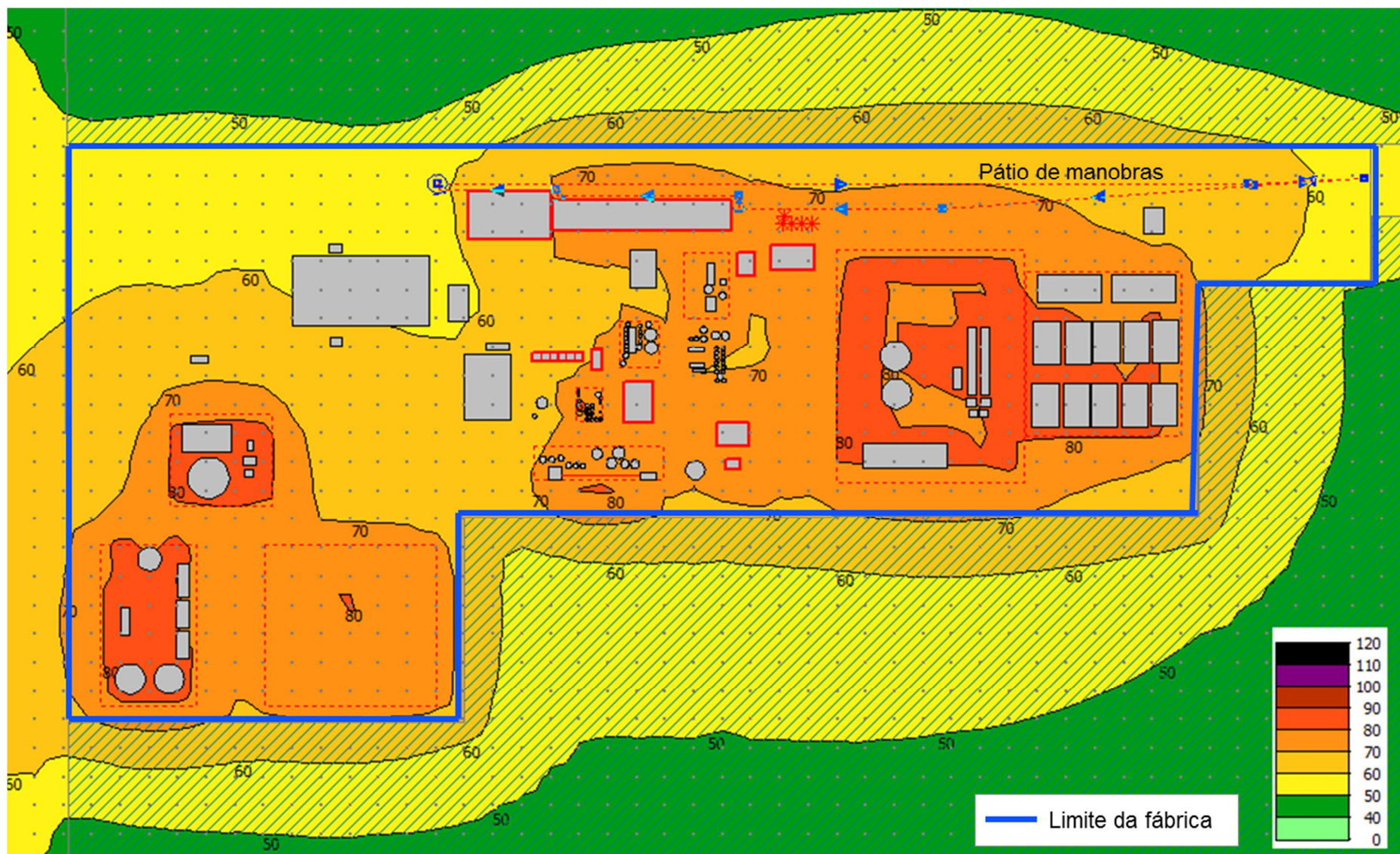


Figura 17 – Resultados do Cenário 2 (Com Pátio de Manobras).

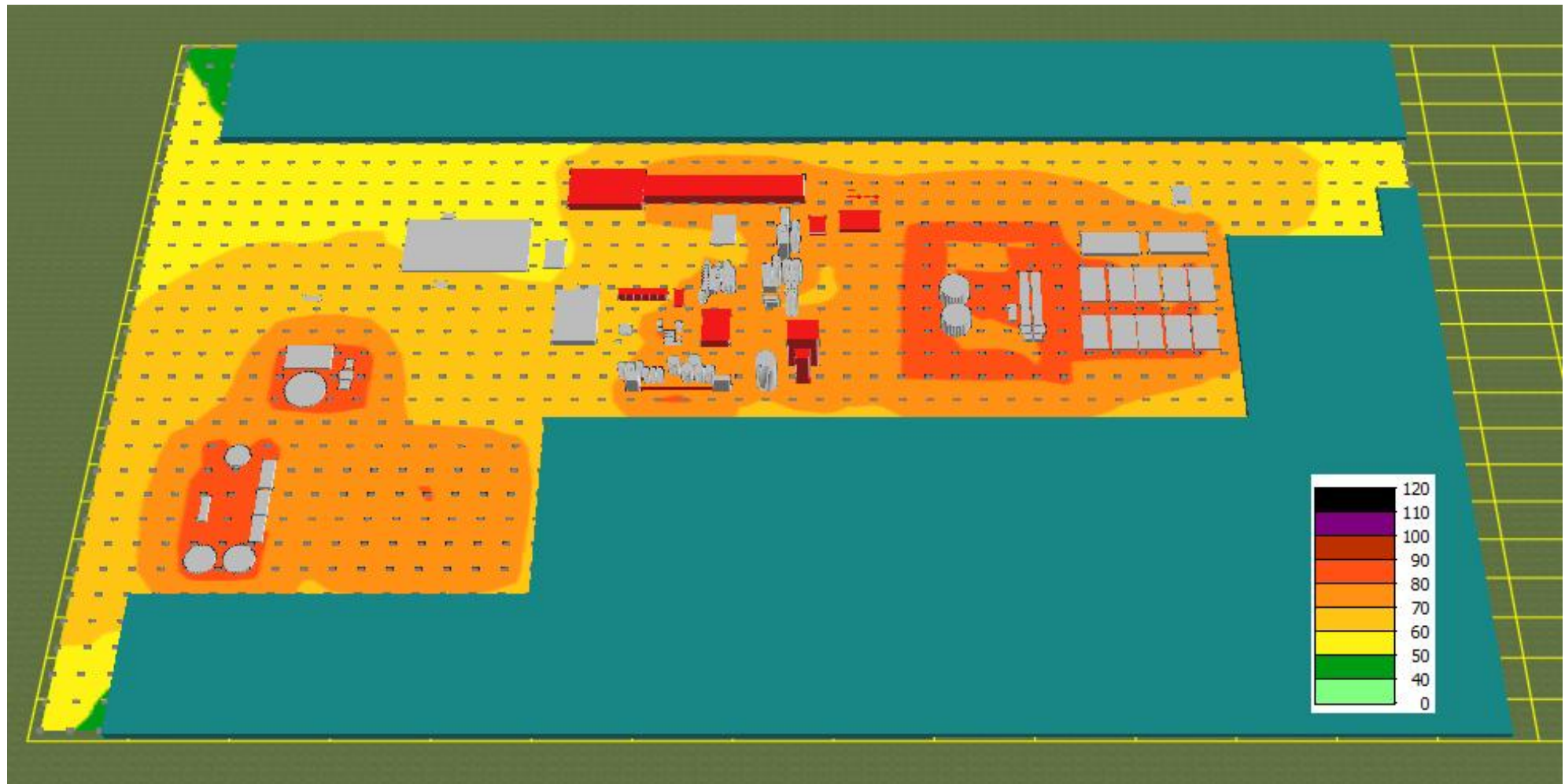


Figura 18 – Resultados do Cenário 2 – visão em 3D.

5 CONCLUSÕES

Neste estudo foi verificada a previsão dos níveis de pressão sonora (ruído) a serem emitidos na operação da futura fábrica de celulose solúvel da LD CELULOSE, em comparação com o nível de critério de avaliação (NCA) estabelecido pela norma NBR 10.151/2000 e os padrões estabelecidos pela Lei Estadual nº 7.302/1978 e suas alterações.

Para este estudo foram considerados 2 cenários, variando a presença ou ausência do pátio de manobras na área da fábrica para escoamento da produção de celulose.

No Cenário 1, o qual não inclui o pátio de manobras na área da fábrica, verificou-se que alguns níveis de pressão sonora, fora dos limites do *site* da fábrica da LD CELULOSE, atingiram valores próximos de 70 dB(A). No entanto, a grande maioria dos níveis de pressão sonora fora do *site* estão abaixo de 60 dB(A).

No Cenário 2, o qual contempla o pátio de manobras na área da fábrica para escoamento da produção de celulose, considerado o cenário mais crítico, também verificou-se que alguns níveis de pressão sonora, fora dos limites do *site* da fábrica da LD CELULOSE, atingiram valores próximos de 70 dB(A). No entanto, a grande maioria dos níveis de pressão sonora fora do *site* estão abaixo de 60 dB(A).

De uma maneira geral, tanto no Cenário 1 (sem pátio de manobras) quanto no Cenário 2 (com pátio de manobras), alguns valores dos níveis de pressão sonora na área externa dos limites do *site* estão ligeiramente acima do estabelecido pela Norma NBR 10.151/2000 e pela Lei Estadual nº 7.302/1978 e suas alterações, ou seja, 70 dB(A) para o período diurno e 60 dB(A) para o período noturno.

Destaca-se que no entorno do *site* não há aglomeração populacional, sendo a mais próxima (área urbana do município de Indianópolis-MG) localizada a aproximadamente 20 km. No entorno da área do *site* a ocupação do solo refere-se principalmente a plantios agrícolas e silvicultura da própria Duratex Florestal.

É importante ressaltar que o *site* da fábrica da LD CELULOSE está localizado dentro da Fazenda Nova Monte Carmelo, arrendada à Duratex Florestal.

Com relação ao pátio de manobras na área da fábrica, pontua-se que na região existe a Ferrovia Centro Atlântica (FCA), que passa ao lado do *site*. Desta forma, o ruído relacionado ao pátio de manobras já faz parte do ruído ambiente da região. A chegada de composição ferroviária na fábrica ocorrerá, no máximo, uma vez ao dia.

Pode-se concluir baseando-se nas simulações realizadas no presente estudo que os níveis de pressão sonora referentes à operação da fábrica de celulose solúvel da LD CELULOSE não causará incômodos, visto que não há aglomeração populacional no entorno do empreendimento.

A utilização de *software* para simulação de ruído de um futuro empreendimento é uma importante ferramenta para auxiliar na avaliação de possíveis impactos, porém é sempre importante enfatizar que trata-se de uma previsão, que deve ser posteriormente avaliada por meio de monitoramento de ruído ambiental.

6

REFERÊNCIAS

ABNT. Norma NBR 10.151/2000, que dispõe sobre a avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – procedimento.

ALL. Estudo Ambiental – Duplicação da Ferrovia Ferroban entre os Pátios de Itirapina e Evangelista de Souza, e entre Paratinga e Perequê. Curitiba: 2010, volume 1, página 274.

BISTAFA, S. R. Acústica aplicada ao controle do ruído. 2ª Ed. São Paulo: Blucher, 2011. 380 p.

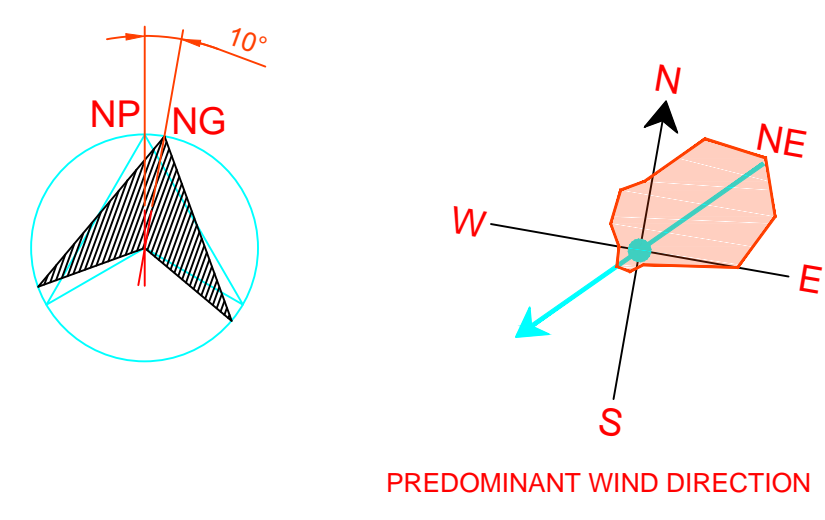
INMET. Dados da Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática Uberlândia-A507 (Código OMM: 86776). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 06 de julho de 2018.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 7.302/1978 e suas alterações – Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no estado de Minas Gerais.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 10.100/1990 – Dispões sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais. MINAS GERAIS.

MMA. Resolução CONAMA nº 01/1990, que dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais.

ANEXO I
LAYOUT DA FÁBRICA



Y= 10.000.000

Y= 9.500.000

Y= 9.000.000

X= 19.500.000

X= 20.000.000

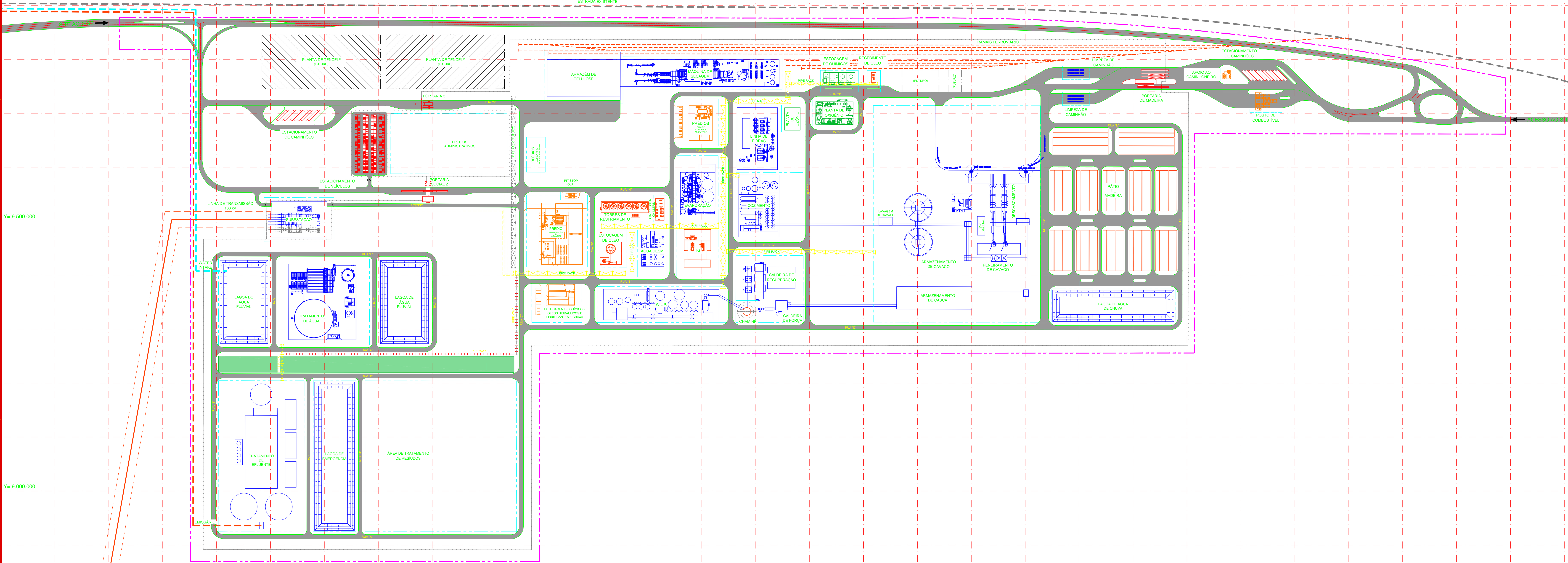
X= 20.500.000

X= 21.000.000

X= 21.500.000

X= 22.000.000

0 20.0 100.0 200.0 mm



REVISION TABLE		CODE	DESCRIPTION
0		PR - PRELIMINARY	LE - RELEASED FOR CONSTRUCTION
		PA - FOR APPROVAL	ED - RELEASED FOR DETAILING
		PI - FOR INFORMATION	CC - AS BUILT
		PC - FOR QUOTATION	CA - CANCELED
		CO - FOR COMMENTS	

NOTAS:

- LEGENDA:
- ÁREAS DE PROCESSO
 - UTILIDADES E BALANÇO DA PLANTA
 - QUÍMICOS
 - PRÉDIOS NÃO PROCESSOS
 - FUTURO
 - LIMITE DO SITE

ITEM PENDENTE:

REFERENCE DOCUMENTS		TITLE	NUMBER

DISTRIBUTION	TO	REVISION						
		0	a	b	c	d	e	f
AMADEUS	E							
POYRY	E							

PRELIMINARY

PÖYRY PROJETO AMADEUS
Fábrica de Celulose S00Vet
Minas Gerais - Brasil

RESP/PROJETO/AREA NUMBER: _____ CUSTOMER NUMBER: _____ REV: _____

TITLE: LAYOUT GERAL DA FÁBRICA

SCALE: 1:2000 UNIT: mm PROJECTION: _____ PÖYRY NUMBER: _____ REV: _____