

# ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA INDUSTRIAL

**Pöyry Tecnologia Ltda.**  
Rua Alexandre Dumas, 1901  
Edifício Paramount - 2º andar  
04717-004 São Paulo - SP  
BRAZIL  
Tel. +55 11 3472 6955  
Fax +55 11 3472 6980  
E-mail: forest.br@poyry.com

**Data 27.04.2012**

**Nº Referência 20614.10-1000-M-1501**  
Página 1 (7)

## VOLUME IV

### ESTUDOS COMPLEMENTARES



#### KLABIN - PAPEL E CELULOSE PROJETO PUMA - PR

|          |     |                                                             |
|----------|-----|-------------------------------------------------------------|
| Conteúdo | 1   | APRESENTAÇÃO                                                |
| Anexos   | I   | ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS                                 |
|          | II  | ESTUDOS DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA                            |
|          | III | ESTUDO DE DISPERSÃO DOS EFLUENTES TRATADOS<br>NO RIO TIBAGI |
|          | IV  | ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO                                     |
|          | V   | ESTUDO DE TRÁFEGO                                           |

|              |     |
|--------------|-----|
| Distribuição |     |
| KLABIN       | E   |
| PÖYRY        | RHi |

|       |                  |                  |                  |                  |                 |
|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Orig. | 27.04.2012 – RTH | 27.04.2012 – KHF | 27.04.2012 – RHi | 27.04.2012 – NRN | Para informação |
| Rev.  | Data/Autor       | Data/Verificado  | Data/Aprovado    | Data/Autorizado  | Observações     |
|       |                  |                  |                  |                  |                 |
|       |                  |                  |                  |                  |                 |

## **1 APRESENTAÇÃO**

O presente documento apresenta os Estudos Complementares necessários para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental referente à implantação da unidade industrial da KLABIN para fabricação de celulose e papel, incluindo uma unidade de cogeração de 330 MW e uma linha de transmissão de 230 kV na região entre os municípios de Telêmaco Borba e Ortigueira, Estado do Paraná.

Os estudos apresentados são:

- Estudo de Análise de Riscos;
- Estudos de Dispersão Atmosférica;
- Estudo de Dispersão dos Efluentes Tratados no rio Tibagi;
- Estudo de Autodepuração;
- Estudo de Tráfego.

## **ANEXO I**

### **Estudo de Análise de Riscos**



## **ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS**

### **KLABIN PAPEL E CELULOSE**



**Ortigueira – PR**

**Março/2012**

*RLi*





## SUMÁRIO

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....                                                 | 3  |
| 1.1 GERAL.....                                                     | 3  |
| 1.2 CONTEÚDO DO RELATÓRIO.....                                     | 4  |
| 1.3 EQUIPE TÉCNICA.....                                            | 5  |
| 2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....                           | 5  |
| 2.1 LOCALIZAÇÃO.....                                               | 5  |
| 2.2 NATUREZA E PORTE DO EMPREENDIMENTO.....                        | 7  |
| 2.3 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS.....                              | 8  |
| 2.5 COLABORADORES E JORNADA DE TRABALHO.....                       | 8  |
| 2.6 CRONOGRAMA.....                                                | 9  |
| 2.7 DESCRIÇÃO DA ÁREA FABRIL.....                                  | 9  |
| 2.8 SISTEMAS DE CONTROLE AMBIENTAL.....                            | 36 |
| 3. CARACTERÍSTICA DA REGIÃO.....                                   | 55 |
| 3.1 LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ORTIGUEIRA.....                    | 55 |
| 3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS E METEOROLÓGICAS DA REGIÃO..... | 55 |
| 4. CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS PRODUTOS ENVOLVIDOS.....         | 60 |
| 5. HISTÓRICO DE ACIDENTES.....                                     | 61 |
| 6. ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS.....                               | 64 |
| 6.1 INTRODUÇÃO.....                                                | 64 |
| 6.2 METODOLOGIA.....                                               | 64 |
| 6.3 ELABORAÇÃO DA APR.....                                         | 68 |
| 6.4 RESULTADO DA APR.....                                          | 69 |
| 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....                                 | 69 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                 | 71 |



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Geral

Os acidentes industriais ocorridos nos últimos anos, em particular na década de 80, contribuíram de forma significativa para despertar a atenção das autoridades governamentais, das indústrias e da sociedade, no sentido de buscar mecanismos para a prevenção daqueles episódios que comprometem a segurança das pessoas e a qualidade do ambiente.

Assim, as técnicas e métodos já amplamente utilizados nas indústrias bélica, aeronáutica e nuclear passaram a ser adaptados para a realização de estudos de análise e avaliação dos riscos associados a outras atividades industriais, em especial nas áreas de petróleo, química e petroquímica.

No Brasil, com a publicação da Resolução CONAMA Nº 01 de 23/01/86, que instituiu a necessidade de realização do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, os estudos de análise de riscos passaram a ser incorporados nesse processo, para determinados tipos de empreendimentos, de forma que, além dos aspectos relacionados com a poluição crônica, também a prevenção de acidentes maiores fosse contemplada no processo de licenciamento.

Da mesma forma, os estudos de análise de riscos têm se mostrado importantes na análise de instalações industriais já em operação, de modo que os riscos possam ser avaliados e gerenciados a contento. De face ao exposto, este documento apresenta o Estudo de Análise de Risco que foi desenvolvido através da metodologia APR (Análise Preliminar de Risco), visando identificar, analisar e avaliar eventuais riscos impostos ao meio ambiente e à segurança, decorrentes das atividades envolvidas nas instalações e operações da Unidade Industrial da KLabin, no município de Ortigueira, estado do Paraná.

O presente Estudo visa subsidiar o processo de solicitação e respectiva obtenção da Licença Prévia (LP) do empreendimento para apreciação do



Instituto Ambiental do Paraná – IAP, para uma fábrica de celulose branqueada e papel da KLABIN com capacidade de produção de 1.800.000 toneladas por ano de celulose e 500.000 toneladas por ano de papel, incluindo uma unidade de cogeração de 330 MW e uma linha de transmissão de 230 kV.

O presente EAR segue o Ofício nº 010/2012/IAP – DIRAM/DLE, emitido pelo Instituto Ambiental do Paraná - IAP, que institui o Termo de Referência para subsidiar o Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) para implantação da indústria de celulose e papel. Esse EAR também segue as diretrizes da Instrução Normativa IAP que dispõe sobre os critérios para elaboração do PGR (Plano de Gerenciamento de Riscos), que por sua vez, define os critérios para elaboração do EAR.

## **1.2 Conteúdo do Relatório**

O presente Relatório foi dividido nos seguintes itens:

- Introdução;
- Características do empreendimento e descrição geral da unidade industrial;
- Características da região;
- Características dos principais produtos envolvidos;
- Histórico de acidentes nas fábricas de celulose e papel;
- Critérios para realização do Estudo de Análise de Riscos;
- Análise Preliminar de Riscos (APR) das principais atividades operacionais da unidade industrial, que englobou as seguintes atividades:
  - Identificação dos riscos e suas causas;
  - Avaliação dos efeitos gerados através dos riscos identificados;
  - Classificação dos riscos através da interação entre severidade e frequência.
- Conclusões e Recomendações.



### 1.3 Equipe Técnica

Este Estudo foi elaborado pela empresa FADEL Engenharia Ambiental, contando com a participação dos seguintes profissionais:

- Engenheiro Químico e de Segurança do Trabalho Angelo Baucia - CREA 0601238013 / IBAMA 333041;
- Engenheira Ambiental Marília Tupy de Godoy - CREA 087348-5 SC / IBAMA 4252885.

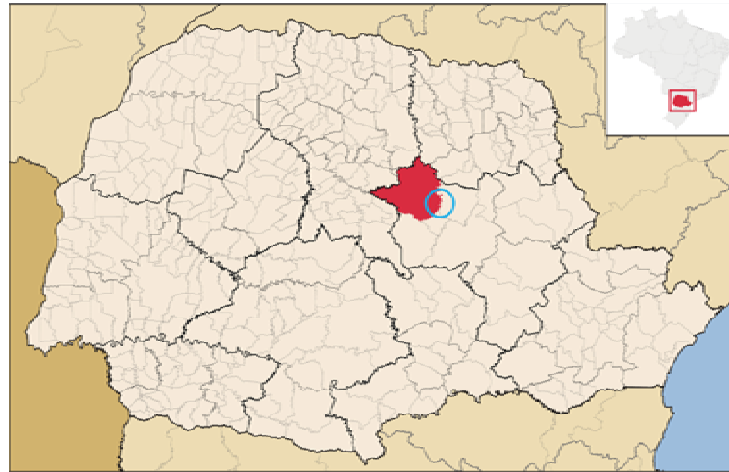
A equipe técnica responsável elaborou o presente trabalho no intuito de fornecer subsídios concretos e confiáveis para o órgão ambiental responsável pelo licenciamento. Assim sendo, tais subsídios fornecerão elementos para que se formem um conceito claro e um juízo correto quanto à natureza e alcance do empreendimento.

As ART dos profissionais responsáveis pela elaboração do presente EAR encontra-se no **ANEXO I**.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

### 2.1 Localização

A unidade industrial de fabricação de celulose e papel da KLABIN será implantada no município de Ortigueira, no estado do Paraná. Na Figura a seguir, é apresentada a localização do empreendimento.

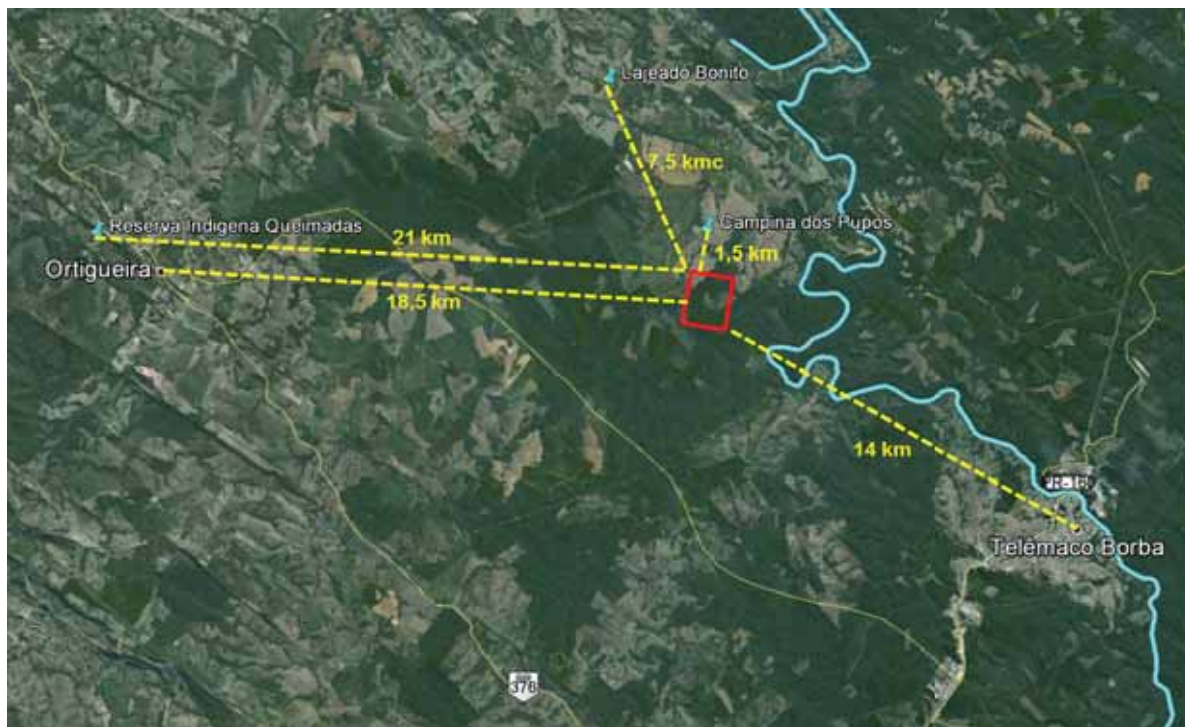


**Figura 2.1/1. Localização regional da unidade industrial da KLABIN.**

A unidade industrial da Klabin será implantada numa área localizada a cerca de 12 km do município de Telêmaco Borba e a cerca de 19 km do município de Ortigueira. Nas proximidades do local previsto para implantação do empreendimento, a cerca de 1,5 km de distância, existe uma comunidade formada por 10 casas chamada de Campina dos Pupos. Além dessa comunidade, a cerca de 7,5 km do local do novo empreendimento, existe outra comunidade chamada Lajeado Bonito.

Na região, existe também a Reserva Indígena Queimadas localizada a cerca de 21 km de distância da nova fábrica.

Na Figura a seguir, é apresentada a localização da futura fábrica da Klabin e das referências do entorno.



**Figura 2.1/2. Localização da futura fábrica da Klabin e das referências do entorno.**

## 2.2 Natureza e Porte do Empreendimento

O empreendimento em questão caracteriza-se como atividade industrial, pertencente ao ramo de atividade de Fabricação de Celulose, Papel e Produtos de Papel, classificada de acordo com a CNAE-IBGE 2.0 – Classes Atualizadas (Classificação Nacional de Atividades Econômicas – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), como classe 1710-9 – FABRICAÇÃO DE CELULOSE E OUTRAS PASTAS PARA A FABRICAÇÃO DE PAPEL.

A nova unidade industrial da KLABIN no estado do Paraná prevê uma produção de 1.800.000 toneladas por ano de celulose branqueada e 500.000 toneladas por ano de papel.

Essa unidade utilizará como matéria-prima básica, aproximadamente, 6,66 milhões de metros cúbicos de eucalipto e/ou pinus por ano. Além da madeira,



serão utilizados outros insumos, como exemplo: oxigênio, hidróxido de sódio, peróxido de hidrogênio, ácido sulfúrico, metabissulfito de sódio, metanol, cloreto de sódio, cal virgem, dentre outros.

Para a operação da unidade industrial de celulose e papel será necessária à implantação de uma infraestrutura externa e interna de apoio que compreenderá estradas de acesso, sistema de cogeração de energia elétrica, linha de transmissão de energia elétrica, recebimento de insumos, captação e tratamento de água, tratamento e disposição adequada de efluentes e sistemas de tratamento de resíduos sólidos industriais.

O projeto prevê a implantação das melhores práticas e tecnologias disponíveis para proteção do meio ambiente em todos os seus aspectos, ou seja, uso racional de água, minimização da geração de efluentes líquidos, controle das emissões atmosféricas e redução, reuso e reciclagem de resíduos sólidos.

Nessa fábrica serão utilizadas as Melhores Tecnologias Disponíveis – BAT (*Best Available Technologies*) e as Melhores Práticas de Gerenciamento Ambiental – BPEM (*Best Practice Environmental Management*).

### **2.3 Características Operacionais**

O regime de operação da unidade industrial da KLABIN será 24 horas por dia, 7 dias por semana e 12 meses por ano. O período efetivo de produção será de aproximadamente 354 dias, considerando a parada geral anual de manutenção dos equipamentos.

### **2.5 Colaboradores e Jornada de Trabalho**

A mão de obra total, considerando funcionários próprios e terceiros, necessária para a operação da unidade industrial será de aproximadamente 1.400 pessoas.

A jornada de trabalho dos funcionários da área industrial ocorrerá com 5 turmas de revezamento em 3 turnos de trabalho de 8 horas cada um. Na área administrativa, a jornada de trabalho será de 8 horas e ocorrerá em horário comercial.





## 2.6 Cronograma

A implantação do empreendimento está planejada para ser concluída no 2º semestre de 2014.

## 2.7 Descrição da Área Fabril

### 2.7.1 Descrição do Processo Industrial

#### Descrição Sucinta do Processo de Celulose - Kraft

O processo de produção de celulose branqueada da KLABIN poderá utilizar como matéria-prima, tanto madeira de eucalipto quanto madeira de pinus.

As toras serão descascadas na fábrica e serão encaminhadas para as linhas de picagem, que se transformam em cavacos. Os cavacos produzidos pelos picadores serão estocados em pilha, sendo, então, transportados para a área do cozimento.

Os cavacos têm dimensões controladas, que permitem a penetração dos produtos químicos durante o cozimento, o que facilita o amolecimento da madeira e a desagregação das fibras, separando-as da lignina, produzindo a chamada polpa marrom (celulose escura).

A seguir, é realizado um pré-branqueamento da celulose, através de um processo físico-químico, usando como principal reagente o oxigênio. O objetivo é reduzir o consumo de reagentes químicos no branqueamento e gerar menor carga orgânica para o efluente.

O branqueamento é um processo de purificação que visa remoção de grande parte da lignina residual não dissolvida. O objetivo é a obtenção de grau de alvura elevada. Para isto, são utilizados reagentes químicos mais seletivos e condições de trabalho mais brandas.

A polpa branqueada segue, então, para a seção de secagem e enfardamento, onde ocorre a formação da folha, para garantir maior homogeneidade e evitar quebras na máquina ou irregularidades no produto. A prensagem visa remover a





água por ação mecânica, consolidar posição das fibras e dar maior resistência para a folha úmida passar pela secagem. Na secagem ocorre a remoção de água por evaporação através da aplicação de calor na folha de celulose. Na saída da secadora, as folhas são cortadas, pesadas e embaladas em fardos de 250 kg. Os fardos são empilhados em dois grupos de quatro, formando uma carga de 2 toneladas.

#### Recuperação de Químicos

A indústria de celulose *kraft* possui um sistema que permite a recuperação dos produtos químicos utilizados para obtenção da polpa.

A recuperação inicia-se com a evaporação do licor negro, elevando o teor de sólidos secos de 15% até aproximadamente 80%.

Após a evaporação, o licor será enviado para incineração na caldeira de recuperação. Na caldeira, a matéria orgânica presente no licor será incinerada, restando então um fundido, formado pelos compostos inorgânicos que serão enviados para a caustificação.

Na caustificação, ocorrerá a clarificação do licor verde, e posterior obtenção do licor branco, que retorna ao processo de cozimento.

O fluxograma do processo produtivo com as etapas de produção da celulose e papel é apresentado no **ANEXO II**.

#### Descrição Detalhada do Processo

O *layout* do empreendimento com o detalhamento da localização das instalações da unidade industrial é apresentado no **Anexo III**.

#### Pátio de Madeira

As toras de madeira com casca de *pinus* e eucalipto serão levadas para a indústria por transporte rodoviário. A casca proveniente do descascamento no pátio de madeira será utilizada como combustível na caldeira de biomassa.

O controle de entrada de madeira será feito através das balanças rodoviárias na portaria industrial.



**Figura 2.7.1/2. Descarregamento das toras no pátio de madeira.**

Estão previstas quatro linhas de descascamento e picagem de alta capacidade que processarão a madeira de *pinus* e eucalipto. Para isso, as linhas serão equipadas com descascadores para processarem ambas as madeiras.

Estão previstas duas estocagens de cavacos separadas, uma para cavacos de eucalipto e a segunda para *pinus*.

A estocagem de cavacos será a céu aberto, com empilhamento e retomada automáticos, e será constituída por pilha circular tipo *stacker/reclaimer* com sistema de extração por rosca móvel giratória.



**Figura 2.7.1/3. Pilha de Cavacos.**

A estação de classificação e peneiramento de cavacos será instalada após a estocagem de cavacos. Os cavacos aceitos serão enviados por uma linha de transportadores de correia até o cozimento.

A casca removida das toras e os *overs* serão picados e enviados junto com os rejeitos do peneiramento (finos) para uma pilha de biomassa coberta, com empilhamento e retomada automáticos. Extratores móveis retomarão a biomassa da pilha, a qual será na sequência enviada para a caldeira de biomassa.

#### Cozimento e Lavagem

A planta de cozimento consistirá de sistema contínuo com vaso de pré-impregnação, digestor e sistema de recuperação de calor.

Os cavacos provenientes do setor de preparação da madeira serão descarregados pelo transportador num alimentador de rosca no silo de cavacos. A rosca proporciona vedação contra vazamentos do vapor do silo.

Os cavacos serão aquecidos pelo vapor. Com a vaporização dos cavacos o ar contido no seu interior será deslocado pelo vapor e as células da madeira ficarão saturadas pela umidade.



Os cavacos serão carregados para o topo do impregnador por licor à alta velocidade, conhecido como circulação de topo.

Os cavacos passarão através do separador do topo para o vaso de impregnação, sendo que o excesso do líquido de movimentação será retornado para o tanque pulmão de licor da linha de alimentação de cavacos.

No vaso de impregnação, os cavacos serão impregnados pelo licor preto quente, que será retirado da zona de cozimento.

O aquecimento final para a temperatura de cozimento desejada será feito através da adição de vapor direto no topo do digestor.

Na fase líquida onde o cavaco é submerso por licor de cozimento, denomina-se zona de cozimento.

A parte inferior, desde a zona das peneiras extração inferiores até o fundo do digestor é denominada zona de lavagem.

O licor de lavagem será bombeado por uma bomba de alta pressão para o fundo do digestor. Isto resfriará a polpa quente abaixo de 100 °C, antes que seja descarregada para lavagem intermediária e para o tanque de estocagem de polpa.

Na parte inferior do digestor, a polpa será retirada da coluna de massa e enviada para a linha de descarga.

O licor preto será extraído do digestor e será enviado a um *reboiler*. O vapor produzido será utilizado para pré-aquecer os cavacos no silo de cavacos. O licor extraído será, então, bombeado através do filtro de licor preto e do trocador de calor para a produção de água quente antes de ser levado ao tanque de armazenagem de licor fraco na planta de evaporação.

O fluxo de polpa do digestor para o tanque de descarga será controlado automaticamente pela válvula de descarga.



**Figura 2.7.1/4. Digestor de cozimento dos cavacos de madeira.**

#### Lavagem, Depuração e Deslignificação por Oxigênio

A lavagem de polpa marrom antes da deslignificação é efetuada no digestor e em lavadores de polpa.

Nos lavadores, a polpa é lavada em contracorrente com o licor de lavagem proveniente dos lavadores após a deslignificação.

A deslignificação é um dos estágios que antecede o branqueamento, onde ocorre uma deslignificação branda aplicando agente oxidante em meio alcalino. O objetivo é reduzir o máximo de reagentes químicos nos estágios posteriores, recuperar o máximo de álcali aplicado e gerar menor carga orgânica para o efluente.

A polpa marrom do tanque de descarga será transferida por bomba MC (média consistência) para lavadores. A polpa será transferida do lavador para uma



rosca transportadora onde será diluída para passar então ao tanque de alimentação do estágio de oxigênio, com consistência de 10-12 %.

A planta de deslignificação por oxigênio consiste de reatores em série. Na entrada, será adicionado reagente cáustico na qualidade de licor branco oxidado. A polpa será bombeada com uma bomba MC para um misturador de oxigênio. O oxigênio será adicionado antes do misturador. A polpa é a seguir alimentada ao primeiro reator.

A polpa será retirada do reator para um tanque de alimentação da depuração.

Nos estágios de oxigênio o álcali pode ser adicionado como licor branco oxidado ou como NaOH.

A polpa do tanque de alimentação da depuração será diluída antes de ser bombeada para um separador de nós/depurador, combinados no mesmo equipamento. Os rejeitos serão diluídos antes de admitidos no lavador de nós. Os rejeitos do lavador de nós serão posteriormente bombeados à planta de cozimento. O aceite do lavador de nós será transferido para a alimentação da depuração.

A polpa sofrerá um processo de depuração, onde serão removidas impurezas indesejáveis dentro das características da celulose que serão: nós, palitos, areias, etc.

A depuração pressurizada será feita em cascata com peneiras de primeiro, segundo e terceiro estágios. Todas as peneiras serão equipadas com cestas ranhuradas para elevada eficiência de remoção de impurezas. O aceite das peneiras do primeiro estágio será conduzido para a lavagem pós-oxigênio.

O rejeito final das peneiras do terceiro estágio será bombeado através de um separador de areia anterior ao lavador de rejeitos. Os rejeitos serão bombeados para o tanque de alimentação de deslignificação com oxigênio ou alternativamente descarregados em *container*, para posterior incineração e/ou



disposição em aterro industrial. O aceite do lavador de rejeitos será retornado à alimentação do terceiro estágio de depuração.

A lavagem pós-oxigênio consistirá de dois estágios de lavagem, situados antes das torres de armazenagem, em alta consistência da polpa não branqueada.

A polpa será transferida dos lavadores para um tanque de bombeamento, e, posteriormente, bombeada para uma torre de armazenamento.

### Branqueamento

O branqueamento é um processo de purificação que visa à remoção de grande parte da lignina residual não dissolvida.

O objetivo é a obtenção de um grau de alvura elevada e estável sem prejuízo das características físico-mecânicas do produto, facilmente atingida quando se utiliza combinação de reagentes em vários estágios. Para tal, são utilizados reagentes químicos mais seletivos e condições de trabalho mais brandas.

Foi escolhida a opção ECF (*Elementary Chlorine Free* – sem cloro molecular) de branqueamento com dióxido de cloro, com uma sequência de quatro estágios: A/D0 (EOP) D P ou A/D EOP D D<sub>2</sub>.

A/D0 – Estágio Ácido e Dioxidação

EOP – Extração oxidativa com oxigênio e peróxido

D – Dioxidação

P – Peróxido de hidrogênio ou Dioxidação

### ***Estágio A/D0***

A polpa será transferida da torre de armazenamento em alta consistência para o tubo de alimentação mediante um raspador de descarga. A polpa será bombeada através do misturador para a torre A de pressão atmosférica. Antes do misturador será dosado ácido sulfúrico para o ajuste do pH.





Da torre A, a polpa será bombeada através de um misturador para o reator D0 pressurizado. O dióxido de cloro será adicionado antes do misturador. Do reator, a celulose será alimentada ao lavador D0.

O filtrado do estágio D0 será levado para o efluente ácido e, em seguida, para o tratamento de efluentes.

### ***Estágio EOP***

Do lavador D0 a polpa será transferida para alimentação do estágio Eop. Na alimentação será adicionado álcali.

A polpa será bombeada através do dispositivo de adição de oxigênio e de um misturador para o reator pressurizado Eo. Parte do filtrado do estágio Eop será enviado ao tratamento de efluentes. Do reator, a celulose será alimentada ao lavador Eop.

### ***Estágio D***

Do lavador Eop a polpa será transferida para alimentação do estágio D através de um misturador. Na alimentação serão adicionados tanto dióxido de cloro como ácido sulfúrico. Da torre D, a celulose será alimentada ao lavador D.

### ***Estágio P ou D<sub>2</sub>***

Do lavador D, a polpa será transferida para alimentação do estágio P ou D<sub>2</sub>. No caso do P, na alimentação serão adicionados tanto álcali como peróxido de hidrogênio. No caso do D<sub>2</sub>, na alimentação serão adicionados tanto dióxido de cloro como ácido sulfúrico.

A polpa será bombeada através do dispositivo de adição de oxigênio e de um misturador para o reator do estágio P ou D<sub>2</sub>. Do reator, a celulose será alimentada ao lavador.

Após o lavador, será utilizado ácido sulfúrico ou álcali para ajuste de pH.

A polpa branqueada é, então, enviada à torre de estocagem.





**Figura 2.7.1/5. Branqueamento.**

#### Máquina de Secagem e Enfardamento

A máquina de secagem produzirá fardos unitizados prontos para a comercialização, a partir de celulose *kraft* branqueada estocada em torre de alta consistência.

A polpa das torres de estocagem é bombeada para a depuração pressurizada cujo aceite alimentará a máquina de secagem.

A máquina consiste de mesa plana (*fourdrinier*) na parte úmida e de secador tipo *air borne* na parte seca. A seção final consiste de cortadeira e empilhadeira de folhas (*cutter & layboy*).

O sistema de alimentação de massa inicia-se na depuração de massa branqueada, que consiste de depuradores pressurizados com fendas arranjadas em estágios consecutivos que trabalham em sistema de cascata. A polpa das torres de estocagem será bombeada para um tanque de mistura e daí para o primeiro estágio de depuração pressurizada. Os aceites da depuração primária irão alimentar o tanque da máquina, enquanto os rejeitos seguirão pelos

estágios posteriores, até que os rejeitos do quinto estágio sejam eliminados para a rede de efluentes.

A máquina secadora consiste de formadora de tela dupla (*double wire*) na parte úmida, de uma prensa de dois NIP, sendo que todos os rolos são feltrados e as prensas são do tipo de sapata com duplo feltro. A secagem é formada por um secador do tipo *air borne*, onde a folha é seca por processo de impingimento de ar quente, sendo que o último grupo sopra ar frio para resfriamento da folha. A seção final é formada por uma cortadeira e uma empilhadeira de folhas (*cutter & layboy*).



**Figura 2.7.1/6. Máquina de secagem de celulose.**

As linhas de enfardamento são compostas de máquinas automáticas de pesagem, prensagem, embalagem, amarração com arames e marcação de fardos. Em seguida, os fardos (cada um com 250 kg) são empilhados em pilhas com quatro unidades. Duas pilhas serão, em seguida, unificadas formando unidades de transporte de 2.000 kg.

Na área de estocagem, empilhadeiras com garras pegarão as unidades do armazém diretamente para os caminhões. O armazém tem capacidade para estocar aproximadamente duas semanas de produção.



**Figura 2.7.1/7. Estocagem de celulose em fardos.**

#### Evaporação de Licor

O sistema de evaporação será tipo película descendente com vários efeitos e coluna de *stripping* integrada aos efeitos com capacidade para tratar o condensado da evaporação e do cozimento.

O metanol contido nos gases de odor originários do *stripper* será retirado na coluna de metanol. O metanol liquefeito será queimado na caldeira de recuperação ou no forno de cal. Os gases concentrados serão incinerados na caldeira de recuperação.

As cinzas do precipitador e moegas da caldeira de recuperação serão coletadas com licor preto no tanque de mistura da caldeira, e retornadas para a evaporação.

De todo o condensado produzido na evaporação, o mais limpo será utilizado na lavagem de polpa na linha de fibras e o condensado intermediário será usado na caustificação. Os condensados contaminados da evaporação e do cozimento serão tratados em coluna *stripper*, e o condensado limpo poderá ser utilizado no processo.



Durante a evaporação, será extraída terebentina nas fases em que forem utilizados pinus como matéria prima, a qual pode ser incinerada como combustível auxiliar nos fornos de cal ou também podem ser comercializadas.

O sabão proveniente do cozimento de *pinus* será retirado em 2 pontos do circuito de licor preto:

- Transbordo dos tanques de licor negro fraco para o tanque separador de sabão;
- Licor intermediário proveniente do 4º efeito da evaporação é enviado para o tanque separador de sabão de onde o licor, já separado do sabão, é bombeado para o 3º efeito da evaporação.
- Do tanque separador o sabão é estocado e pode ser enviado para a queima na caldeira de recuperação, no forno de cal, venda ou transformado em *tall oil* para venda.



**Figura 2.7.1/8. Evaporadores.**

#### Caldeira de Recuperação

A caldeira será do tipo alta eficiência baixo odor com sistema de ar tipo *multilevel* para queima de licor a 80%. Os gases não condensáveis concentrados (GNCC) e diluídos (GNCC) da nova linha serão incinerados na caldeira de recuperação.

Os gases do tanque de dissolução serão lavados e injetados na fornalha.

Os gases de combustão serão tratados em precipitador eletrostático de elevada eficiência.

Os ventiladores de tiragem induzida serão acionados por motor elétrico com VFD.

Os gases não condensáveis diluídos (GNCD), coletados em diversas fontes nas áreas de processo, serão introduzidos como ar terciário na caldeira de recuperação.

Na caldeira de recuperação o licor negro é transformado em carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) e sulfeto de hidrogênio ( $\text{Na}_2\text{S}$ ), conforme a reação a seguir.



**Figura 2.7.1/9. Caldeira de recuperação.**

#### Caldeira de Biomassa

Será instalada uma caldeira de biomassa, tipo leito fluidizado, dimensionada para atender as necessidades da indústria de celulose.

Os gases de combustão serão tratados em precipitador eletrostático de elevada eficiência.

As cinzas serão coletadas em um silo, de onde serão retiradas e enviadas para disposição final.



**Figura 2.7.1/10. Caldeira de biomassa.**

#### Caustificação

Inclui estocagem de licor verde bruto, filtração de licor verde, estocagem de licor verde filtrado, filtração e manuseio de *dregs*, extinção de cal, retirada de *grits*, caustificação, filtração e estocagem de licor branco, estocagem e lavagem de lama.

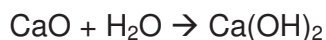
Quando da parada do forno de cal, a lama será descartada em área de descarga para posterior retirada.

O tanque de derrames será provido de raspador de fundo para retirada de lama depositada.

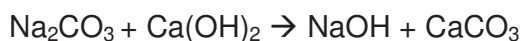


Um sistema fará a coleta de gases diluídos dos tanques, extintor de cal, caustificadores e filtros, para ser utilizado como ar de combustão no forno de cal.

No extintor de cal a cal virgem ( $\text{CaO}$ ) é transformada em hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), conforme a reação a seguir.



Nos caustificadores o licor verde ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) recebe a adição de hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) gerando hidróxido de sódio e carbonato de cálcio, conforme a reação a seguir.



**Figura 2.7.1/11. Caustificação.**

### Fornos de Cal

Os fornos de cal (2) são do tipo com secador externo de lama e precipitador eletrostático para limpeza dos gases.

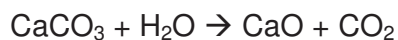
Filtros lavadores alimentarão a lama para os forno sde cal.

O sistema de descarga e transporte de cal virgem será provido de sistema de despoeiramento.



O dimensionamento dos fornos considera que não há perdas no processo e toda cal necessária para caustificação passa pelo forno.

Nos fornos de cal a lama de cal ( $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ) é transformada em cal virgem ( $\text{CaO}$ ), conforme a reação a seguir.



Os fornos de cal utilizarão como combustível principal o óleo combustível, utilizando também terabentina, metanol, *tail oil* e hidrogênio como combustíveis auxiliares.

#### Estocagem de Produtos Químicos nas Áreas

A tabela a seguir apresenta as principais estocagens de produtos químicos (principalmente os licores) nas áreas de processo de produção de celulose.

**Tabela 2.7.1/1 – Volumes de Estocagem de Insumos nas Áreas de Processo**

| Área                                             | Volume útil    |           |
|--------------------------------------------------|----------------|-----------|
| Tanque de estocagem de licor de lavagem          | m <sup>3</sup> | 1 x 6 000 |
| Tanque de licor preto fraco                      | m <sup>3</sup> | 2 x 8 000 |
| Tanque de licor preto intermediário              | m <sup>3</sup> | 1 x 8 000 |
| Tanque de licor preto forte p/ <i>sweetening</i> | m <sup>3</sup> | 1 x 800   |
| Tanque de licor preto concentrado                | m <sup>3</sup> | 2 x 1 000 |
| Tanque de metanol                                | m <sup>3</sup> | 1 x 40    |
| Tanque de terebintina                            | m <sup>3</sup> | 1 x 20    |
| Tanque de licor branco                           | m <sup>3</sup> | 2 x 5 600 |
| Tanque de licor verde bruto                      | m <sup>3</sup> | 1 x 5 600 |
| Tanque de licor verde filtrado                   | m <sup>3</sup> | 1 x 5 600 |
| Tanque de <i>spill</i> – caustificação           | m <sup>3</sup> | 1 x 3 000 |





| Área                              | Volume útil    |           |
|-----------------------------------|----------------|-----------|
| Tanque de licor branco fraco      | m <sup>3</sup> | 1 x 5 600 |
| Silo de cal de cal queimada       | m <sup>3</sup> | 2 000     |
| Silo de cal virgem                | m <sup>3</sup> | 2 000     |
| Tanque de lama de cal 1 (forno 1) | m <sup>3</sup> | 1 x 1 500 |
| Tanque de lama de cal 2 (forno 2) | m <sup>3</sup> | 1 x 1 500 |

### Planta Química

A planta química consiste em uma área específica para recebimento, armazenamento e distribuição dos seguintes produtos principais:

- Ácido sulfúrico;
- Metabissulfito de sódio;
- Soda cáustica;
- Peróxido de hidrogênio;
- Metanol;
- Clorato de sódio.

Estes produtos são adquiridos de terceiros e fornecidos em caminhões-tanque.

A planta química também terá capacidade de produção de dióxido de cloro e oxigênio.

A tabela a seguir apresenta os volumes de estocagem de insumos químicos na área da Planta Química.

**Tabela 2.7.1/2 – Volumes de Estocagem de Insumos na Planta Química**

| Área                     | Volume útil    |       |
|--------------------------|----------------|-------|
| Ácido sulfúrico @ 98%    | m <sup>3</sup> | 750   |
| Bissulfito de sódio      | m <sup>3</sup> | 100   |
| Soda cáustica @ 50%      | m <sup>3</sup> | 2 000 |
| Soda cáustica @ 20%      | m <sup>3</sup> | 350   |
| Peróxido de hidrogênio   | m <sup>3</sup> | 450   |
| Metanol                  | m <sup>3</sup> | 200   |
| Clorato de sódio solução | m <sup>3</sup> | 1 200 |
| Dióxido de cloro, 10 g/l | m <sup>3</sup> | 2 500 |

#### Manuseio e Armazenamento de Ácido Sulfúrico

O ácido sulfúrico a 98 % (em peso) será descarregado dos caminhões-tanque por uma bomba e armazenados num tanque. O tanque será provido de selagem para impedir a entrada da umidade que poderá causar corrosão.

O ácido será utilizado no gerador de dióxido de cloro, nos estágios D do branqueamento, na desmineralização de água e na secagem da polpa.

#### Manuseio e Armazenamento de Bissulfito de Sódio

O metabissulfito de sódio será recebido na forma sólida em sacos de 25 kg. O bissulfito de sódio será preparado, a partir do metabissulfito de sódio, a uma solução de 30% a 40 % em um tanque, para então ser enviado a um tanque de estocagem. O bissulfito de sódio será utilizado no branqueamento.

#### Manuseio e Armazenamento de Hidróxido de Sódio

O hidróxido de sódio a 50% (em peso) será descarregado dos caminhões-tanque por bombas centrífugas e armazenado nos tanques de armazenamento.



A soda será diluída com água de processo e armazenada. A maior parte desta solução será transferida para a fábrica para uso na planta de branqueamento. Os outros usos serão na deslignificação com oxigênio, como reposição, e no tratamento de água de alimentação.

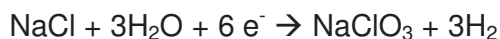
#### Manuseio e Armazenamento de Peróxido de Hidrogênio

O peróxido de hidrogênio chegará à fábrica por caminhão, a ser fornecido em solução concentrada de 50% a 60% em peso.

Do tanque de estocagem, o produto será distribuído ao branqueamento.

#### Produção de Clorato de Sódio e Hidrogênio

O clorato de sódio é formado através da eletrólise da salmoura de acordo com a seguinte equação:



Primeiramente, o sal será dissolvido com água, para obtenção da salmoura. A salmoura deve ser tratada com precipitação química.

A salmoura pode ser mais purificada em um evaporador, onde a água é evaporada e o sal cristalizado.

O sal cristalizado é enviado para os tanques onde ocorrerão a eletrólise, sendo nesta fase, coletado o gás hidrogênio formado nessa reação, passado por um lavador de gases, para em seguida ser comprimido e enviado para os Fornos de Cal para utilização como combustível auxiliar.

A fase líquida da eletrólise é enviada a tanques reatores, onde a maior parte do hipoclorito remanescente é convertida em clorato.

Do tanque de reação, o clorato é filtrado e depois cristalizado, seguindo então para a planta de produção de dióxido de cloro.



### Produção de Dióxido de Cloro

O dióxido de cloro será produzido através de processo convencional, o qual produzirá dióxido de cloro puro partindo de clorato de sódio, ácido sulfúrico e metanol. O gás dióxido de cloro produzido será absorvido em água gelada. O metanol e o ácido sulfúrico serão adquiridos de terceiros enquanto o clorato de sódio será produzido *on site*. O subproduto deste processo será sulfato de sódio neutro que será utilizado para reposição no circuito de recuperação.

### Produção de Oxigênio

O oxigênio terá uma planta cativa além de um sistema de reserva de oxigênio líquido para atender às necessidades da deslignificação, branqueamento e oxidação do licor branco.

A geração de oxigênio será feita por purificação do ar atmosférico pelo processo de adsorção, através de peneiras moleculares (tipo "VPSA" ou "PSA"). O oxigênio de pureza elevada é pressurizado para atender à aplicação na deslignificação e branqueamento. A unidade será complementada com um sistema de reserva de oxigênio líquido e vaporizadores, de forma a garantir o abastecimento em caso de falhas na planta.



**Figura 2.7.1/12. Planta química.**



### Sistema de Cogeração de Energia Elétrica

O sistema de cogeração tem por finalidade transformar a energia térmica dos vapores de alta pressão produzidos na caldeira de recuperação e na caldeira de biomassa em energia mecânica para acionar o gerador de energia elétrica (turbogeradores).

O vapor de alta pressão sofre expansão nas palhetas da turbina e é extraído em diferentes níveis de pressão para utilização no processo de fabricação de celulose. O vapor não consumido no processo será extraído da turbina através da condensação gerando dessa maneira energia adicional.

Está prevista a instalação de 2 turbogeradores de mesma capacidade, um do tipo extração e contrapressão e outro do tipo condensação.

O dimensionamento dos turbogeradores será feito, de tal maneira, que a indústria seja autossuficiente em geração de energia, gerando em torno de 330. MW, sendo que o excedente será enviado para o outro site da KLABIN em Telêmaco Borba e uma outra parte será disponibilizada à Concessionária de energia local.

### Torre de Resfriamento

Serão instaladas torres de resfriamento do tipo contracorrente com ventilador de exaustão no topo que visam fechamento de circuito de águas na indústria. As torres atenderão aos consumidores da indústria de celulose, incluindo sistema de utilidades (turbogerador, compressores, caldeira auxiliar, etc.).



**Figura 2.7.1/13. Torres de resfriamento.**

#### Ar Comprimido

Serão instalados compressores para produção de ar comprimido (de serviço e de instrumento). Tanto o ar de serviço quanto o ar de instrumentos serão tratados em secador para retirada de umidade, sendo que haverá 2 redes de ar independentes, uma para ar de serviço e outra para ar de instrumentos.

#### Ventilação e Ar Condicionado

As salas elétricas e salas de controle serão equipadas com sistema de ar condicionado o qual poderá ser individual, do tipo *self-contained* ou do tipo *fan coil* com central de água gelada. A água para resfriamento das unidades de ar condicionado ou do *chiller* será proveniente da torre de resfriamento bombeada através de bomba dedicada.

#### Estocagem de Óleo Combustível

O óleo tipo 1A será utilizado nas áreas de caldeira de recuperação, caldeira de força e forno de cal. Este óleo será estocado, aquecido e distribuído para os consumidores numa temperatura de 70°C.

#### Posto de abastecimento de combustível

Será implantado um posto de abastecimento de combustível (óleo diesel e gasolina), visando atender a frota de carros e caminhões da Klabin.



### Estocagem e Expedição de Produto Acabado

O produto acabado (paletizado e em bobinas) será enviado através de sistema automatizado para depósito previsto com sistema automático de estocagem com docas para expedição via transporte Rodoviário. Caso conveniente a determinado *site*, pode-se considerar a inclusão de condições para acesso de ramal ferroviário.

### Estocagem de Produtos Químicos nas Áreas

A tabela a seguir apresenta os volumes de insumos estocados nas áreas de Utilidades.

**Tabela 2.7.1/1 – Volumes de Estocagem de Insumos nas Áreas de Utilidades**

| Área                               | Volume útil    |                 |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| Tanque central de óleo combustível | m <sup>3</sup> | 1 x 4 000       |
| Tanque central de óleo diesel      | m <sup>3</sup> | 1 x 100         |
| Tanque central GLP                 | m <sup>3</sup> | Pelo Fornecedor |

### Processo da Máquina de Papel

- Sistema de preparação de massa

Sistema dedicado à preparação das fibras de celulose, onde são eliminados contaminantes (areia e outras impurezas) e adicionados os aditivos utilizados na produção de papel, como amidos e colas. A mistura de fibras de celulose, aditivos e água é chamada de massa. Ao final desta etapa, a concentração de fibras na massa é menor que 0,5%.





- Caixa de entrada

Equipamento que introduz a massa na máquina de papel, em um fluxo homogêneo sobre uma tela plástica. Essas fibras em suspensão formarão a folha de papel.

- Seção de formação

Responsável pela consolidação da folha de papel. Nesta fase acontece a drenagem de grande parte da água contida na suspensão fibrosa, através da tela formadora, tanto por gravidade como por sucção. Após esta etapa, as fibras representam 20% da composição da folha de papel formada. Por isso, ainda haverá retirada do excesso de água presente na folha nos próximos processos.

- Seção de prensas

Seção dedicada à compressão da folha de papel entre feltros, para retirada mecânica de água. Após este processo, a folha de papel apresenta 45% de fibras em sua composição.

- Seção de secagem

Nesta seção, a retirada de água se dá por evaporação, através do contato da folha de papel com a superfície dos cilindros secadores, que é aquecida a vapor. O papel sai deste processo com umidade residual de cerca de 7%.

- Calandragem

Este processo visa a uniformizar a espessura e aumentar a lisura da folha de papel, através da prensagem da folha entre dois rolos com superfície lisa.

- Coater

Processo de aplicação de tinta na superfície da folha para melhorar o acabamento e o brilho do papel, e possibilitar impressões gráficas de alta qualidade.

- Enroladeira

Nesta etapa, o papel produzido é enrolado sobre rolos metálicos, formando o rolo jumbo, que seguirá para os processos de corte e acabamento.



- Rebobinadeira

Neste equipamento, os rolos jumbo são cortados e rebobinados sobre tubetes de papelão, formando bobinas nas dimensões solicitadas pelos diversos clientes, conforme os requisitos de cada mercado.

- Transporte de bobinas e embaladeira

Neste sistema, as bobinas são transportadas por esteiras metálicas e embaladas com grossas capas de papel para, então, seguirem em segurança até os clientes.

#### Tratamento de Água Industrial

A demanda total prevista de água para operação da indústria será de aproximadamente 7.700 m<sup>3</sup>/h (194.400 m<sup>3</sup>/dia).

A captação de água no rio Tibagi será realizada através de uma estação elevatória por 5 bombas centrífugas de 2.000 m<sup>3</sup>/h (sendo 1 reserva). A estação elevatória será ainda provida de 4 grades mecanizadas (sendo 1 reserva) para remoção de sólidos grosseiros e terá uma capacidade máxima total de 8.100 m<sup>3</sup>/h.

A linha de adução da água bruta (comumente conhecida por adutora) terá aproximadamente 1.500 mm de diâmetro e será em aço carbono. Em função de sua extensão, diâmetro e diferença de nível, a adutora será equipada com sistema de amortecimento de golpes de *aríete*, composto de 4 tanques hidropneumáticos e compressores que manterão a pressão no interior desses tanques.

A água bruta proveniente da estação de bombeamento terá sua vazão medida em um medidor *Parshall*, no qual será adicionado sulfato de alumínio, soda cáustica, polieletrólito e novamente hipoclorito de sódio, para promover a remoção de ferro, além de oxidar a matéria orgânica presente.

A soda cáustica tem por função acertar a faixa de pH ideal, enquanto que o sulfato de alumínio age como coagulante, e o polieletrólito como floculante,



aumentando o peso dos flocos. Com os flocos mais pesados, a velocidade de sedimentação aumenta e conseqüentemente diminui a área superficial dos clarificadores.

Visando melhorar o contato e diluição dos produtos químicos na água bruta, 3 tanques de floculação equipados com agitadores mecânicos serão instalados.

Em seguida, por gravidade, a água seguirá para 3 clarificadores, onde ocorrerá a separação sólido-líquido. Os clarificadores serão dotados de módulos tubulares visando aumentar sua *performance*, além de diminuir a área necessária para clarificação. O lodo será coletado no fundo dos clarificadores sendo, em seguida, descarregado periódica e automaticamente no canal central de descarga de onde será direcionado para o sistema de desaguamento através de centrífugas, e posterior disposição em aterro industrial.

Como alternativa, a água provinda do sistema de floculação poderá ser tratada pela tecnologia da flotação por ar dissolvido. No flotador, depois de introduzida a dosagem de produtos químicos necessários para a floculação, parte da vazão será recirculada através do sistema de microaeração, onde é inserida pequena quantidade de ar comprimido para a flotação. A mistura ar-água é então liberada a pressão atmosférica onde se formam as micro-bolhas. Em contato com a água, estas micro-bolhas são liberadas no tanque de flotação e tendem a subir para superfície do líquido, carregando consigo os sólidos presentes no efluente. No flotador há uma concha espiral giratória que remove o material sólido flotado à superfície do tanque de flotação e descarrega na parte central do tanque por gravidade ao destino final. Raspadores de fundo e lateral limpam o fundo e a parede lateral do tanque, conduzindo o lodo decantado para o reservatório no fundo, de onde é periodicamente descarregado.

Por gravidade, a água provinda dos decantadores ou flotadores será conduzida por canais até 9 filtros de areia, com uma área total de 780 m<sup>2</sup>. Conforme a filtração avança, o meio filtrante vai se colmatando e o nível d'água subirá, até soar um alarme que indicará a necessidade de se efetuar a contra-lavagem. A



operação de contra-lavagem será feita automaticamente e a água utilizada será coletada em cada filtro por calhas para enviar essas águas para o sistema de captação de água bruta, visando reaproveitamento.

Após a filtração, a água tratada será estocada em um reservatório de 30.000 m<sup>3</sup>, incluindo-se o volume destinado para combate a incêndio. No reservatório, estarão instaladas 4 (sendo 1 reserva) bombas de água para distribuição da água industrial para a fábrica de celulose. A capacidade de cada uma dessas bombas será de 2.600 m<sup>3</sup>/h, sendo que a medição de vazão será feita através por medidores do tipo magnéticos.

## **2.8 Sistemas de Controle Ambiental**

### **2.8.1 Efluentes Líquidos**

O sistema de tratamento de efluentes é contínuo e consiste basicamente de três fases: remoção de sólidos, remoção de carga orgânica e remoção de fósforo, DQO e cor. As principais unidades deste sistema estão relacionadas e descritas a seguir.

As principais etapas do processo de tratamento de efluentes são:

- Clarificadores primários;
- Sistema de desaguamento de lodo primário;
- Lagoa de emergência;
- Lagoas de águas pluviais com potencial de contaminação;
- Neutralização;
- Resfriamento;
- Lodos ativados tanque de aeração;
- Clarificador secundário;
- Sistema de desaguamento de lodo secundário;
- Tratamento terciário;
- Emissário.



### Clarificadores Primários

Os efluentes serão enviados para dois clarificadores primários com diâmetro aproximado de 75 m (valor a ser confirmado) para reduzir a quantidade de sólidos suspensos. Esses clarificadores serão dotados de raspador para remoção de sólidos sedimentados e de espuma acumulada na superfície do mesmo. Os sólidos sedimentados e as espumas com consistência de 1,0 a 3,0 % serão retirados por meio de bombas que enviarão para o sistema de desaguamento de lodo primário. O efluente clarificado será encaminhado para o sistema de neutralização.

### Sistema de Desaguamento de Lodo Primário

O sistema de desaguamento de lodo primário terá uma capacidade total de 57 t/dia e será constituído por três conjuntos de desaguamento de 30 t/dia cada, sendo um conjunto de reserva. Cada um dos conjuntos será constituído por um espessador mecânico do tipo tambor ou mesa de gravidade e por uma prensa desaguadora do tipo parafuso. A consistência final prevista de lodo desaguado é entre 35 a 45 %.

Este resíduo poderá ser queimado na caldeira de biomassa e/ou enviado para sistema de compostagem, somente quando não for possível estas alternativas, este resíduo será disposto em aterro industrial.

### Lagoa de Emergência

Além dos sistemas de prevenção e coleta de vazamentos e derramamentos previstos em cada departamento da fábrica, haverá uma lagoa de emergência na estação de tratamento de efluentes. A finalidade desta lagoa será receber todos os efluentes com características fora de especificação. Uma vez desviados para a lagoa de emergência, o conteúdo desta será dosado para a entrada do tanque de neutralização de forma que nenhum distúrbio seja criado no tratamento biológico.



A operação desta será controlada pelo monitoramento *on-line* de pH, temperatura e condutividade. Quando ocorrerem níveis fora da escala aceitável, as válvulas serão fechadas e o efluente será desviado para a lagoa de emergência.

A lagoa de emergência terá uma capacidade aproximada de 100.000 m<sup>3</sup> (valor a ser confirmado) para receber os efluentes do processo considerados contaminados.

#### Lagoa de águas pluviais com potencial de contaminação

As águas pluviais que não incidem nas áreas produtivas, mas tem potencial de contaminação por acidentes, serão coletadas e encaminhadas para esta lagoa, onde serão monitoradas em relação ao pH, condutividade e aspecto visual. Caso confirme a contaminação, estas águas serão enviadas para o sistema de tratamento de efluentes, caso contrário, elas serão encaminhadas para os corpos d'água receptores.

A lagoa de águas pluviais terá capacidade de aproximadamente 50.000 m<sup>3</sup> (valor a ser confirmado) para receber as águas pluviais. Dependendo do detalhamento do layout, poderão ser construídas mais de uma lagoa.

#### Neutralização do Efluente

O efluente clarificado nos clarificadores primários será enviado para um tanque de neutralização. A finalidade desta etapa será neutralizar o efluente combinado, através da adição de soda cáustica ou de ácido sulfúrico, visando manter um pH entre 6 e 8, tornando-o apropriado para o tratamento biológico.

O tanque de neutralização terá capacidade aproximada de 1.100 m<sup>3</sup> e será dotado de agitador mecânico.



### Resfriamento do Efluente

Devido ao efluente neutralizado apresentar, ainda, uma temperatura considerada elevada para o tratamento biológico, o efluente deverá ser resfriado, para que atinja temperatura adequada ao desempenho do tratamento biológico.

O resfriamento dos efluentes será realizado através de uma torre de resfriamento, composta por 6 células, sendo dimensionada para uma temperatura de entrada aproximada de 60 °C, e uma temperatura de saída em torno de 35 °C.

### Lodos Ativados

O sistema de tratamento biológico adotado na KLABIN será do tipo aeróbio por lodos ativados que é a melhor tecnologia prática disponível. O processo de lodos ativados é uma tecnologia comprovada e normalmente utilizada nas indústrias de celulose do mundo todo.

O processo biológico requer para um ótimo desempenho, concentrações suficientes de nitrogênio e fósforo no efluente. As quantidades necessárias estarão relacionadas com a quantidade de matéria orgânica biodegradável, isto é, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) presente no efluente não tratado.

Ureia e o ácido fosfórico estão sendo considerados como fontes de nitrogênio e fósforo e serão adicionados, se necessário, antes do efluente entrar no tanque seletor.

A quantidade requerida será dependente da quantidade presente no efluente (somente as quantidades mínimas necessárias deverão ser adicionadas, de modo que as descargas sejam minimizadas).

Após a dosagem de nutrientes, os efluentes serão encaminhados para o tanque seletor, que terá alta capacidade de oxigenação e tem por finalidade eliminar os organismos filamentosos.



Deste tanque, os efluentes seguirão para o tanque de aeração, onde serão submetidos à degradação da matéria orgânica, presente na forma solúvel e coloidal, por meio da atividade dos micro-organismos aeróbios. A injeção de ar para o sistema será realizado por difusores do tipo bolha fina, que serão instalados no fundo do tanque de aeração. Estes difusores fornecerão oxigênio necessário ao desenvolvimento das bactérias e promoverão mistura da massa líquida contida no tanque de aeração, mantendo-se a mistura em suspensão.

O tanque de aeração terá um volume total aproximado de 190.000 m<sup>3</sup> (valor a ser confirmado) e os difusores serão alimentados por cinco sopradores com capacidade aproximada de 550.000 Nm<sup>3</sup>/h (valor a ser confirmado), sendo um de reserva por ocasião de manutenção.

No processo de lodos ativados, haverá a formação da massa biológica (lodo) que deverá ser separada fisicamente da massa líquida (efluente clarificado), o que ocorrerá através de três clarificadores secundários de diâmetro aproximado de 75 m cada (valor a ser confirmado). Após essa etapa o efluente segue para o tratamento terciário para remoção de Fósforo, DQO e cor.

O lodo secundário (biológico) será removido constantemente do fundo dos clarificadores através de raspadores e dirigido por gravidade para um poço de lodo, de onde será recalcado através de bombas para o tanque seletor, efetuando-se a sua recirculação. O lodo biológico excedente será enviado para os adensadores, e, depois para o sistema de desaguamento.

#### Sistema de Desaguamento de Lodo Secundário

O sistema de desaguamento de lodo secundário terá capacidade total de 35 t/dia por duas (uma reserva) centrífugas de capacidade 35 t/dia cada. A consistência final prevista de lodo desaguado é entre 15 a 18 %.

O lodo biológico poderá ser incinerado nas caldeiras de recuperação e de biomassa ou submetido ao processo de compostagem, e, somente em situação de emergência, este resíduo será disposto em aterro industrial.





### Tratamento Terciário

Após o tratamento biológico, os efluentes serão submetidos ao tratamento terciário para remoção de cor, DQO e fósforo, através de processo físico-químico com aplicação de sulfato de alumínio para flotação, ou por oxidação com ozônio seguido de biofiltros. O lodo gerado será desaguado e enviado para disposição final.

### Emissário de Efluente Tratado

O emissário destina-se ao lançamento dos efluentes tratados no rio Tibagi de forma controlada e segura por intermédio do lançamento subaquático em condições que impeçam a formação de espumas, e promovam a dispersão da forma mais eficiente no corpo receptor.

O sistema completo consiste em: (a) um poço de efluentes tratados; (b) emissário de efluentes tratados até a margem do rio Tibagi, na altura do ponto de lançamento; (c) válvulas de controle; (d) tubulações do emissário no leito do rio e; (e) tubos difusores verticais (*risers*) com bocais para o lançamento subaquático e dispersão nas águas do rio.

As tubulações subaquáticas consistirão de 3 linhas paralelas de PEAD (polietileno de alta densidade) no leito do rio. Em determinados locais, que favorecem a melhor dispersão nas águas do rio e a homogeneização da mistura, haverá difusores verticais (*risers*) de aço, que conduzirão o efluente tratado das tubulações enterradas acima do leito do rio.

Na extremidade de cada *riser*, haverá uma curva de 90° para a horizontal. Na extremidade dessa curva, será instalada uma válvula de retenção especial, permitindo o lançamento de jatos do efluente de forma otimizada, assim como, impedirá a entrada de areia e corpos estranhos no interior do sistema.



### 2.8.2 Sistema de Controle de Derrames

O sistema de coleta e manuseio de derrames foi concebido de tal forma, que as descargas acidentais possam ser coletadas tão perto da fonte quanto possível, e recicladas diretamente para o seu próprio estágio de processo.

As abordagens principais são:

- Represamento com muros de contenção ao redor de tanques e equipamentos onde existam licores pretos ou brancos e químicos. Um vazamento/derramamento acidental será coletado e retornado diretamente ao processo;
- Sistemas de tanques e equipamentos que permitirão conduzir apropriadamente restos de licores quando houver necessidade de esvaziamento para manutenção. Os licores de processo serão levados a um tanque de derrames e retornados diretamente ao processo em vez de descarregados para a rede de efluente;
- Nas áreas com potencial de derrames haverá interligação das canaletas do piso com poços de bombeamento, de onde os líquidos serão retornados ao processo;
- Uma lagoa de emergência no tratamento de efluentes, para onde poderão ser direcionados também os efluentes principais no caso de derrames que não tenham sido contidos com os meios anteriormente previstos;
- Instrumentação apropriada para monitoramento *online* do efluente, e um bom sistema supervisor de apoio aos operadores na detecção de descarga acidental e tomada de medidas corretivas adequadas;
- Treinamento dos operadores, gerenciadores do processo e sistemas informativos, onde as questões ambientais e descargas acidentais exigem atenção contínua.



As áreas sujeitas a vazamentos ou derramamentos de licores e de produtos químicos e seus respectivos conceitos de recuperação são descritos a seguir:

#### Digestor e linha de polpa marrom

As descargas acidentais desta área poderão ter licor preto e fibras, e deverão ser recuperadas.

Será instalado um tanque de derrames. O ponto preferencial para o retorno deste tanque será a diluição na parte inferior do tanque de descarga.

Tanto quanto possível, os transbordos e drenos vindos de equipamentos de processo deverão ser conectados diretamente ao tanque de derrames, ou alternativamente, para o tanque de alimentação anterior ao equipamento.

Possíveis derrames adicionais serão coletados nas canaletas do piso e serão conduzidos a um reservatório, de onde serão bombeados para o tanque de derrames.

#### Branqueamento

Os transbordos e derrames desta área poderão conter fibras, filtrados e químicos como soda cáustica, dióxido de cloro e ácido sulfúrico. Perdas acidentais de fibras serão encaminhadas à estação de tratamento de efluentes e serão separadas no tratamento primário. Os químicos serão neutralizados antes de serem enviados à estação de tratamento de efluentes.

#### Máquinas de secagem

Os transbordos e derrames desta área contêm fibras, mas não uma quantidade significativa de elementos dissolvidos. Caso não sejam coletadas na área, perdas de fibras serão encaminhadas à estação de tratamento de efluentes e serão separadas no tratamento primário.

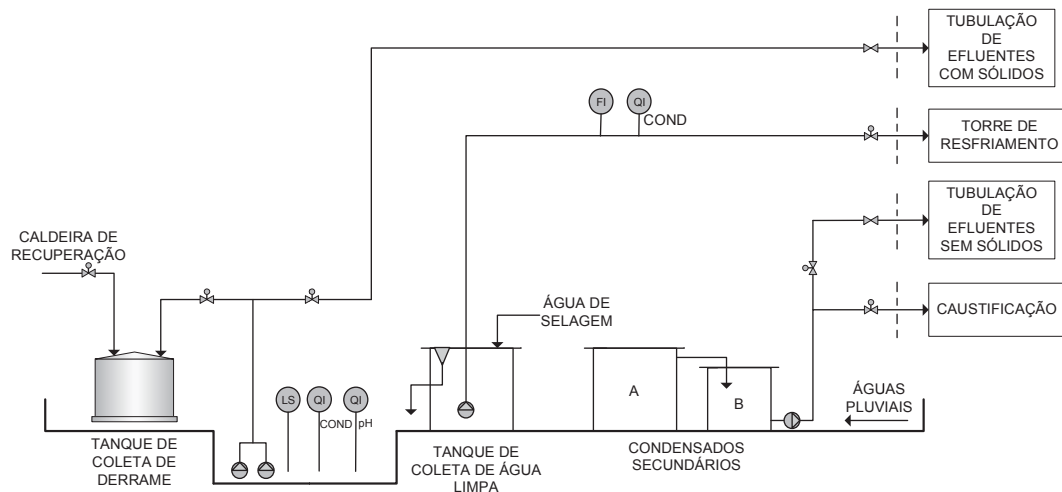
#### Evaporação

As descargas acidentais destas áreas têm elevado conteúdo de licor preto, e deverão ser recuperadas. O tratamento básico é semelhante ao da área de cozimento e linha de polpa marrom.

Os derrames desta área serão dirigidos para o tanque de derrames de licor, de onde serão enviados para o tanque de licor fraco, com a alimentação feita de forma proporcional. O licor das águas de lavagem da evaporação será também canalizado para este tanque, assim como, o eventual excesso de condensado contaminado, no caso de problemas com o polimento de condensado.

As canaletas do piso serão conectadas a um poço de coleta, de onde os derrames serão retornados ao tanque de derrames de licor. O tanque será instalado dentro de bacia de contenção.

A seguir, como exemplo, é apresentado o esquema de coleta de derrames da área de evaporação, esse esquema será implantado em todas as áreas produtivas de fabricação de celulose.



**Figura 2.8/1. Sistema de coleta de derrames da área de evaporação.**



### Caldeira de recuperação

As descargas acidentais desta área têm elevado conteúdo de licor preto, e deverão ser recuperadas. O tratamento básico é semelhante àquele da área de cozimento e linha de polpa marrom.

Os derrames dos pisos superiores serão coletados e enviados a um tanque de despejo, seguindo então para o poço de coleta, que também irá receber os derrames ocorridos no piso térreo. Esses derrames serão bombeados para um tanque de derrames na planta de evaporação, onde serão recuperados.

### Caustificação

Nesta área, os derramamentos serão coletados e enviados a dois poços de coleta, que possuem sistema de agitação, medição de condutividade e bombas. Caso o derrame esteja dentro de certa faixa de condutividade, este será enviado ao tanque de licor fraco para recuperação.

Foi previsto um sistema de recuperação de lama de cal nas ocasiões de paradas não programadas do forno de cal. A estocagem provisória da lama será realizada em local pavimentado com paredes, evitando assim, sua perda e posterior recuperação.

### Outras áreas

A área de preparação de químicos estará cercada por muretas de contenção em seu entorno. Além disso, os tanques de produtos químicos também estarão contidos por diques. Caso haja algum derramamento na área, serão enviados a tanques de mistura para ajuste de pH, sendo, então, encaminhados para a estação de tratamento de efluentes.

O armazenamento de óleo combustível será, também, contido por muretas de contenção com um poço. Em caso de derramamento, será instalada uma bomba que enviará o óleo a um caminhão tanque.



Os aquecedores de óleo nas áreas de processo deverão ter suas próprias muretas de contenção.

Todas as áreas de processo contarão com sistema *Spill*, sistema de comportas e condutividade de efluentes. A partir de determinada condutividade, o efluente é recuperado no processo.

### 2.8.3 Emissões Atmosféricas

As principais emissões atmosféricas significativas da unidade industrial da KLABIN são:

- MP (material particulado);
- TRS (compostos reduzidos de enxofre);
- SO<sub>x</sub> (óxidos de enxofre);
- NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrogênio).

O controle das emissões atmosféricas adotará a filosofia de gerenciamento ambiental, que consiste na prevenção da poluição através da utilização de tecnologias de última geração.

#### Medidas de Controle

A minimização, controle e monitoramento das emissões atmosféricas serão baseadas nas seguintes tecnologias:

- Utilização de caldeira de recuperação de baixo nível de odor;
- Elevado teor de sólidos secos de até 80 % no licor da caldeira de recuperação, o que minimiza emissões de SO<sub>2</sub>;
- Utilização de precipitadores eletrostáticos de alta eficiência para a caldeira de recuperação, caldeira de força e forno de cal;



- Coleta de gases não condensáveis concentrados (GNCC) do digestor e evaporação, e sua incineração na caldeira de recuperação (incineração com chama protegida);
- Coleta extensiva de gases não condensáveis diluídos (GNCD) do digestor, linha de polpa marrom, evaporação, com tratamento na caldeira de recuperação;
- Tratamento dos gases do tanque de dissolução na própria caldeira de recuperação;
- Limpeza eficiente dos gases de alívio da planta de branqueamento;
- Sistemas de monitoramento de gases e sistema de controle em tempo real, identificação e correção rápida dos distúrbios operacionais.

### **Tecnologias de Controle das Emissões de Poluentes Atmosféricos**

#### Caldeira de Recuperação

A caldeira de recuperação será equipada com um precipitador eletrostático de alta eficiência para remoção de material particulado, sendo que esse será coletado e transportado para o tanque de mistura.

Este tipo de equipamento para o controle de emissões atmosféricas de caldeiras de recuperação é utilizado no mundo todo.

O precipitador eletrostático promoverá a remoção de micropartículas sólidas, ou líquidas, carregadas por uma corrente gasosa, através do uso de eletricidade estática.

O processo de remoção baseia-se na ionização (concentração localizada de cargas elétricas) destas partículas, induzidas por um potente campo elétrico, por meio da ação do chamado “efeito corona”. Este efeito consiste na liberação de elétrons do eletrodo positivo para o gás adjacente a ele, atingindo, portanto, as partículas carregadas, provocando um deslocamento para o outro eletrodo (ou



placa) que funciona como coletor. Forma-se assim uma camada de pó sobre este coletor.

A camada de pó será compactada e mantida presa aos eletrodos pelas forças do campo elétrico. Quando essa camada se torna suficientemente espessa e aglomerada, ela sofre ação mecânica, que provoca o seu desprendimento, caindo no fundo do precipitador, sendo removida por via seca por um transportador de arraste.

O processo de captação eletrostática é altamente eficiente, permitindo a remoção de partículas extremamente finas.

Devido à alta resistividade dos meios gasosos, a diferença de potencial a ser aplicada entre os eletrodos deve ser elevada, o que explica a alta tensão verificada nestes equipamentos.

O precipitador a ser utilizado possuirá câmaras independentes, operando conjuntamente, em paralelo. Desta forma, é possível a retirada ocasional de uma das câmaras de operação, de forma a propiciar sua manutenção e não afetar sensivelmente a eficiência global da instalação de controle, uma vez que o sistema já é projetado para tais eventualidades.

Como parte integrante do equipamento, será instalado um sistema automático de gerenciamento e controle de operação, baseado no uso de instrumentação acoplada a microprocessadores. Sua função será a de manter as condições operacionais do precipitador nas faixas ideais de operação.

#### Forno de Cal

Para o controle de poluição atmosférica, o forno de cal será equipado com um precipitador eletrostático de alta eficiência para remoção de material particulado dos gases de exaustão. Esse material retornará ao forno de cal.

A descrição do precipitador é similar ao descrito para a caldeira de recuperação.





### Caldeira de Biomassa

Devido às exigências legais, quanto à emissão de material particulado nos gases de exaustão, a melhor alternativa para a limpeza de gases gerados na combustão pela caldeira de biomassa será precipitador eletrostático de alta eficiência para remoção de material particulado.

A descrição do precipitador é similar ao descrito para a caldeira de recuperação.

### **Sistema de Coleta e Incineração de Gases Não Condensáveis**

Os gases não condensáveis concentrados (GNCC) gerados no cozimento e na evaporação de licor preto serão incinerados na caldeira de recuperação e, como *back-up*, estes gases serão queimados na caldeira de biomassa.

Os gases não condensáveis diluídos (GNCD) coletados em diversas fontes nas áreas de processo serão introduzidos como ar terciário na caldeira de recuperação e, como *back-up*, estes gases serão desviados e queimados na caldeira de biomassa.

Os gases diluídos provenientes do tanque de dissolução da caldeira de recuperação serão resfriados em um lavador, aquecidos novamente e introduzidos como ar terciário na caldeira de recuperação.

Os gases de ventilação do extintor de cal, caustificadores, tanques de estocagem e equipamentos da caustificação serão coletados, resfriados em trocador de calor para remoção de umidade e enviados, por meio de ventilador, como ar de combustão para o forno de cal.

### **Sistema de Dispersão das Emissões Atmosféricas – Chaminé**

As emissões da caldeira de recuperação, dos fornos de cal e da caldeira de força serão conduzidas por dutos individuais e independentes até a emissão para atmosfera.

A chaminé da caldeira de recuperação terá uma altura de 190 m e o diâmetro do duto será de 5.800 mm. Os fornos de cal terão chaminés de 120 m de altura e o



diâmetro de 1.200 mm. A caldeira de biomassa terá chaminé com altura de 160 m e diâmetro de 3.400 mm.

#### **2.8.4 Resíduos Sólidos**

##### **Sistema de Gerenciamento**

O gerenciamento de resíduos sólidos gerados neste empreendimento contemplará as melhores práticas, dentre as quais se destacam:

- Minimização da geração de resíduos;
- Segregação dos resíduos sólidos, de acordo o padrão de cores estabelecidas pela gestão ambiental da Klabin;
- Coleta, acondicionamento, armazenamento e transporte dos resíduos sólidos, de acordo com as legislações vigentes;
- Destinação final ambientalmente adequada (reutilização, reciclagem, compostagem, aproveitamento energético, etc.) e/ou disposição final ambientalmente adequada (aterro sanitário) dos resíduos sólidos gerados no empreendimento.

##### **Fontes de Geração**

Na unidade industrial da KLABIN, durante a fase de operação, serão gerados resíduos sólidos industriais e não indústrias.

##### **▪ Resíduos Sólidos Industriais**

Os resíduos sólidos industriais gerados pelo processo produtivo de celulose e papel serão provenientes das áreas de manuseio de madeira, caustificação, caldeira e estações de tratamento de água e efluentes.

Nesta categoria, estão incluídos os seguintes resíduos principais:

- Resíduos da preparação de madeira;



- Cinzas de Caldeira de biomassa;
- *Dregs, grits* e lama de cal;
- Lodo da estação de tratamento de água.
- Lodo primário, secundário e terciário da estação de tratamento de efluentes.

Os volumes de resíduos industriais considerados para o dimensionamento são apresentados na Tabela seguir.

**Tabela 2.8.4/1. Volumes estimados de resíduos industriais.**

| Resíduo         | Origem                      | Volume estimado (m³/a) |
|-----------------|-----------------------------|------------------------|
| Orgânicos       | Manuseio de madeira         | 43.200                 |
| Cinzas          | Caldeira de biomassa        | 6.800                  |
| <i>Dregs</i>    | Caustificação               | 22.500                 |
| <i>Grits</i>    | Caustificação               | 2.400                  |
| Lama de cal     | Forno                       | 43.600                 |
| Fibras          | ETE – Tratamento primário   | 55.200                 |
| Lodo biológico  | ETE – Tratamento secundário | 100.200                |
| Lodo            | ETE – Tratamento terciário  | 95.000                 |
| Lodo            | ETA                         | 48.500                 |
| Papel, plástico | Escritórios, sanitários     | 500                    |

#### ▪ Resíduos Sólidos Não Industriais

Os resíduos sólidos não industriais correspondem a todos os materiais descartados pela atividade administrativa e operacional de apoio que abrange as atividades de escritórios, refeitório e oficinas de manutenção.

Nesta categoria estão incluídos os seguintes resíduos principais:

- Papel/Papelão;
- Plásticos;



- Sucatas Metálicas;
- Resíduos das oficinas de manutenção;
- Resíduos do refeitório;
- Resíduos de serviços de saúde;
- Lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias.

Os volumes de resíduos não industriais considerados para o dimensionamento são apresentados na Tabela seguir.

**Tabela 2.8.4/2. Volumes estimados de resíduos não industriais.**

| Resíduo                                    | Quantidade Estimada |
|--------------------------------------------|---------------------|
| Papel / papelão                            | 1,5 t/mês           |
| Plástico                                   | 2,0 t/mês           |
| Sucata Metálica                            | 6,5 t/mês           |
| Vidro                                      | 5 t/a               |
| Resíduo das oficinas (óleos lubrificantes) | 2,0 m³/mês          |
| Resíduo orgânico (restos de refeições)     | 32 m³/mês           |
| Resíduo de serviços de saúde               | 120 kg/mês          |
| Lâmpada fluorescente, pilhas e baterias    | 4 t/a               |
| Pneus inservíveis / borracha               | 50 t/a              |

### 2.8.5 Movimentação de Produtos e/ou Resíduos Perigosos

A KLABIN, em seu processo produtivo, utilizará uma variedade de produtos considerados insumos básicos para o processo industrial.

#### Movimentação de Madeira

O transporte de madeira dos depósitos para a fábrica requer cuidados especiais, principalmente no tocante à segurança, uma vez que as carretas trafegam em



estradas com acesso público, o que exige o cumprimento de medidas preventivas para evitar acidentes que exponham a integridade dos usuários destas vias. A seguir, serão apresentadas algumas das medidas preventivas:

- A carga não deve apresentar pontas de madeira e/ou toretes que excedam os limites laterais e superiores dos fueiros e malhal;
- A carga não deve apresentar contaminação por areia, óleos, graxas, plásticos, materiais metálicos e corpos estranhos;
- O motorista deve acompanhar e orientar os grueiros/operadores por ocasião da carga/descarga;
- Os cabos de amarração devem estar sempre tensionados, sendo obrigatória sua revisão e reaperto em pontos previamente estabelecidos de acordo com o trajeto;
- Os veículos devem transitar com os faróis acesos e ter todos os seus itens de segurança (luzes, defletores, extintor de incêndio, para-lama e para-barros) na mais perfeita ordem;
- O motorista deve portar todos os EPIs adequados às funções, estar vestido adequadamente com calça e camisa, bem como portar o crachá de identificação;
- Toda carga deve ter sua altura máxima limitada de no mínimo 15 cm abaixo do "topo" dos fueiros;
- A velocidade máxima permitida é de 60 km/h nas estradas não pavimentadas, e no asfalto de acordo com a legislação, não sendo permitido viajar em comboio.

A empresa promoverá, eventualmente, fiscalização e/ou auditoria nas empresas fornecedoras e transportadoras verificando a observância destas diretrizes.

### **Movimentação de Produtos Perigosos na Unidade Industrial**

O transporte de produtos perigosos para a fábrica é realizado por empresas contratadas (terceiras), e também requer cuidados especiais, pois a movimentação desse tipo de carga é realizada em estradas com acesso público, o que exige o cumprimento de medidas preventivas para evitar acidentes que exponham a integridade dos usuários destas vias e também do meio ambiente em seu entorno. A Klabin possui alguns procedimentos internos para esse tipo de transporte que compreendem as seguintes exigências:



- Exigência de licenciamento ambiental para transporte de produtos perigosos;
- Condutor do veículo deve portar carteira de habilitação e possuir o curso de Movimentação Operacional de Produtos Perigosos – MOPP;
- Exigência de contrato com empresa de atendimento a emergências ambientais;
- Exigência equipamentos para ações ambientais em caso de vazamento, bem como ficha de emergência e envelope para transporte da carga;
- Exigência de Certificado de Inspeção Veicular emitido conforme normas do INMETRO.

Além, dessas exigências a KLABIN seguirá o cumprimento dos diplomas legais identificados como pertinentes a partir dos procedimentos de avaliação da legislação ambiental, componentes do Sistema de Garantia Ambiental da empresa.

### **Situações de Emergência**

#### **Interior da Empresa:**

No caso de vazamento de produtos perigosos a área de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente será acionada e tomará todas as medidas preventivas para salvaguardar o patrimônio da empresa, as pessoas e o meio ambiente.

#### **Fora da Empresa:**

A KLABIN exigirá dos transportadores contratados a inclusão no escopo de serviço especializado de emergência, no qual empresas especializadas mantêm equipes e recursos disponíveis 24hs por dia para incidentes, cobrindo o trajeto desde a saída do fabricante/distribuidor até o *site* fabril.

Para acidentes com Produtos Perigosos, próximo à empresa, será fornecido todo o apoio necessário.



Em casos de vazamento de produtos perigosos, a KLABIN informará a ocorrência ao Instituto Ambiental do Paraná – IAP.

### 3. CARACTERÍSTICA DA REGIÃO

#### 3.1 Localização do Município de Ortigueira

O município de Ortigueira localiza-se na região centro-norte do estado do Paraná, nas coordenadas 24°12'28"S e 50°56'56"O, estando a uma altitude de 758 metros e ocupando uma área de 2.432,255 km².



Figura 3.1/1 – Localização do município de Ortigueira (em vermelho).

#### 3.2 Características Climatológicas e Meteorológicas da Região

A área de influência direta do empreendimento apresenta tipo climático misto Cfa/Cfb, de acordo com a classificação Köppen, ou seja, subtropical úmido com verão quente a moderadamente quente, com atuação conjugada dos sistemas atmosféricos tropicais e polares (Mta, Mtc, Mcc e Mpa).

A seguir são apresentados os dados climáticos da Estação Meteorológica de Telêmaco Borba, obtidos do EIA/RIMA da UHE Mauá realizado pelo CNEC (2004).



### Precipitação

A precipitação média anual calculada foi de 1.577 mm, sendo que a máxima precipitação anual registrada foi de 2.092 mm, em 1982, e a mínima precipitação anual registrada foi de 983 mm, em 1999.

Na Tabela a seguir observa-se que os meses com maiores precipitações médias são janeiro, fevereiro e dezembro, e os meses com menores precipitações médias são julho e agosto.

**Tabela 3.2-1 – Precipitações mensais na Estação Meteorológica de Telêmaco Borba.**

| Mês       | Precipitação (mm) |       |        | Mês      | Precipitação (mm) |       |        |
|-----------|-------------------|-------|--------|----------|-------------------|-------|--------|
|           | Minima            | Média | Máxima |          | Minima            | Média | Máxima |
| Janeiro   | 0,8               | 191,6 | 429,0  | Julho    | 4,9               | 84,5  | 213,0  |
| Fevereiro | 40,7              | 161,8 | 356,7  | Agosto   | 0,0               | 70,0  | 202,6  |
| Março     | 22,7              | 124,9 | 340,2  | Setembro | 28,7              | 146,5 | 322,7  |
| Abril     | 0,0               | 97,6  | 228,5  | Outubro  | 50,0              | 147,4 | 292,7  |
| Maiο      | 11,0              | 135,7 | 384,7  | Novembro | 20,6              | 138,3 | 479,2  |
| Junho     | 2,4               | 107,8 | 312,2  | Dezembro | 60,2              | 171,0 | 349,5  |

Fonte: CNEC, 2004

### Ventos

Na região predominam ventos com direção norte e nordeste, com média das máximas anuais da ordem de 60 km/h, podendo ocorrer rajadas superiores a 115 km/h, conforme Tabela a seguir.





**Tabela 3.2-2 – Registros médios e máximos mensais da velocidade do vento na Estação Meteorológica de Telêmaco Borba.**

| Mês       | Intensidade do Vento (km/h) |        | Mês      | Intensidade do Vento (km/h) |        |
|-----------|-----------------------------|--------|----------|-----------------------------|--------|
|           | Média                       | Máxima |          | Média                       | Máxima |
| Janeiro   | 61,2                        | 103,3  | Julho    | 52,8                        | 90,7   |
| Fevereiro | 54,6                        | 65,9   | Agosto   | 50,0                        | 72,4   |
| Março     | 61,3                        | 94,0   | Setembro | 63,1                        | 110,5  |
| Abril     | 56,1                        | 83,5   | Outubro  | 67,7                        | 93,6   |
| Maio      | 54,4                        | 94,0   | Novembro | 70,2                        | 112,7  |
| Junho     | 52,1                        | 115,2  | Dezembro | 60,5                        | 101,9  |

Fonte: CNEC, 2004

### **Insolação**

Os valores de horas médias mensais de insolação diária referem-se ao período de junho de 1954 a maio de 1997 e, em relação às médias mensais de radiação solar aos registros do período de junho de 1997 a julho de 2002.

Observa-se na Tabela a seguir que a média de horas de insolação variam 6,3 a 7,2 horas de sol por dia.

Os meses com maiores insolações médias são janeiro, novembro e dezembro, e os meses com menores insolações médias são maio e junho.



**Tabela 3.2-3 – Registros mínimos, médios e máximos das horas de insolação diária e da radiação solar média na Estação Meteorológica de Telêmaco Borba.**

| Mês       | Horas de<br>(horas de sol/dia) |       |        | Radiação<br>(Watt/m <sup>2</sup> ) |       |        |
|-----------|--------------------------------|-------|--------|------------------------------------|-------|--------|
|           | Mínima                         | Média | Máxima | Mínima                             | Média | Máxima |
| Janeiro   | 4,3                            | 6,6   | 8,6    | 207,6                              | 235,6 | 269,4  |
| Fevereiro | 4,4                            | 6,3   | 9,4    | 212,6                              | 221,2 | 228,4  |
| Março     | 4,9                            | 6,5   | 8,7    | 195,7                              | 211,6 | 221,3  |
| Abril     | 4,4                            | 6,7   | 8,9    | 159,3                              | 183,3 | 202,8  |
| Maio      | 4,0                            | 6,5   | 8,2    | 131,3                              | 146,1 | 159,1  |
| Junho     | 4,8                            | 6,3   | 7,8    | 100,0                              | 126,9 | 151,9  |
| Julho     | 5,2                            | 6,8   | 8,1    | 124,5                              | 141,9 | 162,5  |
| Agosto    | 6,0                            | 7,0   | 8,3    | 143,7                              | 165,5 | 192,9  |
| Setembro  | 4,8                            | 6,6   | 8,0    | 130,8                              | 170,3 | 196,5  |
| Outubro   | 5,3                            | 6,8   | 8,3    | 196,0                              | 213,0 | 234,5  |
| Novembro  | 4,5                            | 7,2   | 9,6    | 207,9                              | 241,3 | 277,7  |
| Dezembro  | 5,0                            | 6,6   | 8,1    | 232,0                              | 250,2 | 269,5  |

Fonte: (SIMEPAR; CNEC, 2004).

### **Temperatura**

As temperaturas médias variam de 13,6 a 22,4 °C, as mínimas variam de 4,4 a 15,9 °C e as máximas variam de 24,8 a 32,0 °C.

Os meses com maiores temperaturas médias são janeiro, fevereiro e dezembro, e os meses com menores temperaturas médias são junho e julho, conforme Tabela a seguir.



**Tabela 3.2-4 – Registros das temperaturas mínimas, médias e máximas das médias mensais e temperaturas mínimas e máximas absolutas mensais na Estação Meteorológica de Telêmaco Borba.**

| Mês       | Temperatura    |       |        |           |        |
|-----------|----------------|-------|--------|-----------|--------|
|           | Médias Mensais |       |        | Absolutas |        |
|           | Mínima         | Média | Máxima | Mínima    | Máxima |
| Janeiro   | 15,3           | 22,4  | 30,6   | 9,3       | 36,4   |
| Fevereiro | 15,9           | 22,2  | 32,0   | 0,0       | 35,0   |
| Março     | 14,5           | 21,4  | 30,8   | 4,1       | 34,9   |
| Abril     | 10,1           | 19,0  | 30,0   | 1,2       | 32,5   |
| Maio      | 5,8            | 15,5  | 25,1   | -1,6      | 30,4   |
| Junho     | 5,6            | 13,8  | 24,8   | -5,0      | 28,2   |
| Julho     | 4,4            | 13,6  | 25,0   | -4,6      | 29,6   |
| Agosto    | 6,3            | 15,1  | 27,2   | -2,2      | 33,0   |
| Setembro  | 9,1            | 16,7  | 27,9   | 0,0       | 34,5   |
| Outubro   | 10,9           | 19,3  | 28,7   | 2,5       | 34,2   |
| Novembro  | 12,2           | 20,8  | 30,2   | 6,4       | 38,2   |
| Dezembro  | 15,7           | 21,8  | 30,6   | 8,8       | 34,5   |

Fonte: (SIMEPAR; CNEC, 2004).

### **Umidade relativa do ar**

A umidade relativa do ar média, no período de janeiro de 1977 a julho de 2002, foi de 79,1%. As umidades médias variam de 74,4 a 84,5%, as mínimas variam de 64,5 a 75,6% e as máximas variam de 81,5 a 89,6%.

Os meses com maiores umidades médias são maio e junho, e os meses com menores temperaturas médias são outubro e novembro, conforme Tabela a seguir.



**Tabela 3.2-5 – Registros da umidade relativa do ar mínimas, médias e máximas das médias mensais na Estação Meteorológica de Telêmaco Borba.**

| Mês       | Mínima | Média | Máxima |
|-----------|--------|-------|--------|
| Janeiro   | 67,4   | 78,7  | 85,5   |
| Fevereiro | 69,7   | 80,3  | 86,5   |
| Março     | 72,3   | 80,3  | 85,7   |
| Abril     | 68,3   | 80,9  | 85,7   |
| Maio      | 72,6   | 83,9  | 89,7   |
| Junho     | 75,6   | 84,5  | 89,6   |
| Julho     | 70,0   | 81,1  | 88,0   |
| Agosto    | 67,6   | 77,4  | 85,6   |
| Setembro  | 63,5   | 76,4  | 86,1   |
| Outubro   | 66,9   | 75,5  | 81,2   |
| Novembro  | 64,5   | 74,4  | 86,0   |
| Dezembro  | 67,4   | 76,5  | 81,5   |

Fonte: (SIMEPAR; CNEC, 2004).

#### 4. CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS PRODUTOS ENVOLVIDOS

As instalações contempladas na KLABIN envolvem uma série de produtos químicos. A **Tabela 4-1** apresenta os principais produtos e respectiva classe/subclasse de risco estabelecida pela ONU.

**Tabela 4/1 – Produtos Químicos Envolvidos e Classe de Risco.**

| Produto                                                       | Classe de Risco                                  |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ )                                 | 8 – substância corrosiva                         |
| Clorato de sódio, solução aquosa ( $NaClO_3$ )                | 5.1 – substância oxidante                        |
| Cloro ( $Cl_2$ ) (gerado na decomposição do dióxido de cloro) | 2.3 – gás tóxico por inalação                    |
| Dióxido de enxofre ( $SO_2$ )                                 | 2.3 – gás tóxico por inalação                    |
| Metanol ( $CH_3OH$ )                                          | 3 – líquido inflamável                           |
| Oxigênio ( $O_2$ )                                            | 2.2 – gás comprimido não tóxico e não inflamável |



| Produto                                                 | Classe de Risco               |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Peróxido de hidrogênio, solução aquosa ( $H_2O_2$ )     | 5.1 – substância oxidante     |
| Soda cáustica, solução (NaOH)                           | 8 – substância corrosiva      |
| Sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ )<br>(componente do GNC) | 2.3 – gás tóxico por inalação |
| Óleo combustível                                        | 3 – líquido inflamável        |
| Hidrogênio ( $H_2$ )                                    | 2.1 – gás inflamável          |

No **Anexo IV** são apresentadas as informações gerais dos principais produtos químicos a serem utilizados, assim como as respectivas FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos).

## 5. HISTÓRICO DE ACIDENTES

O Major Hazard Incidents Data Service – MHIDAS é um banco de dados internacional de acidentes/incidentes ocorridos na produção industrial, transporte e armazenagem de produtos químicos que resultem em potencial risco para a comunidade.

Foi realizada uma pesquisa no banco de dados MHIDAS sobre substâncias perigosas utilizadas nas indústrias de papel e celulose. Desde 1974, foram encontrados 6 acidentes relacionados a esse setor, sendo 1 relacionado a explosão de poeira de celulose recirculada, 1 relacionado a rompimento de lagoa de efluentes e descarga de efluente parcialmente tratado, 4 relacionados a liberação de cloro (2 por rompimento de tubulação e 2 por explosão na unidade de geração).

Na **Tabela 5/1** é apresentado o número de incidentes relatados no MHIDAS ocorridos em diferentes tipos de indústrias.

**Tabela 5/1 – Incidentes por tipo de substância.**

| Substância        | Estado                | Incidentes |
|-------------------|-----------------------|------------|
| Clorato de sódio  | Cristalizado ou em pó | 19         |
| GLP               | Líquido sob pressão   | 546        |
| Metanol           | Líquido               | 197        |
| Dióxido de cloro  | Gás                   | 1          |
| Peróxido de cloro | Solução               | 30         |
| Óleo combustível  | Líquido               | 356        |
| Hidrogênio        | Gás                   | 454        |

Fonte: MHIDAS

No Brasil, em 1988, ocorreu a explosão da caldeira de recuperação de químicos na fábrica Jarí. Em 2007, em uma fábrica em Eunápolis, houve o rompimento do tanque de licor preto.

A pesquisa, junto ao MIDHAS, de acidentes envolvendo as substâncias perigosas presentes na indústria de papel e celulose, conduziu às seguintes informações:

- Quanto ao clorato de sódio: São identificados acidentes devido a impactos envolvendo veículos de transporte, tambores com liberação e contato da substância com outros produtos inflamáveis ocasionando explosões. Relatam-se também explosões devido a incêndios em locais de armazenamento da substância. Nenhum incidente relacionado com indústria de celulose e a substância em questão foi relatado.
- Quanto ao GLP: Foram encontrados acidentes devidos a fator humano (manuseio errado) e impactos no transporte envolvendo esta substância em incêndio e explosão (*fireball*) durante transporte e armazenagem.



- Quanto ao metanol: Acidentes com liberação e formação de poça, incêndio e explosão estão catalogados, ocasionados por inundação, raios, falhas humanas e impactos durante o transporte.
- Quanto ao dióxido de cloro: Foi relatado apenas um relato de acidente ocorrido em laboratório com explosão devido à liberação da substância por manuseio errado.
- Quanto ao peróxido de hidrogênio: Foram catalogados acidentes com peróxido ocorridos na carga e descarga de recipientes ou vazamentos em armazéns de distribuidores, exigindo isolamento da área e limpeza; nenhum destes incidentes estava identificado em indústrias de celulose.
- Quanto ao óleo combustível: Acidentes com explosões de tanques com esta substância são relatados devidos a falhas humanas, incêndios externos, temperaturas extremas. Durante transporte, os acidentes ocorreram devido a impactos seguidos de fogo e/ou explosão.
- Quanto ao Hidrogênio: acidentes no transporte e no processamento, associado a falha humana ou operacional, provocando incêndios, explosões confinadas e/ou explosões não confinadas.
- Quanto às caldeiras: acidentes com explosão, provocados por condição operacional de nível baixo de água, erro do operador ou manutenção precária, bem como supervisão humana falha e falta de conhecimento, são responsáveis por 69% dos feridos e 60% das fatalidades relatadas, quanto a episódios de odor à comunidade.



## 6. ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

### 6.1 Introdução

Com o objetivo de identificar e avaliar os riscos relacionados às atividades envolvidas nas instalações da Unidade Industrial da KLABIN foi realizada a Análise Preliminar de Riscos – APR.

A análise de riscos é solicitada nas diversas fases de licenciamento ambiental de um empreendimento industrial.

Normalmente na primeira licença, denominada Licença Prévia, o empreendimento ainda não possui detalhamento de projeto (com fluxogramas detalhados de processo) que dificultam uma análise de riscos mais aprofundada, que pode ser exigida nas fases de Licença de Instalação e Licença de Operação.

Portanto, na fase de Licença Prévia (objetivo deste estudo), uma análise de riscos qualitativa, baseada numa Análise Preliminar de Riscos (APR) é suficiente para avaliação do empreendimento neste quesito.

### 6.2 Metodologia

A Análise Preliminar de Riscos (APR) foi baseada na Análise Preliminar de Riscos (APR), do inglês *Preliminary Hazard Analysis* (PHA), uma técnica desenvolvida pelo programa de segurança militar do Departamento de Defesa dos Estados Unidos (MIL-STD-882B).

Trata-se de uma técnica estruturada que tem por objetivo identificar os perigos presentes numa instalação, ocasionados por eventos indesejáveis. Normalmente, a APR é utilizada na fase inicial de projeto, embora venha sendo também bastante aplicada em unidades em operação, permitindo uma análise crítica dos sistemas de segurança existentes e a identificação das possíveis hipóteses de acidentes.





A APR focaliza os eventos perigosos cujas falhas têm origem na instalação em análise, contemplando tanto as falhas intrínsecas de equipamentos, de instrumentos e de materiais, como erros humanos.

Na APR são identificados os riscos, suas causas, os efeitos (consequências) e suas respectivas categorias de severidade, sendo apontadas eventuais observações e recomendações pertinentes aos riscos identificados. Os resultados são apresentados em planilha padronizada, conforme apresentado na **Figura 6.2-1**. A explicação de cada um dos campos é apresentada na sequência.

| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS |       |        |         |           |           |           |             |
|------------------------------------|-------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Área:                              |       |        |         | Revisão:  |           | Folha:    |             |
| Item                               | Risco | Causas | Efeitos | Grau      |           |           | Observações |
|                                    |       |        |         | Prob<br>. | Sev.<br>. | Risc<br>o |             |
|                                    |       |        |         |           |           |           |             |

**Figura 6.2-1 – Planilha da APR.**



Abaixo são descritos os conteúdos de cada um dos campos da planilha de APR:

- **Item:** número sequencial do risco identificado na unidade em estudo;
- **Risco:** evento indesejado, normalmente associado a uma ou mais condições com potencial de causar danos às pessoas, ao patrimônio ou ao meio ambiente;
- **Causas:** possíveis causas associadas a um determinado risco;
- **Efeitos:** possíveis consequências associadas a um determinado risco;
- **Grau de Frequência:** probabilidade com que o risco apontado passa a ocorrer;
- **Grau de Severidade:** grau de consequências exposto à planta ou mesmo ao entorno, quando exposto ao risco associado;
- **Grau de Risco:** graduação qualitativa obtida através da “Matriz de Interação Probabilidade e Severidade” (Matriz de Riscos);
- **Observações:** observações pertinentes ao risco e respectivos cenários acidentais, sistemas de segurança existentes ou recomendações para o gerenciamento dos riscos associados.

Os critérios para a classificação das probabilidades de ocorrência dos riscos, das severidades aplicadas aos efeitos associados e as categorias de risco são apresentados a seguir.

### 6.2.1 Critérios para Classificação da Frequência e Severidade e Categorias de Risco

Os critérios para a classificação das frequências de ocorrência dos Riscos, das severidades aplicadas aos efeitos associados e as categorias de risco, são:

**a) Quanto à frequência de ocorrência:****Tabela 6.2.1-1 – Grau de Frequência**

| Categoria | Denominação      | Descrição                                                                                                                                                      |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | Muito Improvável | Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação. Incidentes que dependem da ocorrência de falhas múltiplas. |
| B         | Improvável       | Não esperado ocorrer durante a vida útil da instalação. Incidentes associados a diversas falhas ou rupturas de equipamentos de grande porte.                   |
| C         | Remota           | Pouco provável de ocorrer durante a vida útil da instalação. A ocorrência depende de uma única falha (humana ou equipamento).                                  |
| D         | Provável         | Esperado ocorrer pelo menos uma vez durante a vida útil da instalação.                                                                                         |
| E         | Frequente        | Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação.                                                                                               |

**b) Quanto à severidade:****Tabela 6.2.1-2 – Grau de Severidade**

| Categoria | Denominação  | Descrição                                                                                                                                                                                                |
|-----------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I         | Desprezível  | Eventos associados à ausência de danos ou danos não mensuráveis.                                                                                                                                         |
| II        | Marginal     | Ocorrências com potencial de causar danos irrelevantes ao meio ambiente, à instalação e às comunidades interna e externa.                                                                                |
| III       | Crítica      | Situações com potencial para ocasionar impactos ao meio ambiente externo com reduzido tempo de recuperação, podendo provocar lesões de gravidade moderada na população.                                  |
| IV        | Catastrófica | Ocorrências com potencial de gerar impactos ambientais significativos em áreas externas às instalações e com tempo de recuperação elevado, podendo também provocar mortes ou lesões graves na população. |

### c) Matriz de Riscos

A matriz de riscos (**Figura 6.2.1-1**) é o resultado da interação entre a severidade e a frequência, obtendo-se como o resultado o risco exposto.

|                                                |              | FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA |                     |       |             |   |
|------------------------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|-------|-------------|---|
|                                                |              | A                        | B                   | C     | D           | E |
| S<br>E<br>V<br>E<br>R<br>I<br>D<br>A<br>D<br>E | IV           | Mn                       | M                   | S     | C           | C |
|                                                | III          | D                        | Mn                  | M     | S           | C |
|                                                | II           | D                        | D                   | Mn    | M           | S |
|                                                | I            | D                        | D                   | D     | Mn          | M |
| Severidade                                     |              | Frequência               |                     | Risco |             |   |
| I                                              | Desprezível  | A                        | Extremamente Remota | D     | Desprezível |   |
| II                                             | Marginal     | B                        | Remota              | Mn    | Menor       |   |
| III                                            | Crítica      | C                        | Improvável          | M     | Moderado    |   |
| IV                                             | Catastrófica | D                        | Provável            | S     | Sério       |   |
|                                                |              | E                        | Frequente           | C     | Crítico     |   |

**Figura 6.2.1-1 – Matriz de Classificação de Risco.**

### 6.3 Elaboração da APR

Baseado na metodologia descrita anteriormente foram elaboradas as planilhas da Análise Preliminar de Riscos – APR e que são apresentadas no **Anexo V**.



#### 6.4 Resultado da APR

Com base na APR, os riscos identificados podem ser distribuídos na matriz de risco.

|                                                |     | FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA |    |    |    |   |
|------------------------------------------------|-----|--------------------------|----|----|----|---|
|                                                |     | A                        | B  | C  | D  | E |
| S<br>E<br>V<br>E<br>R<br>I<br>D<br>A<br>D<br>E | IV  |                          |    |    |    |   |
|                                                | III |                          | 2  |    | 10 |   |
|                                                | II  | 3                        | 12 | 10 | 24 |   |
|                                                | I   |                          |    |    | 2  |   |

Figura 6.4-1 – Matriz de Classificação de Risco.

Como resultado dos **63** riscos avaliados tem-se:

- **00** riscos são classificados como **CRÍTICO**;
- **10** riscos como **SÉRIO**;
- **24** riscos como **MODERADO**;
- **14** riscos como **MENOR**; e
- **15** riscos como **DESPREZÍVEL**.

No **Anexo VI** é apresentada o layout do empreendimento com a localização dos 63 riscos identificados.

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente Estudo de Análise de Riscos foi elaborado considerando as possíveis operações das instalações da KLABIN, a ser implantada em Ortigueira, no Estado do Paraná, que podem causar riscos de incêndios, explosões, dispersões tóxicas, vazamentos de efluentes ou vazamentos de gases.



Com relação aos riscos foram identificados 10 riscos classificados como SÉRIO, 24 riscos como MODERADO, 14 riscos como MENOR e 15 riscos como DESPREZÍVEL, porém todos os efeitos estarão restritos a área interna da KLABIN.

Assim, verifica-se que o empreendimento em análise é viável, reforçando-se com o atendimento das medidas a serem adotadas:

- Elaboração de procedimentos operacionais, incluindo instruções de saúde, segurança e meio ambiente (SSMA);
- Implantação de programas de manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos da fábrica;
- Realização de treinamento periódico de operadores e funcionários do setor de manutenção;
- Instalação de sistema de proteção a descargas atmosféricas (SPDA);
- Instalação de válvulas de alívio nos equipamentos sujeitos a sobrepressão;
- Construção de diques de contenção para os reservatórios de estocagem de produtos químicos e inflamáveis;
- Elaboração do Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR);
- Elaboração do Plano de Ação de Emergência (PAE), especificando a localização dos alarmes de emergência e dos detectores de gases, os procedimentos, as rotas de fuga e os pontos de encontros;
- Instalação de sistemas de combate a incêndio nas áreas de processo, nos edifícios auxiliares e administrativos, e na área de estocagem de combustíveis;
- Formação de Brigada de Emergência permanente;
- Execução periódica de simulações de combate a incêndio e outros tipos de emergência.



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). P.4.261 Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos. São Paulo, 2003.*

*COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Manual de Produtos Químicos Perigosos.*

*COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Introdução à Análise, Avaliação e Gerenciamento de Riscos. São Paulo, 2001.*

*POYRY TECNOLOGIA. Estudo de Análise de Risco da Suzano em Imperatriz-MA, 2010.*

*POYRY TECNOLOGIA. Estudo de Análise de Risco da Suzano em Palmeiras – PI, 2010.*

*POYRY TECNOLOGIA. Estudo de Análise de Risco da Lwarcel em Lençóis Paulista – SP, 2011.*

*POYRY TECNOLOGIA. Estudo de Análise de Risco da Expansão da Lwarcel em Lençóis Paulista – SP, 2011.*

*POYRY TECNOLOGIA. Estudo de Análise de Risco da Expansão da Fibria em Três Lagoas – MS, 2011.*

*POYRY TECNOLOGIA. Estudo de Análise de Risco da Braxcel em Peixe – TO, 2011.*



## ANEXO I

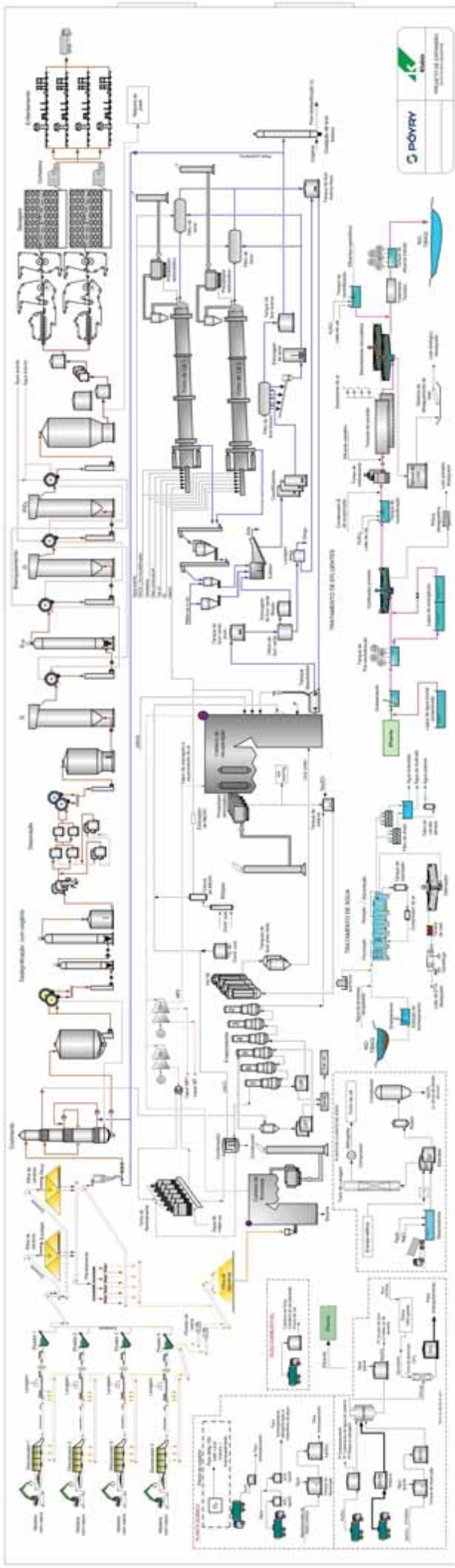
### ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART





## ANEXO II

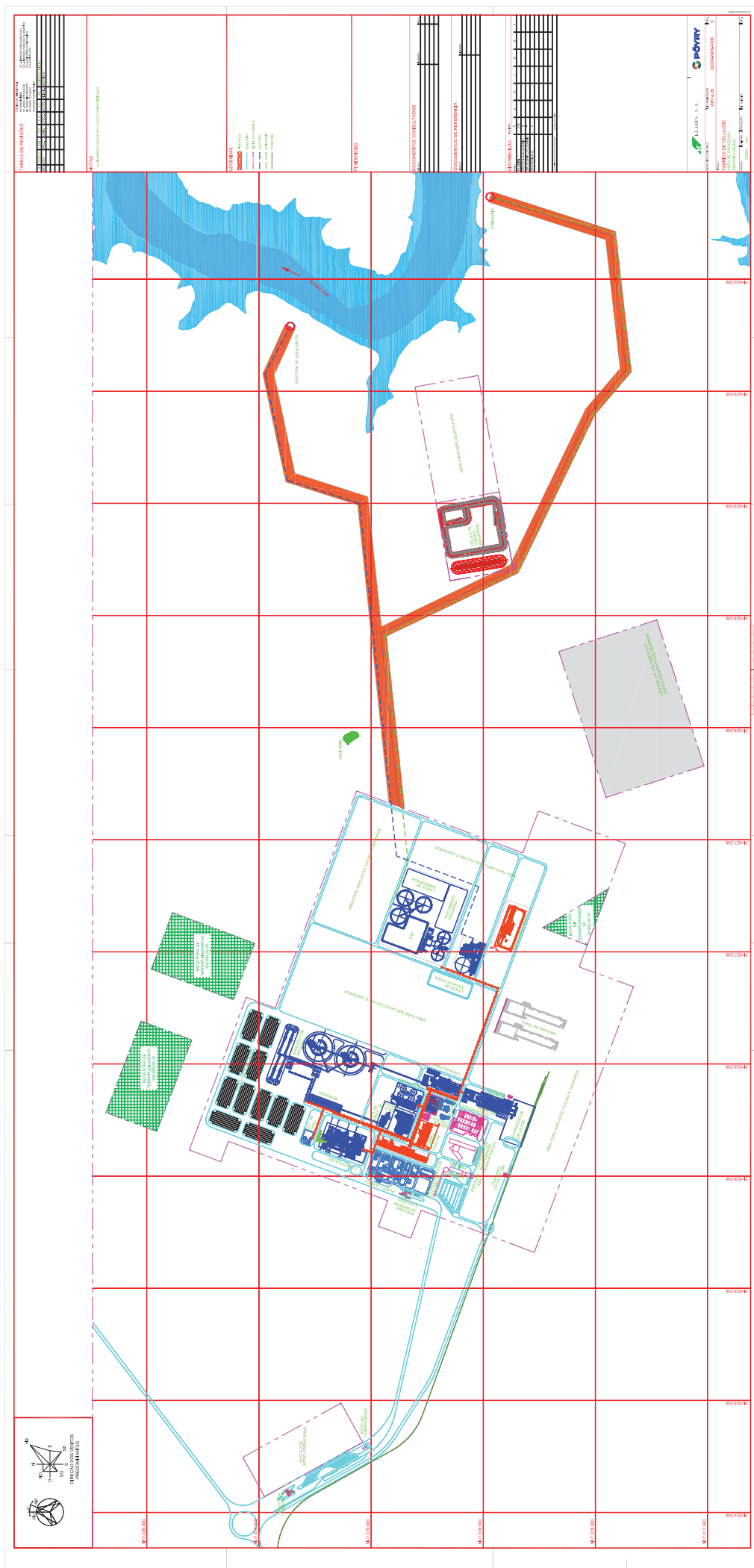
### FLUXOGRAMA DE PROCESSO





### ANEXO III

### LAY OUT





## **ANEXO IV**

### **INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DOS PRODUTOS QUÍMICOS**



# ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| Produto                            | Riscos potenciais                                            |                                                                                                                                                                                                    |                                                      | Situações de emergência                                                                                                                 |                                                                        |                                                                                                                                                                      | Produtos Reatividade Química                                                                                                                              | EPI's                                                                                              |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | Saúde                                                        | Fogo                                                                                                                                                                                               | Meio Ambiente                                        | Vazamento                                                                                                                               | Fogo                                                                   | Acidentados                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                           |                                                                                                    |
| Ácido Sulfúrico<br>$H_2SO_4$       | Irritante / Corrosivo                                        | Reage com combustíveis                                                                                                                                                                             | Alteração da qualidade das águas (diminuição de pH). | Evitar contato com líquidos.<br>Isolar a área<br>Parar o vazamento.                                                                     | Extinção com pó químico ou $CO_2$ . Não é inflamável.                  | Em inalação: mover para local arejado e fazer respiração artificial.<br>Em contato: enxaguar com bastante água<br>Em ingestão: beber água e não provocar vômitos.    | Reage com a maior parte dos materiais.<br>Evitar metais e combustíveis<br>Libera hidrogênio em reação com metais.                                         | Proteção total de PVC.<br>Máscara contra gases ácidos ou conjunto de respiração autônomo.          |
| Soda cáustica<br>NaOH              | Irritante / corrosivo                                        | Ataca metais como alumínio, zinco, estanho, produzindo gás inflamável: hidrogênio.                                                                                                                 | Alteração da qualidade das águas (aumento de pH).    | Vazamentos podem levar a um aumento de pH. Conter o líquido para não atingir rios e sistema de esgoto. Isolar o local e evacuar a área. | Alagar a área com água / Resfriar os reservatórios expostos            | Em inalação: mover para local arejado e fazer respiração artificial /<br>Em contato: enxaguar com bastante água /<br>Em ingestão: beber água e não provocar vômitos. | Reage com ácidos, líquidos inflamáveis e metais, como: alumínio, estanho e zinco.                                                                         | Proteção total de PVC.<br>Máscara contra gases ácidos combinado com filtro para vapores orgânicos. |
| Peróxido de Hidrogênio<br>$H_2O_2$ | Irritante para olhos e pele.<br>Tóxico se inalado e ingerido | Combustão espontânea em contato com combustíveis e matérias orgânicas /<br>Reage violentamente com a maioria dos materiais /<br>Explosão quando aquecido e se acondicionado em recipiente fechado. | Moderadamente tóxico em ambiente aquático.           | Evitar contato pessoal.<br>Parar o vazamento. Isolar o local. Evacuar a área.                                                           | Extinção com água.<br>Não usar pó químico e $CO_2$ . Não é inflamável. | Em inalação: mover para local arejado e fazer respiração artificial.<br>Em contato: enxaguar com bastante água.<br>Em ingestão: beber água.                          | Reage com ferro, bronze, cromo, zinco, chumbo e prata /<br>Sujeira e a maioria dos metais causam-lhe decomposição rápida com liberação de gás (oxigênio). | Proteção total de PVC /<br>Conjunto de respiração autônomo.                                        |



# ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| Produto                               | Riscos potenciais                                                                |                                                                                                                                                                   |                                                      | Situações de emergência                                                                                                                              |                                                                                                     |                                                                                                                                             | Produtos Reatividade Química                                                           | EPI's                                                                                  |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | Saúde                                                                            | Fogo                                                                                                                                                              | Meio Ambiente                                        | Vazamento                                                                                                                                            | Fogo                                                                                                | Acidentados                                                                                                                                 |                                                                                        |                                                                                        |
| Hidrogênio(*)<br>H <sub>2</sub>       | Em altas concentrações causa dificuldades respiratórias ou perda da consciência. | Chama quase invisível. Altamente explosivo em ambientes fechados. Retrocede a chama no arraste com vapor / Vaporização vigorosa com água / É altamente inflamável | Não há restrição.                                    | Evitar contato pessoal.<br>Parar o vazamento. Isolar o local. Evacuar a área. Posicionar-se contrário ao sentido do vento. Manter neblina d'água.    | Parar o fluxo de gás. Resfriar os reservatórios expostos. Não utilizar CO <sub>2</sub> na extinção. | Em inalação: mover para local arejado e fazer respiração artificial / Em contato: enxaguar com bastante água / Não esfregar a área afetada. | Não há restrições.                                                                     | Proteção total de PVC. / Conjunto de respiração autônomo.                              |
| Oxigênio liquefeito<br>O <sub>2</sub> | Inalado causa tontura e dificuldade a respiração / Causa enregelamento.          | Aumenta a intensidade do fogo / Em estado líquido tem reação altamente explosiva com combustíveis.                                                                | Não há restrições.                                   | Evitar contato pessoal.<br>Parar o vazamento / Isolar o local.                                                                                       | Não é inflamável. Resfriar os reservatórios expostos                                                | Em inalação: mover para local arejado / Em contato: enxaguar com bastante água / Não esfregar a área afetada.                               | Reage violentamente com materiais orgânicos e combustíveis                             | Proteção total de PVC. / Óculos de ampla visão.                                        |
| Dióxido de Cloro<br>ClO <sub>2</sub>  | Irritante secundário. Tóxico se inalado.                                         | Pode manter a combustão em certas substâncias, inclusive ferro / Forma solução corrosiva com água. / Corrosivo.                                                   | Alteração na qualidade da água, solo, fauna e flora. | Evitar contato pessoal<br>Parar o vazamento / Isolar o local / Evacuar a área / Posicionar-se contrário ao sentido do vento / Manter neblina d'água. | Não é inflamável.                                                                                   | Em inalação: mover para local arejado e fazer respiração artificial / Em contato: enxaguar com bastante água.                               | Reage violentamente com metais à alta temperatura / Reage com a maioria dos materiais. | Proteção total de PVC/ Máscara contra gases ácidos ou conjunto de respiração autônomo. |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| Produto                       | Riscos potenciais                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                         |                                                                                           | Situações de emergência                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Produtos Reatividade Química       | EPI's                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | Saúde                                                                                                                                                                                                         | Fogo                                                                                                                    | Meio Ambiente                                                                             | Vazamento                                                                                                                                                                                                                                                       | Fogo                                                                                                                                                                            | Acidentados                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                    |                                                                                                                                                                                    |
| Metanol<br>CH <sub>3</sub> OH | <b>Inalação:</b><br>irritante para os olhos nariz e garganta. Se inalado, causará tontura, dor de cabeça, dificuldade respiratória ou perda da consciência.<br><br><b>Ingestão:</b><br>venenoso, se ingerido. | Comportamento do produto no fogo: o vapor pode explodir, se ignição for em área fechada. Os recipientes podem explodir. | Toxicidade aos<br>Ortigueiras:<br><i>Carassius Auratus</i> :<br>morte a 250 ppm, em 11 h. | Evitar contato com o líquido e o vapor. Manter as pessoas afastadas. Chamar os bombeiros. Parar o vazamento, se possível. isolar e remover o material derramado. Desligar as fontes de ignição. Ficar contra o vento e usar neblina d'água para baixar o vapor. | Extinguir com pó químico seco, espuma de álcool ou dióxido de carbono. Esfriar os recipientes expostos com água. O retrocesso da chama pode ocorrer durante o arraste de vapor. | <b>Inalação:</b> mover para o ar fresco. Se a respiração for dificultada ou parar, dar oxigênio ou fazer respiração artificial.<br><b>Ingestão:</b> remover roupas e sapatos contaminados e enxaguar com muita água. Manter as pálpebras abertas e enxaguar com muita água. Manter a vítima aquecida. | Incompatível com oxidantes fortes. | Luvas, botas e roupas de polietileno clorado, neoprene, borracha natural ou nitrílica ou butílica ou poliuretano e máscara facial panorâmica, com filtro contra vapores orgânicos. |





## ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| Produto                                | Riscos potenciais                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                           | Situações de emergência                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                    | Produtos Reatividade Química                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | EPI's                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                       |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        | Saúde                                                                                                                 | Fogo                                                                                                                                                                                                                                      | Meio Ambiente                                                                                                                                                           | Vazamento                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Fogo                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Acidentados                                                                                                           |
| Clorato de Sódio<br>NaClO <sub>3</sub> | <b>Inalação:</b><br>irritação no nariz e garganta.<br><b>Ingestão:</b><br>Vômito, diarreia, náusea e dores abdominais | <b>Produtos de combustão perigosos:</b><br>Clorato de sódio se decompõe inicialmente em perclorato de sódio, mas libera oxigênio acima de 265 °C. Forte aquecimento pode levar à produção de cloreto de hidrogênio e outros fumos tóxico. | <b>Informação ecotoxicológica:</b><br>Contaminação de solo pode destruir sementes em germinação e inibir o crescimento de plantas. Tóxico para Orquídeas e vida animal. | Mantenha materiais inflamáveis ou combustíveis (madeira, papel, óleo, etc.) longe do material derramado. Não toque em recipientes danificados ou derramados a menos que esteja usando equipamento de proteção pessoal apropriado. Ventile a área. Extingua ou remova todas as fontes de ignição. | <b>Combate:</b><br>Água (jato ou neblina).<br><br>Não use mantas abafadoras de chama, dióxido de carbono ou pó químico seco.<br><br>Evacue a área. | <b>Contato com a pele:</b> O mais rápido possível, lave imediatamente a área contaminada com água morna e corrente por pelo menos 5 minutos ou até que o produto químico seja removido.<br><br><b>Contato com os olhos:</b><br>Lave imediatamente com água morna e corrente por pelo menos 15 minutos, ou até a substância ser removida, segurando a(s) pálpebra(s) aberta(s).<br><b>Ingestão:</b> não induza ao vômito. Faça a vítima lavar bem a boca com água. Faça a vítima beber água. Leite, claras de ovo ou gelatina podem ser administrados caso não haja água disponível.<br><b>Inalação:</b> Remova a fonte da contaminação ou remova a vítima para local com ar fresco. | <b>Mistura com materiais inflamáveis ou combustíveis:</b><br>fogo ou explosão, sensível a choque, calor ou atrito.<br><br><b>Reações violentas:</b><br>Fósforo (P), compostos de enxofre, sais de amônio e sais de metal.<br><br><b>Mistura com ácidos:</b> pode produzir cloro e dióxido de cloro.<br><b>Mistura com metais finamente divididos ou óxidos metálicos:</b> podem ser explosivos. | Respirador de poeira/névoa, luvas e botas impermeáveis. Macacões retardantes de chama. Óculos para produtos químicos. |



# ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| Produto                                   | Riscos potenciais                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                           | Situações de emergência                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Produtos Reatividade Química                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | EPI's                                                                                                                    |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | Saúde                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Fogo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Meio Ambiente                                                                                                                             | Vazamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Fogo                                                                                              | Acidentados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                          |
| Bissulfito de sódio<br>NaHSO <sub>3</sub> | <p><b>Ingestão:</b><br/>Cólicas estomacais violentas, diarreia, distúrbios nervosos e circulatórios e irritação gástrica.</p> <p><b>Inalação:</b><br/>Na forma de vapores causa irritação no aparelho respiratório</p> <p><b>Contato com a pele:</b><br/>irritação nos tecidos da pele e da mucosa.</p> | <p><b>Perigo específico:</b><br/>Produto químico de característica redutora, sujeito a decomposição e liberação de vapores ácidos de Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) com o aumento da temperatura.</p> <p><b>Proteção dos bombeiros:</b><br/>Usas máscara com filtro para gases ácidos (SO<sub>2</sub>) e viseira panorâmica.</p> | <p>Produto químico de característica redutora, podendo impactar na demanda química de oxigênio do meio e na atividade bacteriológica.</p> | <p><b>Precauções pessoais:</b><br/>- Eliminar toda fonte de calor ou fogo.<br/>- Afastar os curiosos e evitar contato com o produto.</p> <p><b>Precaução ao meio ambiente:</b><br/>- Evitar drenagem para curso d'água, conter o vazamento usando areia e neutralizar o produto com cal.</p> <p><b>Método para limpeza:</b><br/>- Recolher a varredura utilizando pá e recipiente apropriado.</p> | <p>Usar água em forma de neblina, para o resfriamento de equipamentos, do local e do produto.</p> | <p>Em inalação mover para local arejado / Em contato lavar com água corrente em abundância, durante no mínimo 15 min / Em ingestão Convocar imediatamente o médico. Notas para o Médico: Em caso de ingestão do produto, ministrar a ingestão de grande quantidade de solução salina. Se a vítima estiver inconsciente, não deve ser provocado vômito.</p> | <p><b>Instabilidade:</b><br/>- Decompõe-se por aquecimento, com liberação de SO<sub>2</sub>.<br/>- Extremamente reativo com substâncias oxidantes.</p> <p><b>Reações perigosas:</b><br/>Extremamente reativo com substâncias oxidantes.</p> <p><b>Produtos perigosos da decomposição:</b><br/>Na decomposição do produto há a geração de SO<sub>2</sub> (gás tóxico).</p> | <p>Óculos de segurança, máscara contra pó, calça e camisa de manga comprida, avental, botas e luvas de PVC ou couro.</p> |



# ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| Produto                          | Riscos potenciais                                                                  |                                                                             |                                                              | Situações de emergência                                                                                                                                     |                                                                            |                                                                                                                                                      | Produtos Reatividade Química                                           | EPI's                                                                  |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                                  | Saúde                                                                              | Fogo                                                                        | Meio Ambiente                                                | Vazamento                                                                                                                                                   | Fogo                                                                       | Acidentados                                                                                                                                          |                                                                        |                                                                        |
| Gases não Condensáveis GNC (**)  | Irritante para olhos e pele. Tóxico se inalado.                                    | Inflamável em altas concentrações. Produz gases tóxicos durante sua queima. | Odor desagradável                                            | Evitar contato pessoal. Parar o vazamento/Isolar o local/Evacuar a área / Posicionar-se contrário ao sentido do vento / Manter neblina d'água.              | Extinção com CO <sub>2</sub> ou espuma / Não reage com a água.             | Em inalação: mover para local arejado e fazer respiração artificial / Em contato: enxaguar com bastante água / Manter a vítima aquecida e em repouso | Reage violentamente com substâncias oxidantes.                         | Máscara contra gases ácidos ou conjunto de respiração autônomo.        |
| Licor Branco, Preto e Verde (**) | Irritante para olhos e pele / Tóxico se inalado e ingerido / Corrosivo.            | Não há restrições.                                                          | Alteração na qualidade da água, solo, fauna e flora.         | Evitar contato pessoal. Parar o vazamento / Isolar o local / Evacuar a área.                                                                                | Não é inflamável.                                                          | Em contato: enxaguar com bastante água. Não esfregar a área afetada.                                                                                 | Não há restrições.                                                     | Proteção total de PVC. Conjunto de respiração autônomo                 |
| Óleo Combustível                 | Inalação do vapor de cabeça, náuseas e tonturas Contato: irritação leve a moderada | Líquido combustível                                                         | Tóxico em ambiente aquático / alteração da qualidade do solo | Eliminar todas as fontes de ignição, impedir centelhas, fagulhas, chamas e não fumar na área de risco. Isolar o escapeamento de todas as fontes de ignição. | Espuma para hidrocarbonetos, neblina d'água, pó químico ou CO <sub>2</sub> | Em inalação: mover para local arejado e fazer respiração artificial / Em contato: enxaguar com bastante água                                         | Pode reagir com oxidantes fortes (cloratos, nitratos, peróxidos, etc.) | Equipamento de respiração autônomo, luvas de PVC e óculos de segurança |

(\*) O hidrogênio é um subproduto da produção de clorato de sódio

(\*\*) Os gases não condensáveis (GNC) e os licores são subprodutos da produção de celulose.



**ANEXO V**  
**PLANILHAS DE APR**



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                          |                                |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                 |       |       |                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Pátio de Madeira                                                                                                                                                                                                                                                      |                                | Revisão: 0                                                               |                                                                                                                                                                                                                 |       |       |                                                                                                                                                                                                                |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                        | Perigo                         | Causas Possíveis                                                         | Efeitos Possíveis                                                                                                                                                                                               | Grau  |       | Observações e/ou Recomendações                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                 | Freq. | Risco |                                                                                                                                                                                                                |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ignição nas pilhas de cavaco   | <ul style="list-style-type: none"><li>Fonte de ignição externa</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Incêndio;</li><li>Acidente pessoal;</li><li>Danos materiais;</li><li>Alteração de qualidade do ar;</li><li>Geração de efluentes líquidos do combate a incêndio.</li></ul> | C     | Mn    | <ul style="list-style-type: none"><li>A área das pilhas de cavacos será provida de sistema de combate a incêndio;</li><li>O incêndio será devidamente controlado dentro da área do Pátio de Madeira.</li></ul> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ignição nas pilhas de biomassa | <ul style="list-style-type: none"><li>Fonte de ignição externa</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Incêndio;</li><li>Acidente pessoal;</li><li>Danos materiais;</li><li>Alteração de qualidade do ar;</li><li>Geração de efluentes líquidos do combate a incêndio.</li></ul> | C     | Mn    | <ul style="list-style-type: none"><li>A área das pilhas de biomassa será provida de sistema de combate a incêndio;</li><li>O incêndio será devidamente controlado dentro da área.</li></ul>                    |
| <b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequentes<br><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico |                                |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                 |       |       |                                                                                                                                                                                                                |



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                          |                                                     |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                 |       |        |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-------|
| Área: Pátio de Madeira                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                     | Revisão: 0                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                 |       |        |       |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                        | Perigo                                              | Causas Possíveis                                                                                                                                                                              | Efeitos Possíveis                                                                                                                                               | Grau  |        |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                     |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                 | Freq. | Sever. | Risco |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                           | Vazamento de óleo de unidades hidráulicas           | <ul style="list-style-type: none"><li>Ruptura do sistema de óleo hidráulico, devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Impacto mecânico,</li><li>- Falha mecânica.</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Alteração da qualidade do solo e das águas subterrâneas;</li><li>Alteração da qualidade das águas superficiais.</li></ul> | D     | II     | M     |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                           | Infiltração de chorume das pilhas de cavaco no solo | <ul style="list-style-type: none"><li>Ruptura do piso da área de armazenamento ou do sistema de contenção, devido a impacto mecânico.</li></ul>                                               | <ul style="list-style-type: none"><li>Alteração da qualidade do solo, águas subterrâneas ou águas superficiais.</li></ul>                                       | B     | II     | D     |
| <b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequentes<br><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico |                                                     |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                 |       |        |       |



# ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                      |          |           |                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Cozimento, Lavagem, Designificação e Depuração                                                                                                                                                                                                                                 |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                      |          |           |                                                                                                                                                                  |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Perigo                                 | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Efeitos Possíveis                                                                                                                                                                                                    | Grau     |           | Observações e/ou Recomendações                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                      | Freq.    | Sever.    |                                                                                                                                                                  |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ignição no silo de cavaco              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fonte de ignição externa</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Incêndio;</li> <li>Acidente pessoal;</li> <li>Danos materiais;</li> <li>Alteração de qualidade do ar.</li> </ul>                                                              | <b>B</b> | <b>II</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>O silo de cavacos será provido de sistema de combate a incêndio.</li> </ul>                                               |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Vazamento de licor (branco e/ou preto) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ruptura ou furo na linha devido a:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrosão;</li> <li>- Falha mecânica;</li> <li>- Falha operacional;</li> <li>- Impacto mecânico.</li> </ul> </li> <li>Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba, tanque).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Acidente pessoal;</li> <li>Perda de produto;</li> <li>Alteração de qualidade do solo e águas subterrâneas;</li> <li>Alteração da qualidade das águas superficiais.</li> </ul> | <b>D</b> | <b>II</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>A área será circundada por mureta de contenção;</li> <li>Os equipamentos e linhas com licor serão de aço-inox.</li> </ul> |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Vazamento de polpa marrom de celulose  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ruptura ou furo na linha devido a:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrosão;</li> <li>- Falha mecânica;</li> <li>- Falha operacional;</li> <li>- Impacto mecânico.</li> </ul> </li> <li>Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba, tanque).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Acidente pessoal;</li> <li>Perda de produto;</li> <li>Alteração de qualidade do solo;</li> <li>Alteração da qualidade das águas superficiais.</li> </ul>                      | <b>D</b> | <b>II</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>A área será circundada por mureta de contenção.</li> </ul>                                                                |
| <p><b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequent<br/> <b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br/> <b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico</p> |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                      |          |           |                                                                                                                                                                  |



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |                                                                              |                                                                                                                                            |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Cozimento, Lavagem, Designificação e Depuração                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |                                                                              |                                                                                                                                            |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Perigo                                                         | Causas Possíveis                                                             | Efeitos Possíveis                                                                                                                          | Grau  |       | Revisão: 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                                                                              |                                                                                                                                            | Freq. | Risco |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Vazamento (emissões fugitivas) de gases não condensáveis (GNC) | <ul style="list-style-type: none"><li>Falha em ajustes de processo</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Alteração da qualidade do ar.</li></ul>                                                              | D     | II    | <ul style="list-style-type: none"><li>Os gases não condensáveis serão coletados e incinerados na caldeira de recuperação;</li><li>Esse tipo de emissão é de baixa vazão, estando portanto, muito localizado próximo ao ponto de emissão, evitando assim a sua dispersão ao meio ambiente externo.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Explosão do digestor                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>Sobrepresão</li></ul>                  | <ul style="list-style-type: none"><li>Acidente pessoal;</li><li>Danos materiais;</li><li>Alteração da qualidade do ar e do solo.</li></ul> | B     | II    | <p>O projeto e operação do Digestor são baseados nos mais rígidos critérios de segurança com o intuito de prevenir acidentes e explosões, tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Elevado nível de instrumentação para permitir acompanhamento de todas as variáveis do processo;</li><li>Aplicação de dupla parede no digestor, o que evita a expansão dos fragmentos em caso de explosão;</li><li>Realização de manutenção preventiva no tocante a proteção à corrosão das paredes do digestor nas ocasiões das paradas gerias;</li><li>Redundância nos intertravamentos em pontos críticos de segurança e processo;</li></ul> <p>Além disso, tanto o processo de operação quanto a fase de elaboração do projeto tem como base o pleno atendimento dos requisitos de segurança impostos pela Norma Regulamentadora n.º 13: Caldeiras e Vasos de Pressão (NR-13).</p> |
| <p><b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequentes<br/><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br/><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico</p> |                                                                |                                                                              |                                                                                                                                            |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |





ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |        |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|-------|
| Área: Branqueamento                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                 | Revisão: 0 |        |       |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                               | Perigo                                                                                        | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Efeitos Possíveis                                                                                                                                                                                                                                               | Grau       |        |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                 | Freq.      | Sever. | Risco |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Vazamento de dióxido de cloro                                                                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão;</li><li>- Falha mecânica;</li><li>- Falha operacional;</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>• Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba, tanque).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Acidente pessoal;</li><li>• Perda de produto;</li><li>• Alteração da qualidade do ar;</li><li>• Alteração da qualidade do solo e águas subterrâneas;</li><li>• Alteração da qualidade das águas superficiais.</li></ul> | D          | II     | M     |
| 11                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Vazamento de produtos químicos (ácido sulfúrico, Hidróxido de sódio e peróxido de hidrogênio) | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão;</li><li>- Falha mecânica;</li><li>- Falha operacional;</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>• Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba, tanque).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Acidente pessoal;</li><li>• Perda de produto;</li><li>• Alteração de qualidade do solo e águas subterrâneas;</li><li>• Alteração da qualidade das águas superficiais.</li></ul>                                         | D          | II     | M     |
| <p><b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequent<br/><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br/><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico</p> |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |        |       |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                    |       |            |                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Máquina de Secagem e Enfardamento                                                                                                                                                                                                                                             |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                    |       | Revisão: 0 |                                                                                                                                                                                                                                      |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                                | Perigo                                                        | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                               | Efeitos Possíveis                                                                                                                                                                                  | Grau  |            | Observações e/ou Recomendações                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                    | Freq. | Risco      |                                                                                                                                                                                                                                      |
| 12                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Vazamento de polpa de celulose das torres de polpa branqueada | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão;</li><li>- Falha mecânica;</li><li>- Falha operacional;</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>• Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Acidente pessoal;</li><li>• Perda de produto;</li><li>• Alteração de qualidade do solo;</li><li>• Alteração da qualidade das águas superficiais.</li></ul> | D     | II         | <ul style="list-style-type: none"><li>• A área de estocagem de polpa será circundada por mureta de contenção.</li></ul>                                                                                                              |
| 13                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Vazamento de óleo de unidades hidráulicas                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura do sistema de óleo hidráulico, devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Impacto mecânico,</li><li>- Falha mecânica.</li></ul></li></ul>                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Alteração da qualidade do solo e das águas subterrâneas;</li><li>• Alteração da qualidade das águas superficiais.</li></ul>                                | D     | II         | <ul style="list-style-type: none"><li>• As áreas das unidades hidráulicas deverão ser providas de bacias de contenção.</li></ul>                                                                                                     |
| 14                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ignição dos fardos de celulose                                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Fonte de ignição externa</li></ul>                                                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Incêndio;</li><li>• Danos materiais;</li><li>• Acidente pessoal;</li><li>• Alteração de qualidade do ar.</li></ul>                                         | C     | II         | <ul style="list-style-type: none"><li>• A área de estocagem dos fardos de celulose será provida de sistema de combate a incêndio;</li><li>• O incêndio será devidamente controlado dentro da área, não havendo propagação.</li></ul> |
| <p><b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequente<br/><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br/><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C - Crítico</p> |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                    |       |            |                                                                                                                                                                                                                                      |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                    |            |        |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|-------|
| Área: Planta da Evaporação                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                    | Revisão: 0 |        |       |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                               | Perigo                                                         | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Efeitos Possíveis                                                                                                                  | Grau       |        |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                    | Freq.      | Sever. | Risco |
| 15                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Vazamento (emissões fugitivas) de gases não condensáveis (GNC) | <ul style="list-style-type: none"><li>Falha de ajustes de processo.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"><li>Alteração da qualidade do ar.</li></ul>                                                      | D          | II     | M     |
| 16                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Vazamento de licor                                             | <ul style="list-style-type: none"><li>Ruptura ou furo na linha ou tanques devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>Ruptura ou falha de componentes (válvula, tanque, bomba).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Perda de produto;</li><li>Acidente pessoal.</li></ul>                                        | D          | II     | M     |
| 17                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Vazamento de condensado contaminado                            | <ul style="list-style-type: none"><li>Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba).</li></ul>                    | <ul style="list-style-type: none"><li>Perda de produtos;</li><li>Alteração da qualidade do ar;</li><li>Acidente pessoal.</li></ul> | D          | II     | M     |
| <p><b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequent<br/><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br/><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico</p> |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                    |            |        |       |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                |            |        |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|-------|
| Área: Planta da Evaporação                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                | Revisão: 0 |        |       |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                                | Perigo                                                                     | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                               | Efeitos Possíveis                                                                                                                              | Grau       |        |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                | Freq.      | Sever. | Risco |
| 18                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Vazamento de condensado pouco ou não contaminado                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>• Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Perda de produtos;</li><li>• Alteração da qualidade do ar;</li><li>• Acidente pessoal.</li></ul>       | D          | II     | M     |
| 19                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Vazamento de gases não condensáveis concentrados (GNCC) após o condensador | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>• Ruptura ou falha de componentes (válvula).</li></ul>                            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Formação de jato tóxico;</li><li>• Acidente pessoal;</li><li>• Alteração da qualidade do ar.</li></ul> | D          | III    | S     |
| <p><b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequente<br/><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br/><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico</p> |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                |            |        |       |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |        |                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|--------------------------------|
| Área: Planta da Evaporação                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Revisão: 0 |        |                                |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                       | Perigo                                                                      | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                           | Efeitos Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                      | Grau       |        | Observações e/ou Recomendações |
|                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Freq.      | Sever. | Risco                          |
| 20                                                                                                                                                                                                                                                                         | Explosão do tanque de estocagem de metanol                                  | <ul style="list-style-type: none"><li>Queda de raio sobre o tanque de estocagem;</li><li>Falhas operacionais em serviços de manutenção (solda);</li><li>Falha no sistema de inertização do tanque de estocagem.</li></ul>                                                                  | <ul style="list-style-type: none"><li>Explosão;</li><li>Danos materiais;</li><li>Acidente pessoal;</li><li>Alteração da qualidade do ar.</li></ul>                                                                                                                                     | D          | III    | S                              |
| 21                                                                                                                                                                                                                                                                         | Vazamento de metanol, entre a descarga da bomba e a caldeira de recuperação | <ul style="list-style-type: none"><li>Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Formação de poça com possibilidade de ignição ocasionando:<ul style="list-style-type: none"><li>- Incêndio em poça;</li><li>- Flashfire;</li><li>- Explosão.</li></ul></li><li>Acidente pessoal;</li><li>Alteração da qualidade do ar.</li></ul> | D          | III    | S                              |
| <b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Freqüente<br><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |        |                                |



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Caldeira de Recuperação      |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Item                               | Perigo                              | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Efeitos Possíveis                                                                              | Grau  |        | Revisão: 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                    |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                | Freq. | Sever. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 22                                 | Explosão da caldeira de recuperação | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura ou furo na tubulação de água; devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li></ul></li><li>• Falha operacional,</li><li>• Injeção de licor fraco (contém muita água);</li><li>• Arraste de água com os gases;</li><li>• Falha do sistema de proteção da caldeira de recuperação.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Danos materiais;</li><li>• Acidente pessoal.</li></ul> | B     | III    | Mn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                    |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                |       |        | Observações e/ou Recomendações                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                    |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                |       |        | <p>O projeto e operação da Caldeira de Recuperação são baseados nos mais rígidos critérios de segurança com o intuito de prevenir acidentes e explosões, os quais são descritos a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Alimentação alternativa de água através de bomba com acionamento por turbina;</li><li>• Sistema de alimentação de licor preto (combustível) com refratômetros redundantes de medição de umidade no combustível;</li><li>• Espalhadores de smelt redundantes por bica;</li><li>• Tanque de água de emergência localizado na caldeira para garantia do resfriamento das bicas no caso de falta de energia elétrica na fábrica;</li><li>• Tanque de dissolução provido de sistema de alívio (damper de emergência) para aliviar sobrepressões eventuais;</li><li>• Sistema de drenagem de emergência dedicado totalmente independente do sistema de controle principal (SDCD) que quando acionado promove a drenagem da caldeira para um nível menor em um intervalo máximo de 25 minutos.</li><li>• Aplicação de materiais especiais (tubos compostos de aço carbono revestido com aço inoxidável ou sanicoro) nas zonas críticas da fornalha tais como curvas, aberturas de ar, cantos;</li><li>• Aplicação de materiais especiais (sanicoro) em zonas críticas nos superaquecedores;</li><li>• Adoção de sistema de purga de cloreto e potássio para manter as concentrações no licor preto em níveis que garantam baixa corrosividade;</li></ul> |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |  | <ul style="list-style-type: none"><li>• BMS (<i>Burner Management Systems</i>) independente do SDCD configurado em PLC dedicado com redundância;</li><li>• Elevado nível de instrumentação para permitir acompanhamento de todas as variáveis do processo;</li><li>• Tripla redundância nos intertravamentos críticos de segurança tais como nível de tubulão de vapor, etc.</li></ul> <p>Além dos critérios de projeto acima, o projeto da Caldeira de Recuperação seguirá todas as recomendações do <i>Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee</i>, entidade americana formada em 1961 que estabelece procedimentos e recomendações para aumento da segurança das caldeiras de recuperação, desde a concepção e projeto até a fase de operação e manutenções.</p> <p>A expansão súbita de água (taxa de expansão da água 1:1.200, ou seja, um litro de água forma 1.200 litros de vapor) produz um aumento de pressão que vai deformar a estrutura da caldeira mas sem causar uma explosão.</p> <p>Este tipo de incidente, considerando que a fornalha opera em pressão basicamente atmosférica há um alívio ao mesmo tempo produzindo danos graves na caldeira mas sem projeção de uma explosão. Existe uma aresta da caldeira denominada "zip corner", no qual há ruptura e o consequente alívio da pressão ocorrerá por ela, devido à maior fragilidade desta parte.</p> |
| <p><b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequente<br/><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br/><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico</p> |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                                  |                                        |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                              |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Caldeira de Recuperação                                                                                                                                                                                                                                                       |                                        |                                                                                                                                                    | Revisão: 0                                                                                                                                   |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                                | Perigo                                 | Causas Possíveis                                                                                                                                   | Efeitos Possíveis                                                                                                                            | Grau  |       | Observações e/ou Recomendações                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                        |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | Freq. | Risco |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 23                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Explosão do precipitador eletrostático | <ul style="list-style-type: none"><li>Excesso de monóxido de carbono devido a falha no processo.</li></ul>                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>Danos materiais localizados;</li><li>Acidente pessoal.</li></ul>                                       | B     | D     | <ul style="list-style-type: none"><li>Os dutos com gases que seguem para o precipitador possuem detector de monóxido de carbono que em caso de presença deste, desliga automática e instantaneamente o precipitador, ou seja, o sistema é intertravado</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                               |
| 24                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Explosão do tanque dissolvedor         | <ul style="list-style-type: none"><li>Falha operacional ocasionando o entupimento da bica</li><li>Falha do sistema de proteção do tanque</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Danos materiais localizados;</li><li>Acidente pessoal;</li><li>Alteração da qualidade do ar.</li></ul> | B     | D     | <ul style="list-style-type: none"><li>O projeto, operação e requisitos de segurança do tanque dissolvedor seguem as recomendações do Comitê de Caldeiras de Recuperação de Licor Preto;</li><li>O projeto prevê câmara de TV para monitorar o fluxo do produto nas bicas;</li><li>Em caso de explosão, o local é restrito à área da caldeira de recuperação, ou seja, é confinado;</li><li>As premissas adotadas no perigo de explosão da caldeira (expansão de água) são válidas neste caso também.</li></ul> |
| <p><b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequente<br/><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br/><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico</p> |                                        |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                              |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |





ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                          |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Caustificação e Forno de Cal                                                                                                                                                                                                                                          |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Revisão: 0 |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                        | Perigo                                                       | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                        | Efeitos Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                       | Grau       |       | Observações e/ou Recomendações                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Freq.      | Risco |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 25                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vazamento de óleo combustível na alimentação do forno de cal | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>• Ruptura ou falha de componentes (válvula).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Flashfire</i>;</li><li>• Explosão;</li><li>• Alteração da qualidade do ar.</li></ul>                                                                                                                                         | D          | II    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Implantação de sistemas de sinalização nos pontos mais suscetíveis a impactos;</li><li>• O sistema de instrumentação/automação poderá ser provido de intertravamento em caso de alteração dos parâmetros de operação (pressão, temperatura, vazão).</li></ul>                                                        |
| 26                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vazamento de metanol na alimentação do forno de cal          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>• Ruptura ou falha de componentes (válvula).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Formação de poça com possibilidade de ignição ocasionando:<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Incêndio em poça;</li><li>▪ <i>Flashfire</i>;</li><li>▪ Explosão.</li></ul></li><li>• Alteração da qualidade do ar.</li></ul> | D          | III   | <ul style="list-style-type: none"><li>• A área será provida de muretas de contenção;</li><li>• Implantação de sistemas de sinalização nos pontos mais suscetíveis a impactos;</li><li>• O sistema de instrumentação/automação poderá ser provido de intertravamento em caso de alteração dos parâmetros de operação (pressão, temperatura, vazão).</li></ul> |
| 27                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vazamento de hidrogênio na alimentação do forno de cal       | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>▪ Ruptura ou falha de componentes (válvula).</li></ul>                     | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Jato de fogo</li></ul>                                                                                                                                                                                                          | D          | III   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Implantação de sistemas de sinalização nos pontos mais suscetíveis a impactos;</li><li>• O sistema de instrumentação/automação poderá ser provido de intertravamento em caso de alteração dos parâmetros de operação (pressão, temperatura, vazão).</li></ul>                                                        |
| <b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequentes<br><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                             |            |        |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|-------|
| Área: Caustificação e Forno de Cal                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                             | Revisão: 0 |        |       |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                                | Perigo                                                | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Efeitos Possíveis                                                                                                                           | Grau       |        |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                             | Freq.      | Sever. | Risco |
| 28                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Explosão do precipitador eletrostático (Forno de cal) | <ul style="list-style-type: none"><li>Excesso de monóxido de carbono devido a falha no processo.</li></ul>                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"><li>Danos materiais localizados;</li><li>Acidente pessoal.</li></ul>                                      | B          | II     | D     |
| 29                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Vazamento de licor                                    | <ul style="list-style-type: none"><li>Ruptura ou furo na linha ou tanques devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Perda de produto;</li><li>Acidente pessoal.</li></ul>                                                 | D          | II     | M     |
| 30                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Vazamento de condensado contaminado                   | <ul style="list-style-type: none"><li>Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba).</li></ul>            | <ul style="list-style-type: none"><li>Perda de produtos químicos;</li><li>Alteração da qualidade do ar;</li><li>Acidente pessoal.</li></ul> | D          | II     | M     |
| <p><b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequente<br/><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br/><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico</p> |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                             |            |        |       |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                          |       |        |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|------------|
| Área: Planta Química – Ácido Sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )                                                                                                                                                                                                    |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                          |       |        |            |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                        | Perigo                                                                                | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Efeitos Possíveis                                                                                                                                                                                                                                        | Grau  |        | Revisão: 0 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                          | Freq. | Sever. |            |
| 31                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vazamento de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> do recebimento por caminhão até o consumo | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura do mangote;</li><li>• Desconexão do mangote;</li><li>• Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba);</li><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Perda de produto;</li><li>• Acidente pessoal;</li><li>• Alteração da qualidade do solo.</li></ul>                                                                                                                | D     | II     | M          |
| 32                                                                                                                                                                                                                                                                          | Formação de produto indesejado                                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Envio de ácido sulfúrico para tanque de outro produto químico devido a falha operacional.</li></ul>                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"><li>• Para o tanque de Hidróxido de sódio: aumento de pressão no tanque com possibilidade de rompimento do tanque;</li><li>• Para o tanque de peróxido de hidrogênio: possibilidade de rompimento do tanque.</li></ul> | A     | II     | D          |
| <b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequentes<br><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                          |       |        |            |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                          |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                           |       |            |                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Planta Química – Bissulfito de Sódio (NaHSO <sub>3</sub> )                                                                                                                                                                                                            |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                           |       | Revisão: 0 |                                                                                                           |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                        | Perigo                                     | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                               | Efeitos Possíveis                                                                                                                                                         | Grau  |            | Observações e/ou Recomendações                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                           | Freq. | Risco      |                                                                                                           |
| 33                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vazamento de solução de NaHSO <sub>3</sub> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba);</li><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Desprendimento de SO<sub>2</sub> em pequena escala;</li><li>• Acidente pessoal;</li><li>• Alteração da qualidade do ar.</li></ul> | D     | II         | <ul style="list-style-type: none"><li>• As áreas de preparação e estocagem possuirão contenção.</li></ul> |
| <b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequentes<br><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                           |       |            |                                                                                                           |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                         |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                              |       |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Planta Química – Hidróxido de sódio (NaOH)                                                                                                                                                                                                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                              |       |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                       | Perigo                                                    | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Efeitos Possíveis                                                                                                                                                                                            | Grau  |         | Revisão: 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                              | Freq. | Risco   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 34                                                                                                                                                                                                                                                                         | Vazamento de NaOH do recebimento por caminhão até a bomba | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura do mangote;</li><li>• Desconexão do mangote;</li><li>• Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba);</li><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Perda de produto;</li><li>• Acidente pessoal;</li><li>• Alteração da qualidade do ar.</li></ul>                                                                      | D     | II<br>M | <ul style="list-style-type: none"><li>• O descarregamento de produto do caminhão é realizado em área com contenção, sendo eventuais efluentes encaminhados para tratamento.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 35                                                                                                                                                                                                                                                                         | Formação de produto indesejado                            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Envio de hidróxido de sódio para tanque de outro produto químico devido a falha operacional.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Para o tanque de peróxido de hidrogênio: explosão ou ruptura do tanque;</li><li>• Para o tanque de ácido sulfúrico: possibilidade de rompimento do tanque.</li></ul> | A     | II<br>D | <ul style="list-style-type: none"><li>• O descarregamento de hidróxido de sódio deverá ser realizado por pessoa devidamente treinado, com verificação do tipo de produto transportado versus a tancagem de destino;</li><li>• Deverá ser confrontada a planilha de programação diária de entrega de produtos. Nenhum produto fora desta lista diária será recebido/descarregado;</li><li>• A densidade e composição do produto será controlada antes da descarga.</li><li>• O odor será controlado na descarga de produto.</li></ul> |
| <b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequente<br><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                              |       |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                         |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Planta Química – Peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )                                                                                                                                                                                                       |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                         |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Perigo                                                                                     | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Efeitos Possíveis                                                                                                                       | Grau     |           | Revisão: 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                         | Freq.    | Sever.    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 36                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Vazamento de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> do recebimento até o consumo na Linha de Fibras | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura do mangote;</li><li>• Desconexão do mangote;</li><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>• Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Perda de produto;</li><li>• Acidente pessoal;</li><li>• Alteração da qualidade do ar.</li></ul> | <b>D</b> | <b>II</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• O descarregamento de produto do caminhão é realizado em área com contenção, sendo eventuais efluentes encaminhados para tratamento;</li><li>• O tanque de estocagem de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> será provido de bacia de contenção..</li></ul>                                                                   |
| 37                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Decomposição do H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                                              | <ul style="list-style-type: none"><li>• Aquecimento do produto (por incêndio externo);</li><li>• Retorno de produto devido a falha operacional;</li><li>• Falha de instrumentação;</li><li>• Presença de contaminante na água de diluição</li></ul>                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Possibilidade de explosão do tanque;</li><li>• Alteração da qualidade do ar.</li></ul>          | <b>C</b> | <b>II</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Será instalado sistema de bloqueio duplo e medidor de vazão que indica fluxo reverso, com indicação de alarme no SDCD;</li><li>• Medir condutividade da água a ser usada na diluição de peróxido de hidrogênio. Caso a condutividade esteja acima dos padrões, o sistema não permitirá a adição da água.</li></ul> |
| <p><b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequentes<br/><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br/><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C - Crítico</p> |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                         |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                   |            |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Planta Química –Peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )                                                                                                                                                                                               |                                                                  |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                   | Revisão: 0 |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                        | Perigo                                                           | Causas Possíveis                                                                                                                                     | Efeitos Possíveis                                                                                                                                                                                                                 | Grau       |        | Observações e/ou Recomendações                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                  |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                   | Freq.      | Sever. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 38                                                                                                                                                                                                                                                                          | Explosão do tanque de estocagem de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | <ul style="list-style-type: none"><li>Contaminação do produto;</li><li>Aquecimento do produto (incêndio externo).</li></ul>                          | <ul style="list-style-type: none"><li>Danos materiais;</li><li>Alteração da qualidade do ar.</li></ul>                                                                                                                            | B          | II     | <ul style="list-style-type: none"><li>O sistema de instrumentação / automação poderá ser provido de intertravamento em caso de alteração dos parâmetros de operação (pressão, temperatura, vazão);</li><li>Os tanques de estocagem deverão possuir sistema de alívio de pressão, com indicação de alarme em caso de pressão alta (PIAH).</li></ul>                                                                                                                                                                              |
| 39                                                                                                                                                                                                                                                                          | Formação de produto indesejado                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>Envio de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> para tanque de outro produto químico devido a falha operacional.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Para o tanque de hidróxido de sódio: aumento de pressão no tanque com possibilidade de explosão;</li><li>Para o tanque de ácido sulfúrico: possibilidade de rompimento do tanque.</li></ul> | A          | II     | <ul style="list-style-type: none"><li>O descarregamento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> será realizado por pessoal devidamente treinado, com verificação do tipo de produto transportado versus a tancagem de destino;</li><li>Deverá ser confrontada a planilha de programação diária de entrega de produtos. Nenhum produto fora desta lista diária será recebido/descarregado;</li><li>A densidade e composição do produto será controlada antes da descarga;</li><li>O odor será controlado na descarga de produto.</li></ul> |
| <b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequentes<br><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C - Crítico |                                                                  |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                   |            |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Planta Química – Metanol (CH <sub>3</sub> OH)                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                                | Perigo                                                                        | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                               | Efeitos Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                            | Grau  |        | Revisão: a                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Freq. | Sever. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 40                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Vazamento de metanol do tanque de estocagem até o Gerador de Dióxido de Cloro | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba);</li><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Formação de poça com possibilidade de ignição ocasionando:<ul style="list-style-type: none"><li>- Incêndio em poça;</li><li>- Flashfire;</li><li>- Explosão.</li></ul></li><li>• Acidente pessoal;</li><li>• Alteração da qualidade do ar.</li></ul> | D     | III    | <ul style="list-style-type: none"><li>• O descarregamento de produto do caminhão é realizado em área com contenção, sendo eventuais efluentes encaminhados para tratamento;</li><li>• O tanque de estocagem de metanol será provido de bacia de contenção.</li></ul>                                                                                                                                                                                          |
| 41                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ignição da fase vapor de metanol no tanque de estocagem                       | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Queda de raio sobre o tanque de estocagem;</li><li>▪ Falhas operacionais em serviços de manutenção (solda);</li><li>▪ Falha no sistema de inertização do tanque de estocagem.</li></ul>                                                                | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Explosão;</li><li>▪ Danos materiais;</li><li>▪ Alteração da qualidade do ar.</li></ul>                                                                                                                                                               | D     | III    | <ul style="list-style-type: none"><li>• O tanque será provido de SPDA (Sistema de Proteção de Descargas Atmosféricas);</li><li>• A realização dos serviços de solda deverá ser executado por profissionais altamente qualificados;</li><li>• A inertização do tanque deverá ser monitorada ininterruptamente até o término da manutenção. Essa inertização consiste na drenagem do produto, lavagem do tanque com água e secagem com ar comprimido.</li></ul> |
| <p><b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequente<br/><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br/><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico</p> |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |





ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |           |                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Planta Química – Clorato de sódio (NaClO <sub>3</sub> )                                                                                                                                                                                                                             |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Revisão: 0 |           |                                                                                                                                                                               |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Perigo                                                    | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Efeitos Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Grau       |           | Observações e/ou Recomendações                                                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Freq.      | Risco     |                                                                                                                                                                               |
| 42                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Incêndio no Box de estocagem de NaClO <sub>3</sub> sólido | <ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminação do produto;</li> <li>Aquecimento do produto (incêndio externo);</li> </ul>                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Danos materiais;</li> <li>Alteração da qualidade do solo.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                     | <b>B</b>   | <b>D</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>A área deverá ser provida de sistema de combate a incêndio;</li> <li>O incêndio será devidamente controlado dentro da área.</li> </ul> |
| 43                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Vazamento de NaClO <sub>3</sub> solução                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ruptura ou falha de componentes (válvula, compressor).</li> <li>Ruptura ou furo na linha devido a:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrosão,</li> <li>- Falha mecânica,</li> <li>- Falha operacional,</li> <li>- Impacto mecânico.</li> </ul> </li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perda de produto;</li> <li>Acidente pessoal;</li> <li>Alteração da qualidade do solo.</li> </ul>                                                                                                                                                                         | <b>D</b>   | <b>Mn</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>A área deverá ser provida de sistema de contenção de vazamentos.</li> </ul>                                                            |
| 44                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Vazamento de hidrogênio na descarga do compressor         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ruptura ou falha de componentes (válvula, compressor).</li> <li>Ruptura ou furo na linha, devido a:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrosão,</li> <li>- Falha mecânica,</li> <li>- Falha operacional,</li> <li>- Impacto mecânico.</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Formação de jato de produto com possibilidade de ignição ocasionando:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Jato de fogo;</li> <li>Flashfire;</li> <li>Explosão.</li> </ul> </li> <li>Acidente pessoal;</li> <li>Alteração da qualidade do ar.</li> </ul> | <b>D</b>   | <b>S</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Seguir os procedimentos operacionais e de manutenção.</li> </ul>                                                                       |
| <p><b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequente</p> <p><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica</p> <p><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C - Crítico</p> |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |           |                                                                                                                                                                               |



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                          |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                      |          |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Planta Química – Produção de dióxido de cloro (ClO <sub>2</sub> )                                                                                                                                                                                                     |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                      |          |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                        | Perigo                                         | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Efeitos Possíveis                                                                                                    | Grau     |          | Revisão: 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                      | Freq.    | Risco    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 45                                                                                                                                                                                                                                                                          | Abertura da tampa de alívio do reator          | <ul style="list-style-type: none"><li>Sobrepresão no reator devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Forte ou violenta decomposição no reator devido a perda de vácuo;</li><li>- Super dosagem de metanol com vácuo no reator;</li><li>- Presença de contaminantes na matéria-prima ou na água.</li></ul></li></ul>                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>Pequena emissão de cloro;</li><li>Alteração da qualidade do ar.</li></ul>      | <b>D</b> | <b>M</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>O reator foi projetado para suportar decomposição violenta;</li><li>Intertravamento de segurança: parada total e acionamento dos chuveiros de emergência;</li><li>Abertura da tampa de alívio sobre o reator alocada para sobre o telhado, restringindo a área.</li><li>Luz de advertência para perda de vácuo.</li></ul> |
| 46                                                                                                                                                                                                                                                                          | Abertura da tampa de alívio do tanque de dreno | <ul style="list-style-type: none"><li>Sobrepresão no tanque de dreno devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Alimentação contínua de químicos na ausência de ar de arraste;</li><li>- Forte ou violenta decomposição no reator devido a perda de vácuo;</li><li>- Super dosagem de peróxido de hidrogênio/ metanol com vácuo no reator;</li></ul></li><li>- Presença de contaminantes na matéria-prima ou na água.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Liberação de dióxido de cloro;</li><li>Alteração da qualidade do ar.</li></ul> | <b>D</b> | <b>M</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>O dump tank foi projetado para suportar uma decomposição violenta - equipado com tampa de alívio;</li><li>O manual contém instruções para dreno do reator;</li><li>Está previsto ar de arraste para o scrubber.</li></ul>                                                                                                 |
| <b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequentes<br><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                      |          |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |          |           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| Área: Planta Química – Produção de dióxido de cloro (ClO <sub>2</sub> )                                                                                                                                                                                                     |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |          |           |           |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                        | Perigo                                                                      | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Efeitos Possíveis                                                                                                                                          | Grau     |           |           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            | Freq.    | Sever.    | Risco     |
| 47                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vazamento de solução de reação do reator ou do tanque de dreno              | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>• Falha na bomba</li><li>• Falha na drenagem</li></ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Alteração da qualidade do solo;</li><li>• Alteração da qualidade do ar;</li><li>• Acidente pessoal.</li></ul>      | <b>D</b> | <b>II</b> | <b>M</b>  |
| 48                                                                                                                                                                                                                                                                          | Abertura da tampa de alívio sobre o tanque de estocagem de ClO <sub>2</sub> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Decomposição de ClO<sub>2</sub> no tanque de estocagem devido a muito alta concentração de ClO<sub>2</sub>, sem ar de arraste (ventilação no topo do tanque) e muito alta temperatura ou aquecimento externo;</li><li>• Pressão muito baixa (vácuo).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• O gás se desprende da solução e se decompõe em cloro e oxigênio;</li><li>• Alteração da qualidade do ar.</li></ul> | <b>C</b> | <b>II</b> | <b>Mn</b> |
| <b>Revisão: 0</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |          |           |           |
| <b>Observações e/ou Recomendações</b>                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |          |           |           |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• A maioria das tubulações de dióxido de cloro serão em titânio;</li><li>• Está prevista proteção mecânica para pequenas tubulações;</li><li>• Está previsto intertravamento de segurança com parada geral ( no reator)</li></ul>     |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |          |           |           |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Será instalado quebra-vácuo separado para cada tanque.</li></ul>                                                                                                                                                                    |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |          |           |           |
| <b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequentes<br><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C - Crítico |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |          |           |           |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                      |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                            |       |          |                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Planta Química – Produção de dióxido de cloro (ClO <sub>2</sub> ) |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                            |       |          |                                                                                                                                                                                              |
| Item                                                                    | Perigo                                                                                        | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                               | Efeitos Possíveis                                                                                                                                          | Grau  |          | Revisão: a                                                                                                                                                                                   |
|                                                                         |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                            | Freq. | Risco    |                                                                                                                                                                                              |
| 49                                                                      | Vazamento de solução de ClO <sub>2</sub> do tanque de estocagem até a Planta de Branqueamento | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>• Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• O gás se desprende da solução e se decompõe em cloro e oxigênio,</li><li>• Alteração da qualidade do ar.</li></ul> | D     | III<br>S | <ul style="list-style-type: none"><li>• O tanque de armazenamento de ClO<sub>2</sub> possuirá dique de contenção;</li><li>• Será instalado quebra-vácuo separado para cada tanque.</li></ul> |
| 50                                                                      | Ruptura do tanque de estocagem de ClO <sub>2</sub>                                            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sobreenchimento, sobrepressão e falha no funcionamento dos transmissores de níveis e de pressão.</li></ul>                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação de solução de ClO<sub>2</sub>;</li><li>• Alteração da qualidade do ar.</li></ul>                         | D     | III<br>S | <ul style="list-style-type: none"><li>• O tanque de estocagem de ClO<sub>2</sub> será provido de bacia de contenção para vazamentos.</li></ul>                                               |

**Frequência:** A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequent

**Severidade:** I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica

**Risco:** D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                    |            |          |                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Planta Química – Produção de oxigênio (O <sub>2</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                    | Revisão: 0 |          |                                                                                                                                                   |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Perigo                      | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Efeitos Possíveis                                                  | Grau       |          |                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                    | Freq.      | Sever    | Risco                                                                                                                                             |
| 51                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Vazamento de O <sub>2</sub> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li><li>▪ Ruptura ou falha de componentes (válvula, bomba, compressor, vaporizador).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Acidente pessoal</li></ul> | <b>D</b>   | <b>I</b> | <b>Mn</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• O sistema de controle da Planta acusará perda de pressão através de alarme no painel.</li></ul> |
| <p><b>Frequência:</b> <b>A</b> – Muito improvável, <b>B</b> – Improvável, <b>C</b> – Remota, <b>D</b> – Provável, <b>E</b> – Frequente<br/><b>Severidade:</b> <b>I</b> – Desprezível, <b>II</b> – Marginal, <b>III</b> – Crítica, <b>IV</b> – Catastrófica<br/><b>Risco:</b> <b>D</b> – Desprezível, <b>Mn</b> – Menor, <b>M</b> – Moderado, <b>S</b> – Sério, <b>C</b> – Crítico</p> |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                    |            |          |                                                                                                                                                   |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  |                                                                                                                                                                             |                                           |       |        |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|--------|------------|
| Área: Caldeira de Biomassa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                                                                                                                                                             |                                           |       |        |            |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Perigo                           | Causas Possíveis                                                                                                                                                            | Efeitos Possíveis                         | Grau  |        | Revisão: 0 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                                                                                                                                             |                                           | Freq. | Sever. |            |
| 52                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ignição no silo de biomassa      | ▪ Fonte de ignição externa                                                                                                                                                  | ▪ Incêndio<br>▪ Acidente pessoal          | B     | II     | D          |
| 53                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Explosão da caldeira de biomassa | • Ruptura ou furo na tubulação de água; devido a:<br>- Corrosão,<br>- Falha mecânica,<br>- Falha operacional,<br>• Falha do sistema de proteção da caldeira de recuperação. | • Danos materiais;<br>• Acidente pessoal. | B     | III    | Mn         |
| <b>Observações e/ou Recomendações</b><br><ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar os procedimentos operacionais;</li><li>• Elaborar programa de inspeção e manutenção das instalações;</li><li>• Elaborar Plano de Emergência em função do EAR.</li></ul> <p>A caldeira de Biomassa adotará os mais rígidos critérios de segurança com o intuito de prevenir acidentes e explosões:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Alimentação alternativa de água através de bomba com acionamento reserva instalada;</li><li>• Sistema de controle de alimentação de biomassa altamente automatizado e instrumentado com balança online da massa de combustível para combustão estável e segura;</li><li>• Adoção de alimentação de biomassa através de válvulas rotativas para prevenir retorno de chama para os silos de estocagem;</li><li>• Fornalha revestida com refratário para prevenir erosão dos tubos de água nas zonas de turbulência;</li><li>• Aplicação de materiais especiais em zonas críticas nos superaquecedores secundário (zonas mais quentes) e terciário (completo);</li><li>• BMS (Burner Management Systems) independente do SDCD configurado em PLC dedicado com redundância;</li><li>• Elevado nível de instrumentação para permitir acompanhamento de todas as variáveis do processo;</li><li>• Tripla redundância nos intertravamentos críticos de segurança tais como nível de tubulão de vapor, etc.</li></ul> |                                  |                                                                                                                                                                             |                                           |       |        |            |
| <b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequentes<br><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |                                                                                                                                                                             |                                           |       |        |            |



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                 |                                                                                                            |                                                                                                      |            |        |                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|--------------------------------|
| Área: Caldeira de Biomassa                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                 |                                                                                                            |                                                                                                      | Revisão: 0 |        |                                |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                               | Perigo                                          | Causas Possíveis                                                                                           | Efeitos Possíveis                                                                                    | Grau       |        | Observações e/ou Recomendações |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |                                                                                                            |                                                                                                      | Freq.      | Sever. | Risco                          |
| 54                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Explosão do precipitador (caldeira de biomassa) | <ul style="list-style-type: none"><li>Excesso de monóxido de carbono devido a falha no processo.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Danos materiais localizados</li><li>Acidente pessoal</li></ul> | B          | II     | D                              |
| <p><b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequent<br/><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br/><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico</p> |                                                 |                                                                                                            |                                                                                                      |            |        |                                |

- Os dutos com gases que seguem para o precipitador possuem detector de monóxido de carbono que em caso de presença deste, desliga automática e instantaneamente o precipitador, ou seja, o sistema é intertravado.



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                              |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                            |            |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Utilidades – Tratamento de Água, Tratamento de Água de Caldeira e Tratamento de Efluentes |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                            | Revisão: 0 |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Item                                                                                            | Perigo                                                                                                                      | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                        | Efeitos Possíveis                                                                                                                          | Grau       |        | Observações e/ou Recomendações                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                 |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                            | Freq.      | Sever. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 55                                                                                              | Vazamento de produtos químicos nas Estações de Tratamento de Água, Tratamento de Água de Caldeira e Tratamento de Efluentes | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura ou falha de componentes (válvula).</li><li>• Ruptura ou furo na linha devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Acidente pessoal;</li><li>• Perda de produto;</li><li>• Alteração de qualidade do solo.</li></ul>  | D          | II     | <ul style="list-style-type: none"><li>• As áreas de descarregamento e estocagem de químicos possuirão sistemas de contenção</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                |
| 56                                                                                              | Ruptura / vazamento/ infiltração de lagoas, tanques no Tratamento de Efluentes                                              | <ul style="list-style-type: none"><li>• Falha operacional;</li><li>• Impacto mecânico;</li><li>• Rompimento ou perfuração da manta impermeabilizante.</li></ul>                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Alteração da qualidade do solo e das águas subterrâneas.</li></ul>                                 | B          | II     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Aonde aplicável, os tanques serão construídos em concreto. Se forem do tipo escavadas, terão proteção com argila compactada e membrana de PEAD;</li><li>• Os tanques / lagoas escavados possuirão sistema de detecção de vazamentos;</li><li>• A área será provida de poços de monitoramento de águas subterrâneas</li></ul> |
| 57                                                                                              | Problemas de transiente hidráulico no emissário de efluentes tratados                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Falha operacional;</li><li>• Impacto mecânico.</li></ul>                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Alteração da qualidade do solo;</li><li>• Alteração da qualidade das águas superficiais.</li></ul> | C          | II     | <ul style="list-style-type: none"><li>• O sistema de instrumentação/automação poderá ser provido de intertravamento em caso de alteração dos parâmetros de operação (pressão, vazão).</li></ul>                                                                                                                                                                      |





ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



**Frequência:** A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequente  
**Severidade:** I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica  
**Risco:** D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico

| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Utilidades – Gás Liquefeito de Petróleo – GLP                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                       | Perigo                                                                                | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                         | Efeitos Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Grau  |        | Revisão: 0                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Freq. | Sever. |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 58                                                                                                                                                                                                                                                                         | Vazamento de GLP na linha de alimentação da caldeira de recuperação durante a partida | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ruptura ou falha de componentes (válvula).</li><li>▪ Ruptura ou furo na linha, devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Formação de jato de produto com possibilidade de ignição ocasionando:<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Jato de fogo;</li><li>▪ Flashfire;</li><li>▪ Explosão.</li></ul></li><li>▪ Acidente pessoal;</li><li>▪ Alteração da qualidade do ar.</li></ul> | C     | II     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Seguir programa de inspeção e manutenção das instalações;</li><li>• As linhas de GLP são de pequenas dimensões (1/2 “);</li><li>• O GLP será utilizado como chama-piloto na caldeira de recuperação.</li></ul> |
| 59                                                                                                                                                                                                                                                                         | Vazamento de GLP na linha de alimentação da caldeira de biomassa durante a partida    | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ruptura ou falha de componentes (válvula).</li><li>▪ Ruptura ou furo na linha, devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Formação de jato de produto com possibilidade de ignição ocasionando:<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Jato de fogo;</li><li>▪ Flashfire;</li><li>▪ Explosão.</li></ul></li><li>▪ Acidente pessoal;</li><li>▪ Alteração da qualidade do ar.</li></ul> | C     | II     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Seguir programa de inspeção e manutenção das instalações;</li><li>• As linhas de GLP são de pequenas dimensões (1/2 “);</li><li>• O GLP será utilizado somente nas partidas da caldeira de biomassa.</li></ul> |
| <b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequente<br><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                        |



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |          |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Utilidades – Gás Liquefeito de Petróleo – GLP                                                                                                                                                                                                                        |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |          |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                       | Perigo                                                                       | Causas Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                         | Efeitos Possíveis                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Grau  |          | Revisão: 0                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Freq. | Risco    |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 60                                                                                                                                                                                                                                                                         | Vazamento de GLP na linha de alimentação dos fornos de cal durante a partida | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ruptura ou falha de componentes (válvula).</li><li>▪ Ruptura ou furo na linha, devido a:<ul style="list-style-type: none"><li>- Corrosão,</li><li>- Falha mecânica,</li><li>- Falha operacional,</li><li>- Impacto mecânico.</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Formação de jato de produto com possibilidade de ignição ocasionando:<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Jato de fogo;</li><li>▪ Flashfire;</li><li>▪ Explosão.</li></ul></li><li>▪ Acidente pessoal;</li><li>▪ Alteração da qualidade do ar.</li></ul> | C     | II<br>Mn | <ul style="list-style-type: none"><li>• Seguir programa de inspeção e manutenção das instalações;</li><li>• As linhas de GLP são de pequenas dimensões (1/2 ");</li><li>• O GLP será utilizado somente nas partidas dos fornos de cal.</li></ul> |
| 61                                                                                                                                                                                                                                                                         | Explosão do tanque de estocagem de GLP                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sobrepressão ou superaquecimento</li></ul>                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Bola de fogo;</li><li>▪ Danos materiais;</li><li>▪ Alteração da qualidade do ar.</li></ul>                                                                                                                                                                  | C     | II<br>Mn | <ul style="list-style-type: none"><li>• Seguir programa de inspeção e manutenção das instalações;</li><li>• O tanque será instalado em área de forma a minimizar ou evitar o confinamento do gás</li></ul>                                       |
| <b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequente<br><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |          |                                                                                                                                                                                                                                                  |



ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS



| APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                  |                                                                                                             |                                                                                                                                                               |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área: Geral                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                                             |                                                                                                                                                               |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Item                                                                                                                                                                                                                                                                        | Perigo                                                                           | Causas Possíveis                                                                                            | Efeitos Possíveis                                                                                                                                             | Grau  |       | Revisão: 0                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                  |                                                                                                             |                                                                                                                                                               | Freq. | Risco |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 62                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vazamento de produtos químicos durante o transporte dentro da Unidade Industrial | <ul style="list-style-type: none"><li>Colisão do caminhão ocasionando rompimento da tancagem</li></ul>      | <ul style="list-style-type: none"><li>Danos materiais;</li><li>Alteração da qualidade das águas superficiais;</li><li>Alteração da qualidade do ar.</li></ul> | D     | M     | <ul style="list-style-type: none"><li>Formação, treinamento e reciclagem da brigada de combate;</li><li>Direcionamento das drenagens das ruas com maior potencial de risco para a ETE;</li><li>Implantação de sinalização (limite de velocidade, etc.).</li></ul> |
| 63                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vazamento de óleo diesel ou gasolina do posto de abastecimento combustível       | <ul style="list-style-type: none"><li>Ruptura dos tanques de estocagem, devido a impacto mecânico</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Danos materiais;</li><li>Alteração da qualidade do solo;</li><li>Alteração da qualidade do ar</li></ul>                 | B     | D     | <ul style="list-style-type: none"><li>Os tanques de armazenamento serão providos de bacias de contenção</li></ul>                                                                                                                                                 |
| <b>Frequência:</b> A – Muito improvável, B – Improvável, C – Remota, D – Provável, E – Frequentes<br><b>Severidade:</b> I – Desprezível, II – Marginal, III – Crítica, IV – Catastrófica<br><b>Risco:</b> D – Desprezível, Mn – Menor, M – Moderado, S – Sério, C – Crítico |                                                                                  |                                                                                                             |                                                                                                                                                               |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                   |



## ANEXO VI

### LOCALIZAÇÃO DOS RISCOS IDENTIFICADOS EM PLANTA

FABRIL DE NEVÓGENS

CONHECIMENTO DO PROJETO  
12. ANÁLISE DE RISCOS  
13. ANÁLISE DE RISCOS  
14. ANÁLISE DE RISCOS  
15. ANÁLISE DE RISCOS

| ITEM | DESCRIÇÃO | CLASSIFICAÇÃO | IMPACTO   | PROBABILIDADE | SEVERIDADE | NOTAS     |
|------|-----------|---------------|-----------|---------------|------------|-----------|
| 1    | 1.1       | 1.1.1         | 1.1.1.1   | 1.1.1.2       | 1.1.1.3    | 1.1.1.4   |
| 2    | 2.1       | 2.1.1         | 2.1.1.1   | 2.1.1.2       | 2.1.1.3    | 2.1.1.4   |
| 3    | 3.1       | 3.1.1         | 3.1.1.1   | 3.1.1.2       | 3.1.1.3    | 3.1.1.4   |
| 4    | 4.1       | 4.1.1         | 4.1.1.1   | 4.1.1.2       | 4.1.1.3    | 4.1.1.4   |
| 5    | 5.1       | 5.1.1         | 5.1.1.1   | 5.1.1.2       | 5.1.1.3    | 5.1.1.4   |
| 6    | 6.1       | 6.1.1         | 6.1.1.1   | 6.1.1.2       | 6.1.1.3    | 6.1.1.4   |
| 7    | 7.1       | 7.1.1         | 7.1.1.1   | 7.1.1.2       | 7.1.1.3    | 7.1.1.4   |
| 8    | 8.1       | 8.1.1         | 8.1.1.1   | 8.1.1.2       | 8.1.1.3    | 8.1.1.4   |
| 9    | 9.1       | 9.1.1         | 9.1.1.1   | 9.1.1.2       | 9.1.1.3    | 9.1.1.4   |
| 10   | 10.1      | 10.1.1        | 10.1.1.1  | 10.1.1.2      | 10.1.1.3   | 10.1.1.4  |
| 11   | 11.1      | 11.1.1        | 11.1.1.1  | 11.1.1.2      | 11.1.1.3   | 11.1.1.4  |
| 12   | 12.1      | 12.1.1        | 12.1.1.1  | 12.1.1.2      | 12.1.1.3   | 12.1.1.4  |
| 13   | 13.1      | 13.1.1        | 13.1.1.1  | 13.1.1.2      | 13.1.1.3   | 13.1.1.4  |
| 14   | 14.1      | 14.1.1        | 14.1.1.1  | 14.1.1.2      | 14.1.1.3   | 14.1.1.4  |
| 15   | 15.1      | 15.1.1        | 15.1.1.1  | 15.1.1.2      | 15.1.1.3   | 15.1.1.4  |
| 16   | 16.1      | 16.1.1        | 16.1.1.1  | 16.1.1.2      | 16.1.1.3   | 16.1.1.4  |
| 17   | 17.1      | 17.1.1        | 17.1.1.1  | 17.1.1.2      | 17.1.1.3   | 17.1.1.4  |
| 18   | 18.1      | 18.1.1        | 18.1.1.1  | 18.1.1.2      | 18.1.1.3   | 18.1.1.4  |
| 19   | 19.1      | 19.1.1        | 19.1.1.1  | 19.1.1.2      | 19.1.1.3   | 19.1.1.4  |
| 20   | 20.1      | 20.1.1        | 20.1.1.1  | 20.1.1.2      | 20.1.1.3   | 20.1.1.4  |
| 21   | 21.1      | 21.1.1        | 21.1.1.1  | 21.1.1.2      | 21.1.1.3   | 21.1.1.4  |
| 22   | 22.1      | 22.1.1        | 22.1.1.1  | 22.1.1.2      | 22.1.1.3   | 22.1.1.4  |
| 23   | 23.1      | 23.1.1        | 23.1.1.1  | 23.1.1.2      | 23.1.1.3   | 23.1.1.4  |
| 24   | 24.1      | 24.1.1        | 24.1.1.1  | 24.1.1.2      | 24.1.1.3   | 24.1.1.4  |
| 25   | 25.1      | 25.1.1        | 25.1.1.1  | 25.1.1.2      | 25.1.1.3   | 25.1.1.4  |
| 26   | 26.1      | 26.1.1        | 26.1.1.1  | 26.1.1.2      | 26.1.1.3   | 26.1.1.4  |
| 27   | 27.1      | 27.1.1        | 27.1.1.1  | 27.1.1.2      | 27.1.1.3   | 27.1.1.4  |
| 28   | 28.1      | 28.1.1        | 28.1.1.1  | 28.1.1.2      | 28.1.1.3   | 28.1.1.4  |
| 29   | 29.1      | 29.1.1        | 29.1.1.1  | 29.1.1.2      | 29.1.1.3   | 29.1.1.4  |
| 30   | 30.1      | 30.1.1        | 30.1.1.1  | 30.1.1.2      | 30.1.1.3   | 30.1.1.4  |
| 31   | 31.1      | 31.1.1        | 31.1.1.1  | 31.1.1.2      | 31.1.1.3   | 31.1.1.4  |
| 32   | 32.1      | 32.1.1        | 32.1.1.1  | 32.1.1.2      | 32.1.1.3   | 32.1.1.4  |
| 33   | 33.1      | 33.1.1        | 33.1.1.1  | 33.1.1.2      | 33.1.1.3   | 33.1.1.4  |
| 34   | 34.1      | 34.1.1        | 34.1.1.1  | 34.1.1.2      | 34.1.1.3   | 34.1.1.4  |
| 35   | 35.1      | 35.1.1        | 35.1.1.1  | 35.1.1.2      | 35.1.1.3   | 35.1.1.4  |
| 36   | 36.1      | 36.1.1        | 36.1.1.1  | 36.1.1.2      | 36.1.1.3   | 36.1.1.4  |
| 37   | 37.1      | 37.1.1        | 37.1.1.1  | 37.1.1.2      | 37.1.1.3   | 37.1.1.4  |
| 38   | 38.1      | 38.1.1        | 38.1.1.1  | 38.1.1.2      | 38.1.1.3   | 38.1.1.4  |
| 39   | 39.1      | 39.1.1        | 39.1.1.1  | 39.1.1.2      | 39.1.1.3   | 39.1.1.4  |
| 40   | 40.1      | 40.1.1        | 40.1.1.1  | 40.1.1.2      | 40.1.1.3   | 40.1.1.4  |
| 41   | 41.1      | 41.1.1        | 41.1.1.1  | 41.1.1.2      | 41.1.1.3   | 41.1.1.4  |
| 42   | 42.1      | 42.1.1        | 42.1.1.1  | 42.1.1.2      | 42.1.1.3   | 42.1.1.4  |
| 43   | 43.1      | 43.1.1        | 43.1.1.1  | 43.1.1.2      | 43.1.1.3   | 43.1.1.4  |
| 44   | 44.1      | 44.1.1        | 44.1.1.1  | 44.1.1.2      | 44.1.1.3   | 44.1.1.4  |
| 45   | 45.1      | 45.1.1        | 45.1.1.1  | 45.1.1.2      | 45.1.1.3   | 45.1.1.4  |
| 46   | 46.1      | 46.1.1        | 46.1.1.1  | 46.1.1.2      | 46.1.1.3   | 46.1.1.4  |
| 47   | 47.1      | 47.1.1        | 47.1.1.1  | 47.1.1.2      | 47.1.1.3   | 47.1.1.4  |
| 48   | 48.1      | 48.1.1        | 48.1.1.1  | 48.1.1.2      | 48.1.1.3   | 48.1.1.4  |
| 49   | 49.1      | 49.1.1        | 49.1.1.1  | 49.1.1.2      | 49.1.1.3   | 49.1.1.4  |
| 50   | 50.1      | 50.1.1        | 50.1.1.1  | 50.1.1.2      | 50.1.1.3   | 50.1.1.4  |
| 51   | 51.1      | 51.1.1        | 51.1.1.1  | 51.1.1.2      | 51.1.1.3   | 51.1.1.4  |
| 52   | 52.1      | 52.1.1        | 52.1.1.1  | 52.1.1.2      | 52.1.1.3   | 52.1.1.4  |
| 53   | 53.1      | 53.1.1        | 53.1.1.1  | 53.1.1.2      | 53.1.1.3   | 53.1.1.4  |
| 54   | 54.1      | 54.1.1        | 54.1.1.1  | 54.1.1.2      | 54.1.1.3   | 54.1.1.4  |
| 55   | 55.1      | 55.1.1        | 55.1.1.1  | 55.1.1.2      | 55.1.1.3   | 55.1.1.4  |
| 56   | 56.1      | 56.1.1        | 56.1.1.1  | 56.1.1.2      | 56.1.1.3   | 56.1.1.4  |
| 57   | 57.1      | 57.1.1        | 57.1.1.1  | 57.1.1.2      | 57.1.1.3   | 57.1.1.4  |
| 58   | 58.1      | 58.1.1        | 58.1.1.1  | 58.1.1.2      | 58.1.1.3   | 58.1.1.4  |
| 59   | 59.1      | 59.1.1        | 59.1.1.1  | 59.1.1.2      | 59.1.1.3   | 59.1.1.4  |
| 60   | 60.1      | 60.1.1        | 60.1.1.1  | 60.1.1.2      | 60.1.1.3   | 60.1.1.4  |
| 61   | 61.1      | 61.1.1        | 61.1.1.1  | 61.1.1.2      | 61.1.1.3   | 61.1.1.4  |
| 62   | 62.1      | 62.1.1        | 62.1.1.1  | 62.1.1.2      | 62.1.1.3   | 62.1.1.4  |
| 63   | 63.1      | 63.1.1        | 63.1.1.1  | 63.1.1.2      | 63.1.1.3   | 63.1.1.4  |
| 64   | 64.1      | 64.1.1        | 64.1.1.1  | 64.1.1.2      | 64.1.1.3   | 64.1.1.4  |
| 65   | 65.1      | 65.1.1        | 65.1.1.1  | 65.1.1.2      | 65.1.1.3   | 65.1.1.4  |
| 66   | 66.1      | 66.1.1        | 66.1.1.1  | 66.1.1.2      | 66.1.1.3   | 66.1.1.4  |
| 67   | 67.1      | 67.1.1        | 67.1.1.1  | 67.1.1.2      | 67.1.1.3   | 67.1.1.4  |
| 68   | 68.1      | 68.1.1        | 68.1.1.1  | 68.1.1.2      | 68.1.1.3   | 68.1.1.4  |
| 69   | 69.1      | 69.1.1        | 69.1.1.1  | 69.1.1.2      | 69.1.1.3   | 69.1.1.4  |
| 70   | 70.1      | 70.1.1        | 70.1.1.1  | 70.1.1.2      | 70.1.1.3   | 70.1.1.4  |
| 71   | 71.1      | 71.1.1        | 71.1.1.1  | 71.1.1.2      | 71.1.1.3   | 71.1.1.4  |
| 72   | 72.1      | 72.1.1        | 72.1.1.1  | 72.1.1.2      | 72.1.1.3   | 72.1.1.4  |
| 73   | 73.1      | 73.1.1        | 73.1.1.1  | 73.1.1.2      | 73.1.1.3   | 73.1.1.4  |
| 74   | 74.1      | 74.1.1        | 74.1.1.1  | 74.1.1.2      | 74.1.1.3   | 74.1.1.4  |
| 75   | 75.1      | 75.1.1        | 75.1.1.1  | 75.1.1.2      | 75.1.1.3   | 75.1.1.4  |
| 76   | 76.1      | 76.1.1        | 76.1.1.1  | 76.1.1.2      | 76.1.1.3   | 76.1.1.4  |
| 77   | 77.1      | 77.1.1        | 77.1.1.1  | 77.1.1.2      | 77.1.1.3   | 77.1.1.4  |
| 78   | 78.1      | 78.1.1        | 78.1.1.1  | 78.1.1.2      | 78.1.1.3   | 78.1.1.4  |
| 79   | 79.1      | 79.1.1        | 79.1.1.1  | 79.1.1.2      | 79.1.1.3   | 79.1.1.4  |
| 80   | 80.1      | 80.1.1        | 80.1.1.1  | 80.1.1.2      | 80.1.1.3   | 80.1.1.4  |
| 81   | 81.1      | 81.1.1        | 81.1.1.1  | 81.1.1.2      | 81.1.1.3   | 81.1.1.4  |
| 82   | 82.1      | 82.1.1        | 82.1.1.1  | 82.1.1.2      | 82.1.1.3   | 82.1.1.4  |
| 83   | 83.1      | 83.1.1        | 83.1.1.1  | 83.1.1.2      | 83.1.1.3   | 83.1.1.4  |
| 84   | 84.1      | 84.1.1        | 84.1.1.1  | 84.1.1.2      | 84.1.1.3   | 84.1.1.4  |
| 85   | 85.1      | 85.1.1        | 85.1.1.1  | 85.1.1.2      | 85.1.1.3   | 85.1.1.4  |
| 86   | 86.1      | 86.1.1        | 86.1.1.1  | 86.1.1.2      | 86.1.1.3   | 86.1.1.4  |
| 87   | 87.1      | 87.1.1        | 87.1.1.1  | 87.1.1.2      | 87.1.1.3   | 87.1.1.4  |
| 88   | 88.1      | 88.1.1        | 88.1.1.1  | 88.1.1.2      | 88.1.1.3   | 88.1.1.4  |
| 89   | 89.1      | 89.1.1        | 89.1.1.1  | 89.1.1.2      | 89.1.1.3   | 89.1.1.4  |
| 90   | 90.1      | 90.1.1        | 90.1.1.1  | 90.1.1.2      | 90.1.1.3   | 90.1.1.4  |
| 91   | 91.1      | 91.1.1        | 91.1.1.1  | 91.1.1.2      | 91.1.1.3   | 91.1.1.4  |
| 92   | 92.1      | 92.1.1        | 92.1.1.1  | 92.1.1.2      | 92.1.1.3   | 92.1.1.4  |
| 93   | 93.1      | 93.1.1        | 93.1.1.1  | 93.1.1.2      | 93.1.1.3   | 93.1.1.4  |
| 94   | 94.1      | 94.1.1        | 94.1.1.1  | 94.1.1.2      | 94.1.1.3   | 94.1.1.4  |
| 95   | 95.1      | 95.1.1        | 95.1.1.1  | 95.1.1.2      | 95.1.1.3   | 95.1.1.4  |
| 96   | 96.1      | 96.1.1        | 96.1.1.1  | 96.1.1.2      | 96.1.1.3   | 96.1.1.4  |
| 97   | 97.1      | 97.1.1        | 97.1.1.1  | 97.1.1.2      | 97.1.1.3   | 97.1.1.4  |
| 98   | 98.1      | 98.1.1        | 98.1.1.1  | 98.1.1.2      | 98.1.1.3   | 98.1.1.4  |
| 99   | 99.1      | 99.1.1        | 99.1.1.1  | 99.1.1.2      | 99.1.1.3   | 99.1.1.4  |
| 100  | 100.1     | 100.1.1       | 100.1.1.1 | 100.1.1.2     | 100.1.1.3  | 100.1.1.4 |

NOTAS

RISCOS DA APR

- 1. Risco de acidente com explosão
- 2. Risco de acidente com incêndio
- 3. Risco de acidente com inundação
- 4. Risco de acidente com deslizamento
- 5. Risco de acidente com queda de altura
- 6. Risco de acidente com choque elétrico
- 7. Risco de acidente com contaminação ambiental
- 8. Risco de acidente com poluição sonora
- 9. Risco de acidente com poluição atmosférica
- 10. Risco de acidente com poluição hídrica
- 11. Risco de acidente com poluição do solo
- 12. Risco de acidente com poluição térmica
- 13. Risco de acidente com poluição luminosa
- 14. Risco de acidente com poluição eletromagnética
- 15. Risco de acidente com poluição radioativa
- 16. Risco de acidente com poluição química
- 17. Risco de acidente com poluição biológica
- 18. Risco de acidente com poluição física
- 19. Risco de acidente com poluição social
- 20. Risco de acidente com poluição cultural
- 21. Risco de acidente com poluição econômica
- 22. Risco de acidente com poluição política
- 23. Risco de acidente com poluição jurídica
- 24. Risco de acidente com poluição moral
- 25. Risco de acidente com poluição religiosa
- 26. Risco de acidente com poluição filosófica
- 27. Risco de acidente com poluição científica
- 28. Risco de acidente com poluição tecnológica
- 29. Risco de acidente com poluição artística
- 30. Risco de acidente com poluição literária
- 31. Risco de acidente com poluição musical
- 32. Risco de acidente com poluição teatral
- 33. Risco de acidente com poluição cinematográfica
- 34. Risco de acidente com poluição televisiva
- 35. Risco de acidente com poluição midiática
- 36. Risco de acidente com poluição publicitária
- 37. Risco de acidente com poluição de marketing
- 38. Risco de acidente com poluição de relações públicas
- 39. Risco de acidente com poluição de comunicação
- 40. Risco de acidente com poluição de gestão
- 41. Risco de acidente com poluição de planejamento
- 42. Risco de acidente com poluição de organização
- 43. Risco de acidente com poluição de administração
- 44. Risco de acidente com poluição de controle
- 45. Risco de acidente com poluição de avaliação
- 46. Risco de acidente com poluição de auditoria
- 47. Risco de acidente com poluição de consultoria
- 48. Risco de acidente com poluição de assessoria
- 49. Risco de acidente com poluição de treinamento
- 50. Risco de acidente com poluição de desenvolvimento
- 51. Risco de acidente com poluição de inovação
- 52. Risco de acidente com poluição de pesquisa
- 53. Risco de acidente com poluição de ensino
- 54. Risco de acidente com poluição de cultura
- 55. Risco de acidente com poluição de esporte
- 56. Risco de acidente com poluição de lazer
- 57. Risco de acidente com poluição de turismo
- 58. Risco de acidente com poluição de saúde
- 59. Risco de acidente com poluição de bem-estar
- 60. Risco de acidente com poluição de qualidade de vida
- 61. Risco de acidente com poluição de sustentabilidade
- 62. Risco de acidente com poluição de responsabilidade social
- 63. Risco de acidente com poluição de governança
- 64. Risco de acidente com poluição de ética
- 65. Risco de acidente com poluição de transparência
- 66. Risco de acidente com poluição de integridade
- 67. Risco de acidente com poluição de honestidade
- 68. Risco de acidente com poluição de probidade
- 69. Risco de acidente com poluição de moralidade
- 70. Risco de acidente com poluição de virtude
- 71. Risco de acidente com poluição de excelência
- 72. Risco de acidente com poluição de perfeição
- 73. Risco de acidente com poluição de harmonia
- 74. Risco de acidente com poluição de equilíbrio
- 75. Risco de acidente com poluição de paz
- 76. Risco de acidente com poluição de justiça
- 77. Risco de acidente com poluição de equidade
- 78. Risco de acidente com poluição de liberdade
- 79. Risco de acidente com poluição de igualdade
- 80. Risco de acidente com poluição de fraternidade
- 81. Risco de acidente com poluição de solidariedade
- 82. Risco de acidente com poluição de cooperação
- 83. Risco de acidente com poluição de colaboração
- 84. Risco de acidente com poluição de parceria
- 85. Risco de acidente com poluição de aliança
- 86. Risco de acidente com poluição de consórcio
- 87. Risco de acidente com poluição de associação
- 88. Risco de acidente com poluição de comunidade
- 89. Risco de acidente com poluição de rede
- 90. Risco de acidente com poluição de sistema
- 91. Risco de acidente com poluição de estrutura
- 92. Risco de acidente com poluição de organização
- 93. Risco de acidente com poluição de metodologia
- 94. Risco de acidente com poluição de processo
- 95. Risco de acidente com poluição de fluxo
- 96. Risco de acidente com poluição de ciclo
- 97. Risco de acidente com poluição de cadeia
- 98. Risco de acidente com poluição de rede
- 99. Risco de acidente com poluição de sistema
- 100. Risco de acidente com poluição de estrutura

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

| DISTRIBUIÇÃO |       | região |       |
|--------------|-------|--------|-------|
| item         | valor | item   | valor |
| 1            |       | 1      |       |
| 2            |       | 2      |       |
| 3            |       | 3      |       |
| 4            |       | 4      |       |
| 5            |       | 5      |       |
| 6            |       | 6      |       |
| 7            |       | 7      |       |
| 8            |       | 8      |       |
| 9            |       | 9      |       |
| 10           |       | 10     |       |
| 11           |       | 11     |       |
| 12           |       | 12     |       |
| 13           |       | 13     |       |
| 14           |       | 14     |       |
| 15           |       | 15     |       |
| 16           |       | 16     |       |
| 17           |       | 17     |       |
| 18           |       | 18     |       |
| 19           |       | 19     |       |
| 20           |       | 20     |       |
| 21           |       | 21     |       |
| 22           |       | 22     |       |
| 23           |       | 23     |       |
| 24           |       | 24     |       |
| 25           |       | 25     |       |
| 26           |       | 26     |       |
| 27           |       | 27     |       |
| 28           |       | 28     |       |
| 29           |       | 29     |       |
| 30           |       | 30     |       |
| 31           |       | 31     |       |
| 32           |       | 32     |       |
| 33           |       | 33     |       |
| 34           |       | 34     |       |
| 35           |       | 35     |       |
| 36           |       | 36     |       |
| 37           |       | 37     |       |
| 38           |       | 38     |       |
| 39           |       | 39     |       |
| 40           |       | 40     |       |
| 41           |       | 41     |       |
| 42           |       | 42     |       |
| 43           |       | 43     |       |
| 44           |       | 44     |       |
| 45           |       | 45     |       |
| 46           |       | 46     |       |
| 47           |       | 47     |       |
| 48           |       | 48     |       |
| 49           |       | 49     |       |
| 50           |       | 50     |       |
| 51           |       | 51     |       |
| 52           |       | 52     |       |
| 53           |       | 53     |       |
| 54           |       | 54     |       |
| 55           |       | 55     |       |
| 56           |       | 56     |       |
| 57           |       | 57     |       |
| 58           |       | 58     |       |
| 59           |       | 59     |       |
| 60           |       | 60     |       |
| 61           |       | 61     |       |
| 62           |       | 62     |       |
| 63           |       | 63     |       |
| 64           |       | 64     |       |
| 65           |       | 65     |       |
| 66           |       | 66     |       |
| 67           |       | 67     |       |
| 68           |       | 68     |       |
| 69           |       | 69     |       |
| 70           |       | 70     |       |
| 71           |       | 71     |       |
| 72           |       | 72     |       |
| 73           |       | 73     |       |
| 74           |       | 74     |       |
| 75           |       | 75     |       |
| 76           |       | 76     |       |
| 77           |       | 77     |       |
| 78           |       | 78     |       |
| 79           |       | 79     |       |
| 80           |       | 80     |       |
| 81           |       | 81     |       |
| 82           |       | 82     |       |
| 83           |       | 83     |       |
| 84           |       | 84     |       |
| 85           |       | 85     |       |
| 86           |       | 86     |       |
| 87           |       | 87     |       |
| 88           |       | 88     |       |
| 89           |       | 89     |       |
| 90           |       | 90     |       |
| 91           |       | 91     |       |
| 92           |       | 92     |       |
| 93           |       | 93     |       |
| 94           |       | 94     |       |
| 95           |       | 95     |       |
| 96           |       | 96     |       |
| 97           |       | 97     |       |
| 98           |       | 98     |       |
| 99           |       | 99     |       |
| 100          |       | 100    |       |

## **ANEXO II**

### **Estudos de Dispersão Atmosférica**



# ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

UNIDADE DA KLABIN EM ORTIGUEIRA - PR



Elaborado para:



Elaborado por:



Abril de 2012

## ÍNDICE

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                                            | 3  |
| ÍNDICE DE TABELAS .....                                            | 4  |
| 1 – OBJETIVOS .....                                                | 6  |
| 2 – INTRODUÇÃO .....                                               | 7  |
| 3 – FONTES DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS .....                          | 15 |
| 4 – CARACTERÍSTICAS DO ENTORNO E A ÁREA ESTUDADA.....              | 17 |
| 5 – ANÁLISE DOS DADOS METEOROLÓGICOS .....                         | 21 |
| Weather Research and Forecasting – WRF.....                        | 21 |
| A Importância da Direção e Velocidade dos Ventos .....             | 22 |
| Histograma Direcional do Vento.....                                | 23 |
| 6 – O EFEITO DE DOWNWASH .....                                     | 27 |
| 7 – CARACTERÍSTICAS DA FONTE E TAXAS DE EMISSÃO DOS POLUENTES..... | 30 |
| 8– RESULTADOS .....                                                | 32 |
| 9 – CONCLUSÕES .....                                               | 49 |
| 10 – EQUIPE TÉCNICA .....                                          | 51 |
| 11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                              | 52 |
| ANEXO A .....                                                      | 53 |
| ANEXO B .....                                                      | 80 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Sistema de análise por dois estágios. A concentração total é dada por uma soma ponderada dos dois estados extremos possíveis da pluma. ....                                        | 9  |
| Figura 2 – Tratamento do terreno no AERMOD. Determinação do fator de peso usado no cálculo da concentração total. ....                                                                        | 10 |
| Figura 3 – Pluma instantânea e sua respectiva média na CLC. ....                                                                                                                              | 11 |
| Figura 4 – Tratamento matemático utilizado pelo AERMOD da pluma real na CLC. ....                                                                                                             | 12 |
| Figura 5 – Abordagem bi-Gaussiana da aproximação de uma distribuição assimétrica por duas distribuições Gaussianas, uma para os movimentos ascendentes e outra para os descendentes. ....     | 13 |
| Figura 6 – Imagem de satélite da localização das unidades industriais de Ortigueira e Telêmaco Borba. ....                                                                                    | 15 |
| Figura 7 – Localização da proposta unidade industrial. ....                                                                                                                                   | 17 |
| Figura 8 – Curvas de nível (m) da região com enfoque no ponto em estudo ao centro. ....                                                                                                       | 18 |
| Figura 9 – Malhas cartesianas simuladas, centralizadas na fonte. ....                                                                                                                         | 19 |
| Figura 10 – Receptores discretos em amarelo, TI em vermelho, a ADA em azul e a AID em verde. ....                                                                                             | 20 |
| Figura 11 – Histograma direcional vento -período completo. ....                                                                                                                               | 24 |
| Figura 12 – Histograma direcional do vento - período Maio a Agosto. ....                                                                                                                      | 25 |
| Figura 13 – Histograma direcional do vento - período Setembro a Abril. ....                                                                                                                   | 26 |
| Figura 14 – (a) simulação do efeito downwash em uma maquete, (b) simulação do efeito downwash em uma modelagem computacional e (c) deslocamento da pluma sem atuação do efeito downwash. .... | 27 |
| Figura 15 – Diagrama esquemático da planta Klabin – Ortigueira; localização das edificações (em azul) e fontes de emissão (em vermelho). ....                                                 | 29 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Coordenadas e localizações dos receptores discretos. ....                                                                                                                     | 20 |
| Tabela 2: Descrição das fontes simuladas. ....                                                                                                                                          | 30 |
| Tabela 3: Parâmetros de entrada das fontes pontuais simuladas. ....                                                                                                                     | 30 |
| Tabela 4: Taxas de emissão das fontes pontuais simuladas. ....                                                                                                                          | 31 |
| Tabela 5: Concentrações máximas em receptores distintos para todos os poluentes e períodos analisados, resultantes das emissões da unidade Telêmaco Borba. ....                         | 32 |
| Tabela 6: Concentrações máximas em receptores distintos para todos os poluentes e períodos analisados, resultantes das emissões da unidade de Ortigueira. ....                          | 33 |
| Tabela 7: Concentrações máximas em receptores distintos para todos os poluentes e períodos analisados, resultantes das emissões de ambas as unidades indústrias. ....                   | 33 |
| Tabela 8: Concentrações máximas de Monóxido de Carbono em receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Telêmaco Borba. ....             | 34 |
| Tabela 9: Concentrações máximas de Partículas Totais em Suspensão nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Telêmaco Borba. .... | 35 |
| Tabela 10: Concentrações máximas de Dióxido de Nitrogênio nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Telêmaco Borba. ....         | 36 |
| Tabela 11: Concentrações máximas de Dióxido de Enxofre nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Telêmaco Borba. ....            | 37 |
| Tabela 12: Concentrações máximas de Enxofre Reduzido Total nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Telêmaco Borba. ....        | 38 |
| Tabela 13: Concentrações máximas de Monóxido de Carbono em receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Ortigueira. ....                | 39 |
| Tabela 14: Concentrações máximas de Partículas Totais em Suspensão nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Ortigueira. ....    | 40 |
| Tabela 15: Concentrações máximas de Dióxido de Nitrogênio nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Ortigueira. ....             | 41 |



Tabela 16: Concentrações máximas de Dióxido de Enxofre nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Ortigueira..42

Tabela 17: Concentrações máximas de Enxofre Reduzido Total nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Ortigueira. ....43

Tabela 18: Concentrações máximas de Monóxido de Carbono em receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões de ambas as indústrias. 44

Tabela 19: Concentrações máximas de Partículas Totais em Suspensão nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões de ambas as indústrias. ....45

Tabela 20: Concentrações máximas de Dióxido de Nitrogênio nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões de ambas as indústrias. 46

Tabela 21: Concentrações máximas de Dióxido de Enxofre nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões de ambas as indústrias. 47

Tabela 22: Concentrações máximas de Enxofre Reduzido Total nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões de ambas as indústrias. ....48

## **1 – OBJETIVOS**

O objetivo deste EDA - Estudo de Dispersão Atmosférica é avaliar a qualidade do ar no entorno da futura instalação da Klabin, localizada no município de Ortigueira no Estado do Paraná.

Esse EDA considera as emissões das chaminés da unidade industrial proposta em Ortigueira, juntamente com as emissões da unidade já existente e licenciada em Telêmaco Borba. O objetivo desse projeto é simular a unidade de Ortigueira operando em capacidade máxima, analisar se existe sinergismo entre as emissões das duas unidades e comparar os resultados das concentrações com os respectivos padrões de qualidade do ar, descritos no Capítulo V da Resolução SEMA<sup>1</sup> 054/2006 e CONAMA<sup>2</sup> 03/1990 (idênticos entre si).

---

<sup>1</sup> Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná.

<sup>2</sup> CONAMA – Conselho nacional de meio Ambiente

## 2 – INTRODUÇÃO

A modelagem matemática é uma importante ferramenta para avaliar a concentração de poluentes na atmosfera emitidos por fontes estacionárias. Esse modelo permite que sejam analisadas as contribuições de determinadas fontes no resultado final da qualidade do ar.

O modelo utilizado nesse estudo é uma das ferramentas e/ou dos critérios recomendados pelos órgãos de controle ambiental em nível nacional e internacional.

Em 1991, a American Meteorological Society (AMS) e a U.S. Environmental Protection Agency (EPA) iniciaram uma colaboração formal com o objetivo de introduzir os conceitos mais atuais de camada limite planetária (CLP) nos modelos regulatórios de dispersão atmosférica. Foi formado um grupo de trabalho (AMS/EPA Regulatory Improvement Committee, AERMIC) com pesquisadores das duas instituições para desenvolver um modelo que cumprisse esse objetivo.

A plataforma regulatória da EPA para modelagem de campo próximo, durante os 25 anos anteriores permaneceram, com poucas exceções, fundamentalmente inalteradas, sendo o ISC3 foi o principal modelo utilizado, por conta disso, o objetivo do AERMIC foi desenvolver um modelo novo que substituísse completamente o ISC3 e que possuísse as seguintes características:

- Adotasse a arquitetura computacional de entrada e saída do ISC3;
- Atualizasse os algoritmos antiquados do modelo ISC3 por algoritmos mais recentes e pelas técnicas mais atuais de modelagem numérica;
- Garantisse que as fontes e os processos atmosféricos modelados pelo ISC3 continuariam sendo simulados pelo AERMIC Model (AERMOD), ainda que fosse de uma maneira mais elaborada.

Em 21 de Abril de 2000, a EPA propôs a adoção do AERMOD como substituto do ISC3 no apêndice A do Guideline on Air Quality Models. A versão atual do AERMOD foi revisada e incorporou os algoritmos PRIME para estimativa de downwash.

O AERMOD é um modelo de pluma gaussiana que considera as concentrações obtidas para todas as distâncias como resultados de médias temporais das simulações horárias. Esse tipo de modelo apresenta bons resultados para estudos cujo objetivo é obter uma distribuição espacial da poluição ao invés de resultados pontuais no espaço e no tempo.

Na camada limite estável (CLE) a distribuição da concentração é assumida como Gaussiana tanto na horizontal quanto na vertical. Na camada limite convectiva (CLC) a distribuição horizontal é assumida como Gaussiana, enquanto que na vertical a distribuição é descrita com uma função de densidade de probabilidade bi-Gaussiana.

Em geral, o modelo AERMOD é a combinação de dois casos limites: Uma pluma horizontal que impacta no terreno e uma pluma que acompanha o terreno. Para todas as situações, a concentração total por receptor é a soma ponderada dessas duas situações (Figura 1). Essas duas plumas são separadas por uma linha de corrente crítica de altura  $H_c$  (Figura 2).

A equação geral da concentração é aplicada em condições atmosféricas estáveis ou convectivas e é dada por:

$$C_T\{x_r, y_r, z_r\} = f \cdot C_{c,s}\{x_r, y_r, z_r\} + (1 - f)C_{c,s}\{x_r, y_r, z_p\}$$

Onde:  $C_T\{x_r, y_r, z_r\}$  é a concentração total,  $C_{c,s}\{x_r, y_r, z_r\}$  é a contribuição da pluma horizontal (c e s se referem as condições convectivas e estáveis, respectivamente),  $C_{c,s}\{x_r, y_r, z_p\}$  é a contribuição da pluma que acompanha o terreno,  $f$  é o peso da pluma horizontal,  $\{x_r, y_r, z_r\}$  são as coordenadas do receptor (com  $z_r$  definido com relação a altura da base da fonte e  $z_p$  é a altura do receptor acima da altura do solo local). É importante notar que cálculo de concentração todas as alturas ( $z$ ) é referente à elevação da base da fonte.

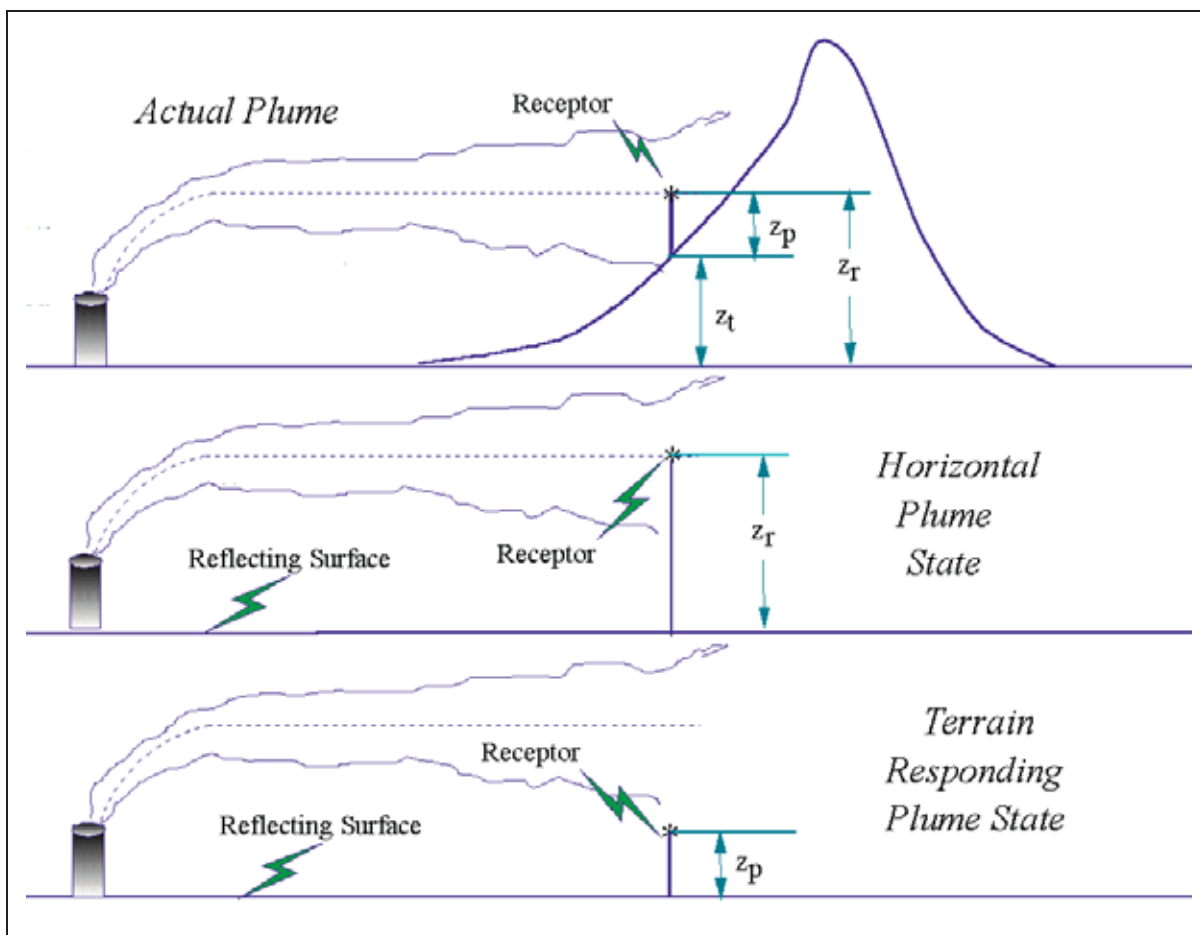


Figura 1 – Sistema de análise por dois estágios. A concentração total é dada por uma soma ponderada dos dois estados extremos possíveis da pluma.

O fator de peso do estado da pluma é dado por  $f = 0.5(1 + \phi_p)$ . Quando a pluma se concentra inteiramente abaixo do  $H_c$  ( $\phi_p = 1$ ), a concentração é determinada somente pela pluma horizontal. Quando está inteiramente acima do  $H_c$  ( $\phi_p = 0$ ), o peso da contribuição de cada um dos dois estados é o mesmo. Em simulações de terreno plano, a contribuição de cada uma das duas plumas será a mesma (Figura 2).

O AERMOD simula cinco diferentes tipos de pluma dependendo da estabilidade atmosférica e da localização da pluma na camada limite: Direta, Indireta, Penetrada, Injetada e estável.

Em condições convectivas, a distribuição horizontal é Gaussiana, e a distribuição vertical é combinação de três tipos de pluma: Direta (a pluma está dentro da camada de mistura, mas não interage com o topo da camada), Indireta (a pluma está dentro da camada de mistura, começa a subir e tende a se espalhar perto do topo da camada de mistura) e a Penetrada (a pluma escapa da camada de mistura, penetra em uma camada estável mais elevada e fica flutuando nela). O AERMOD também pode simular, em situações especiais, uma pluma injetada diretamente nas camadas estáveis da atmosfera por uma fonte pontual cuja altura da chaminé seja maior do que a altura da camada de mistura naquele horário. Fontes injetoras são simuladas como plumas em condições estáveis, contudo a influência da turbulência e dos ventos dentro da camada de mistura é considerada no cálculo da heterogeneidade como a passagem da pluma através da camada de mistura até atingir os receptores.

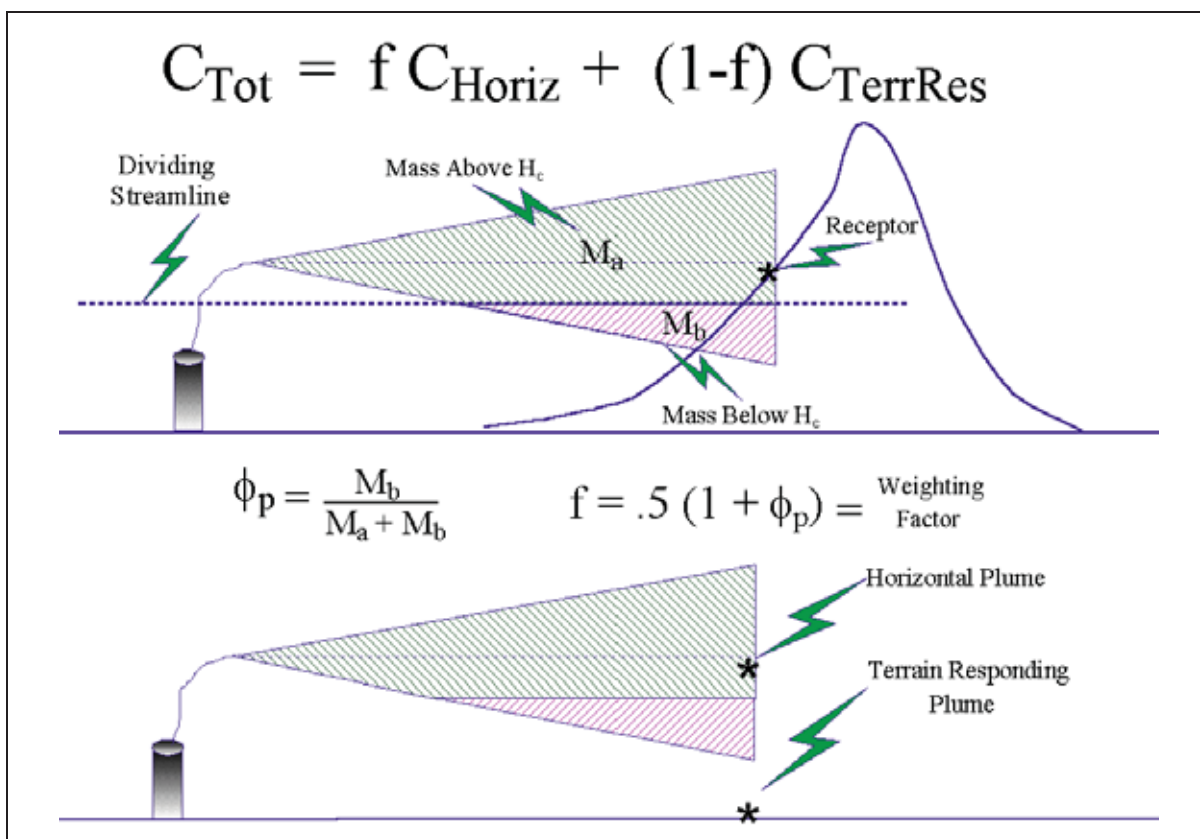


Figura 2 – Tratamento do terreno no AERMOD. Determinação do fator de peso usado no cálculo da concentração total.



No AERMOD, a formulação da dispersão para a camada limite convectiva (CLC) representa um dos mais significantes avanços em comparação com os modelos regulatórios existentes. Ele assume que setores da pluma são emitidos em seqüência e que se movem de acordo com o vento, percorrendo uma seqüência de elementos convectivos ascendentes e descendentes.

Na CLC a função densidade de probabilidade da velocidade vertical ( $w$ ) possui um coeficiente de assimetria positivo e resulta em uma distribuição não-Gaussiana da concentração vertical da pluma. A assimetria positiva é consistente com uma ocorrência maior de movimentos descendentes da pluma do que de movimentos ascendentes (Figura 3).

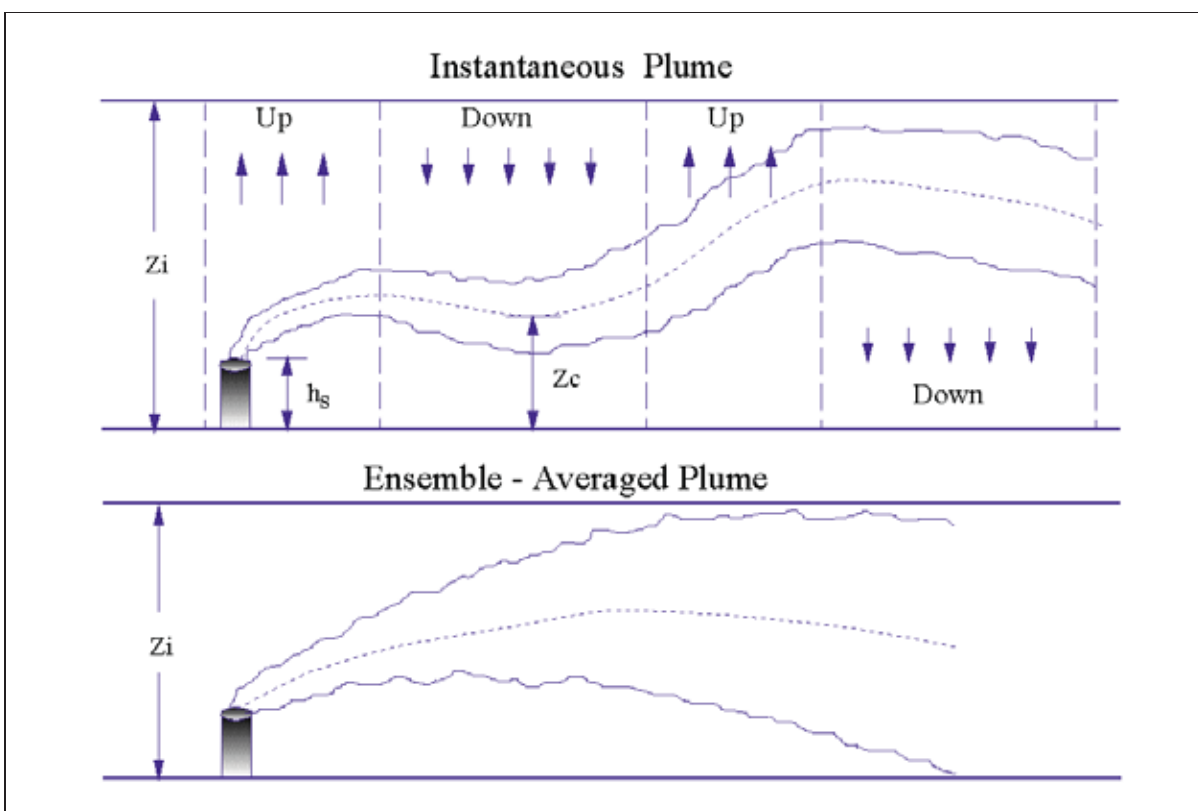


Figura 3 – Pluma instantânea e sua respectiva média na CLC.

A movimentação ascendente e descendente da pluma ocorre devido à turbulência atmosférica e o coeficiente de assimetria positivo projeta uma trajetória final

descendente para a pluma, definindo o local da concentração máxima. As concentrações ao nível do solo começam a aparecer quando as velocidades descendentes são intensas o suficiente para que algumas seções da pluma toquem na superfície.

No tratamento matemático utilizado pelo AERMOD, a pluma direta é a que primeiro toca no solo e possui reflexões subseqüentes entre o nível do solo e o topo da camada de mistura. Para os segmentos da pluma que subiram pela convecção, uma fonte indireta é incluída sobre a camada de mistura para calcular a posição inicial da quase-reflexão do material da pluma que não penetrou na camada estável em altitude. Essa fonte é chamada de indireta, pois não é uma imagem da fonte verdadeira (como ocorre em modelos como o ISC), a pluma não é refletida perfeitamente no topo da camada de mistura, por isso, a fonte indireta trata a porção da massa da pluma que primeiro toca no topo da camada de mistura e suas reflexões subseqüentes. A ascensão da pluma é adicionada ao atraso da dispersão descendente do material do topo da CBL. A fonte (ou pluma) penetrada é incluída na conta do material que inicialmente penetrou na camada estável em altitude, mas foi subseqüentemente re-entranhada e dispersada pela CBL (Figura 4).

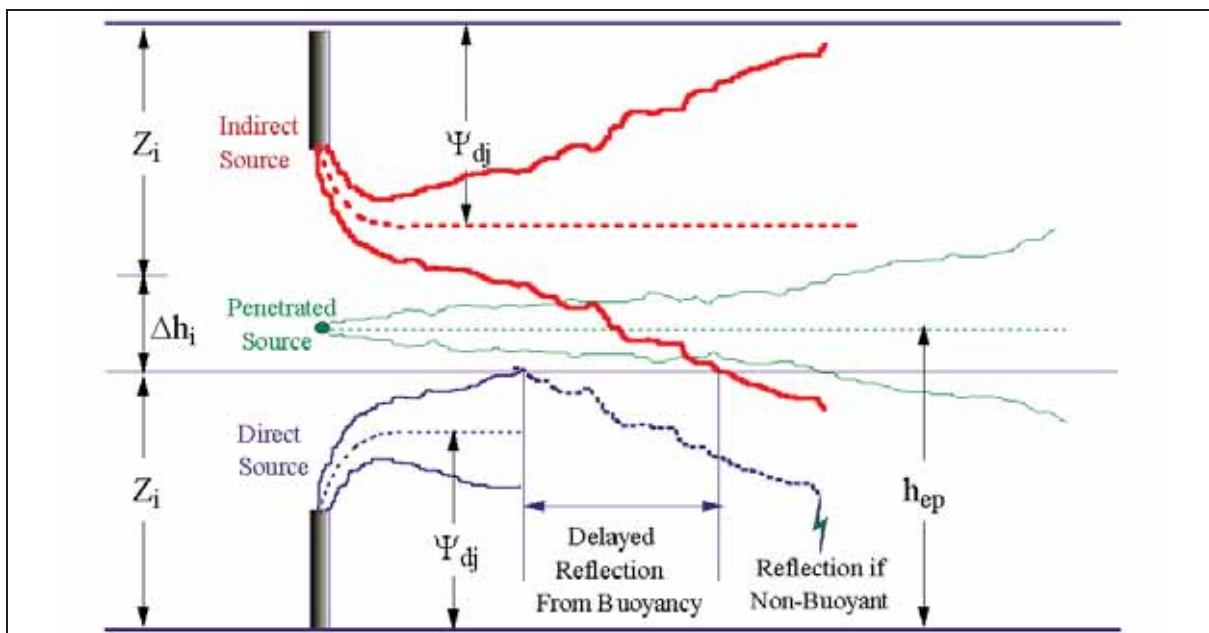


Figura 4 – Tratamento matemático utilizado pelo AERMOD da pluma real na CLC.

A pluma instantânea assume que existe uma distribuição Gaussiana da concentração em torno de uma linha de corrente. A média da concentração é obtida através da somatória das concentrações resultantes de todas as disposições da linha de corrente. O processo de média resulta em uma distribuição assimétrica que o AERMOD representa como uma função de distribuição de probabilidade bi-Gaussiana (ou seja, uma para os movimentos ascendentes e outra para os descendentes). A (Figura 5) ilustra a aproximação da distribuição assimétrica na CLC por uma abordagem bi-Gaussiana. A figura mostra duas médias da trajetória da pluma, uma devido aos movimentos ascendentes da atmosfera ( $\bar{w}_1$ ) e a outra devido aos movimentos descendentes ( $\bar{w}_2$ ).

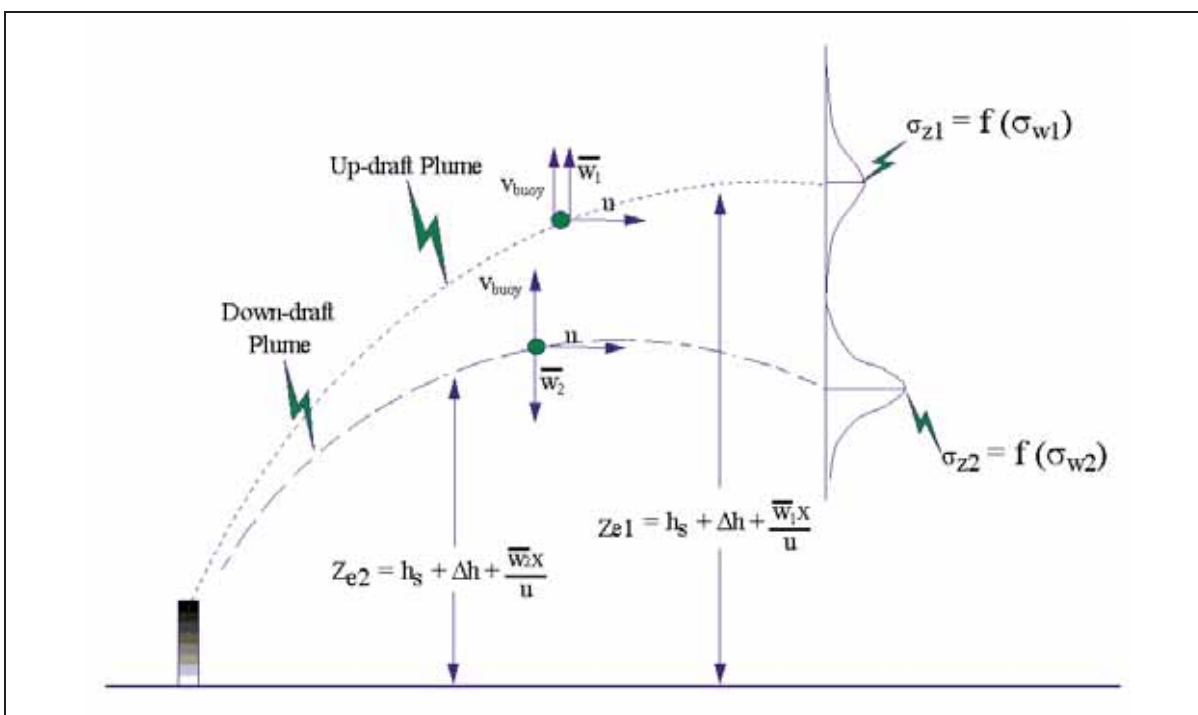


Figura 5 – Abordagem bi-Gaussiana da aproximação de uma distribuição assimétrica por duas distribuições Gaussianas, uma para os movimentos ascendentes e outra para os descendentes.

Os dados meteorológicos utilizados pelo AERMOD para simular as condições atmosféricas em que ocorre a dispersão dos poluentes em uma determinada área, se são divididos, basicamente, entre dados de superfície e dados de altitude. Os dados de

superfície são responsáveis pela representação das condições termodinâmicas e turbulentas da atmosfera, e os dados de altitude representam as condições de transporte dos poluentes nos diversos níveis atmosféricos. As variáveis dispostas no arquivo de superfície são:

- Fluxo de calor sensível (em  $\text{W/m}^2$ )
- Velocidade de atrito superficial (em m/s)
- Velocidade de atrito vertical (em m/s)
- Gradiente vertical de temperatura na camada de 500 m acima da CLP (em K/m)
- Altura da CLP gerada por turbulência termodinâmica (convecção, em m)
- Altura da CLP gerada por turbulência mecânica (em m)
- Comprimento de Monin-Obukov (em m)
- Comprimento do atrito superficial (em m)
- Razão de Bowen e Albedo (adimensionais)
- Velocidade do vento (em m/s)
- Direção do vento (em graus)
- Altura do anemômetro da estação meteorológica (em m)
- Temperatura do ar (em K)
- Altura do termômetro da estação meteorológica (em m)

As variáveis dispostas no arquivo de altitude são:

- Altura da camada atmosférica representada
- Velocidade do vento na camada (em m/s)
- Direção do vento na camada (em graus)
- Temperatura do ar na camada (K)

### 3 – FONTES DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

Nesse Estudo de Dispersão Atmosférica – EDA foram consideradas doze fontes pontuais de emissão atmosférica (chaminés), sendo que destas, oito pertencem à unidade do município de Telêmaco Borba e quatro à unidade proposta para o município de Ortigueira. As plantas industriais em questão estão localizadas nos respectivos municípios, em regiões fora dos perímetros urbanos (Figura 6).



Figura 6 – Imagem de satélite da localização das unidades industriais de Ortigueira e Telêmaco Borba.

Fonte: Google Earth.



Os poluentes simulados foram o Material Particulado (MP), o Monóxido de Carbono (CO), o Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>), o Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>) e o Enxofre Reduzido Total (ERT). Excetuando-se pelo ERT, os demais poluentes possuem padrão primário e secundário definidos pela resolução SEMA 54/06 e CONAMA 03/1990.



#### 4 – CARACTERÍSTICAS DO ENTORNO E A ÁREA ESTUDADA

Nesse EDA a qualidade do ar é avaliada a partir das concentrações calculadas em uma rede de receptores cartesianos de alta resolução.

A região do estudo foi delimitada em um quadrado de 50 km x 50 km, abrangendo totalmente ou em partes os municípios de Ortigueira, Telêmaco Borba e Imbaú (Figura 7).

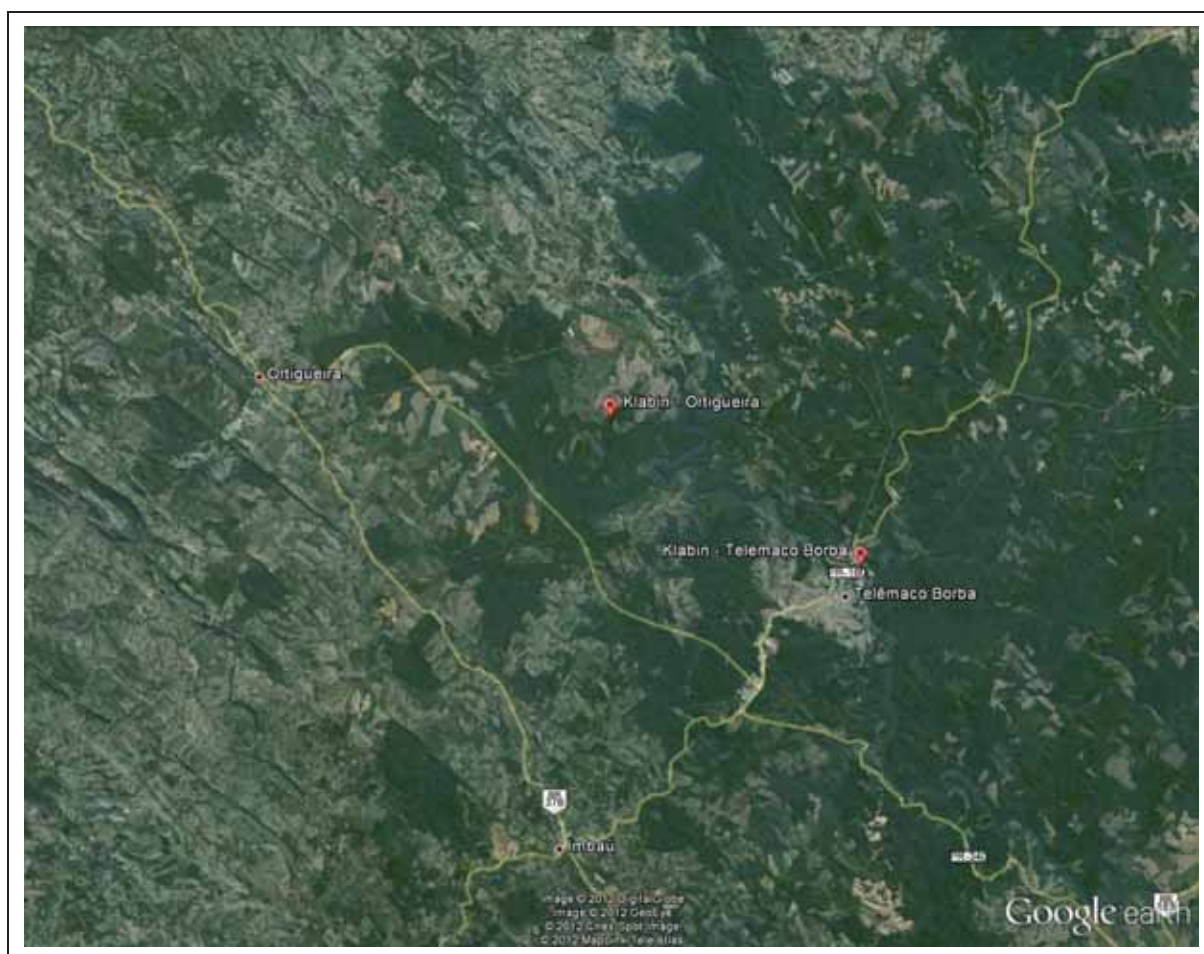


Figura 7 – Localização da proposta unidade industrial.

Fonte: Google Earth.

O relevo e uso do solo, para o cálculo dos parâmetros de turbulência, foram obtidos através da sobreposição de imagens do Google Earth com os dados de relevo da Shuttle Radar Topography Mission, realizada pela NGI e pela NASA. A SRTM ocorreu em 11 de fevereiro de 2000, realizando uma amostragem de global com precisão de 3" (segundos de grau), ou seja, um ponto de grade a cada 90 metros, aproximadamente (Figura 8). Na Figura 8 destaca-se a localização da planta ao centro, com as curvas de nível da região. Ressalta-se que nesse estudo a opção "rural" para o uso do solo foi empregada por ser mais conservativa do que a opção "urbana" que não permite a ocorrência de condições atmosféricas mais estáveis.

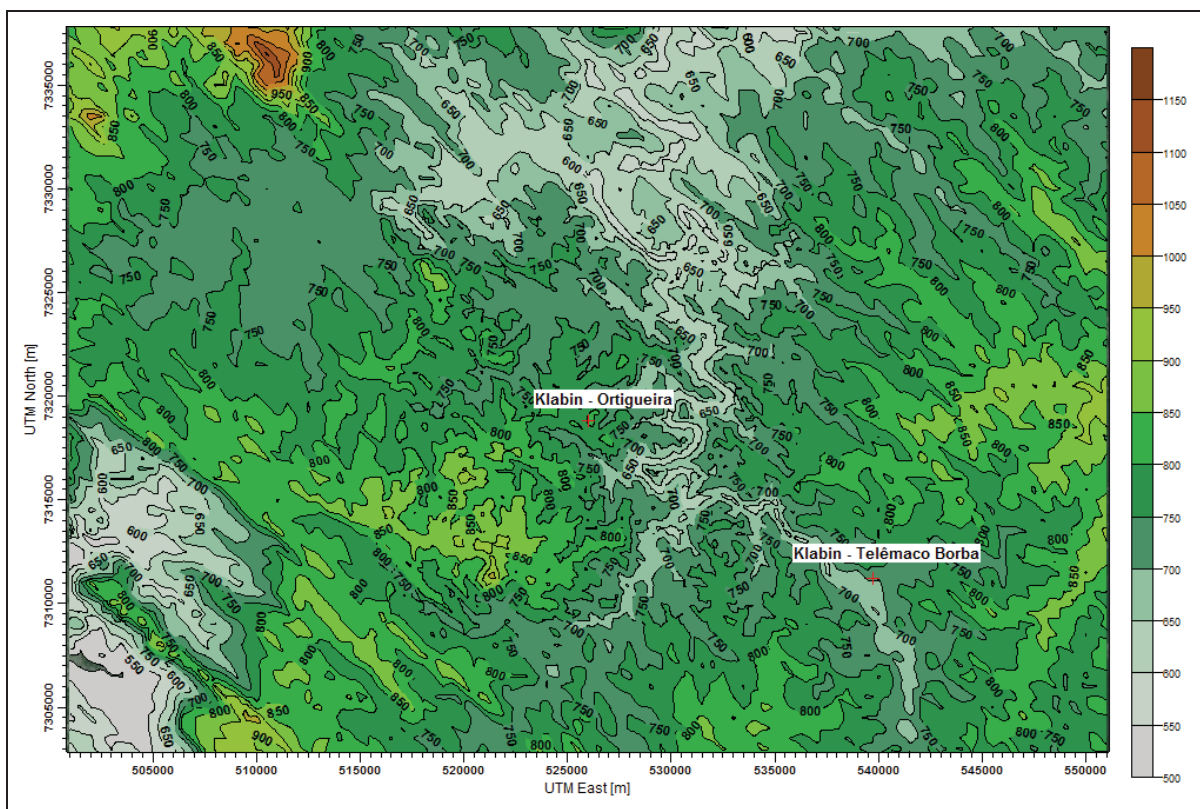


Figura 8 – Curvas de nível (m) da região com enfoque no ponto em estudo ao centro.

Fonte dos dados: Shuttle Radar Topography Mission (2000).



Neste EDA foram simuladas três malhas quadradas cartesianas regulares, centradas na planta de Ortigueira, a primeira com 50 km de lado e resolução uniforme de 500 m, a segunda com 20 km de lado e 250 m de resolução e a terceira com 6 km de lado e 125 m de resolução, espaçadas em 62,5 m entre si nos locais de máxima resolução (Figura 9).



Figura 9 – Malhas cartesianas simuladas, centralizadas na fonte.

Para avaliar o impacto nas áreas urbanas dos municípios próximos e nas Terras Indígenas (TI) foram adicionados 13 receptores discretos cartesianos que podem ser observados na Figura 10 em amarelo. As malhas cartesianas somadas aos receptores discretos totalizam 19.176 receptores numéricos simulados. Ressalta-se que a resolução utilizada nesse estudo é muito superior ao usualmente exigido pelos órgãos ambientais.



Figura 10 – Receptores discretos em amarelo, TI em vermelho, a ADA em azul e a AID em verde.

A Tabela 2 mostra as coordenadas e os nomes dos locais dos receptores discretos.

Tabela 1: Coordenadas e localizações dos receptores discretos.

| Receptor | Coordenadas |           | Local                                          |
|----------|-------------|-----------|------------------------------------------------|
|          | UTM E (m)   | UTM S (m) |                                                |
| 01       | 538930      | 7309310   | Colégio Estadual Wolff Klabin – Telêmaco Borba |
| 02       | 538930      | 7309770   | Hospital Dr. Feitosa – Telêmaco Borba          |
| 03       | 538270      | 7309180   | Praça Horácio Klabin – Telêmaco Borba          |
| 04       | 540000      | 7312000   | Harmonia Clube – Telêmaco Borba                |
| 05       | 540170      | 7312640   | Prédio da Controladoria Klabin– Telêmaco Borba |
| 06       | 537790      | 7309530   | Ginásio de Esportes – Telêmaco Borba           |
| 07       | 537890      | 7309240   | Terminal Rodoviário– Telêmaco Borba            |
| 08       | 524348      | 7296249   | Centro do Município de Imbaú                   |
| 09       | 507468      | 7322638   | Centro do Município de Ortigueira              |
| 10       | 525227      | 7344095   | TI Mococa                                      |
| 11       | 526426      | 7320843   | Campina dos Pupos                              |
| 12       | 523313      | 7326283   | Lajeado                                        |
| 13       | 503655      | 7319591   | Ti Queimada                                    |

## 5 – ANÁLISE DOS DADOS METEOROLÓGICOS

Os dados meteorológicos de altitude e superfície utilizados neste estudo de dispersão foram obtidos através da simulação do modelo meteorológico WRF (WEATHER RESEARCH AND FORECASTING), recomendado pelo EPA<sup>3</sup> (Environmental Protection Agency), sendo reprocessados para simulações com o modelo AERMOD, referindo-se ao centro da planta do empreendimento estudado, para os anos de 2006 a 2010. As condições de fronteira utilizadas foram os dados de saída do modelo global GFS (Global Forecast System) que são obtidos junto ao NCEP (National Center for Environmental Prediction).

### Weather Research and Forecasting – WRF

O modelo WRF (*Weather Research and Forecast Model*) é desenvolvido através de uma colaboração entre diversas agências, sendo as principais o NCAR (*National Center for Atmospheric Research*), a NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), o NCEP (*National Center for Environmental Prediction*), o FSL (*Forecast Systems Laboratory*), a AFWA (*Air Force Weather Agency*), o *Naval Research Laboratory*, a *Oklahoma University* e a FAA (*Federal Aviation Administration*).

O ARW (*Advanced Research WRF*) está atualmente na versão 3.3, disponível desde abril de 2011. Esse modelo nasceu como uma evolução natural do modelo MM5, que foi bastante utilizado ao longo dos anos em todo o mundo, sendo agora construído para ser portátil e aplicável ao mais diverso número de situações possíveis (NCAR, 2011).

O modelo WRF é de domínio público e recomendado pela EPA para simulações das condições atmosféricas. Desenvolvido para ser a melhor ferramenta para a simulação atmosférica, flexível e eficiente em variadas plataformas de computação, um sistema de assimilação de dados e uma arquitetura de software que permite paralelismo computacional e extensibilidade do sistema. O WRF é adequado para uso em um amplo conjunto de escalas que variam de metros a milhares de quilômetros. O modelo segue o terreno local e admite a coordenada vertical como pressão hidrostática, com o topo do modelo a uma superfície de pressão constante.

---

<sup>3</sup> Agência ambiental federal dos EUA; equivalente ao IBAMA.

O pré-processamento dos dados de entrada necessários ao WRF precisa ser feito para cada localidade que o modelo irá simular. Esse pré-processamento consiste na utilização de dados meteorológicos e geográficos retirados das bases mundiais para cada região de interesse a ser simulada.

### **A Importância da Direção e Velocidade dos Ventos**

A velocidade do vento é um dado meteorológico muito importante no cálculo das concentrações de poluentes através do modelo AERMOD, porque se encontra no denominador da equação. Desta forma, ao se alterar a velocidade do vento de 1 m/s para 2 m/s, por exemplo, a concentração dos poluentes estaria sendo reduzida pela metade. Outras variáveis da camada limite atmosférica também são utilizadas para calcular a dispersão dos poluentes atmosféricos, mas a influência dessas variáveis no resultado final é proporcionalmente menor e por isso não serão analisadas nesse item.

A direção do vento determina, a cada hora, quais receptores numéricos serão mais ou menos impactados pela pluma de emissão de cada chaminé. Quanto maior o período amostral do poluente analisado, maior será a importância da predominância da direção do vento no cálculo desta concentração, uma vez que nestes casos número de horas utilizado no cálculo desta concentração será maior.

## **Histograma Direcional do Vento**

A Figura 11, a Figura 12 e a Figura 13 apresentam os histogramas direcionais do vento utilizado, contemplando o período completo de 2007 a 2011, apenas os meses de maio a agosto e o restante do ano, respectivamente. A análise específica do período de maio a agosto e de setembro a abril se justifica por serem estes os períodos climatologicamente mais e menos críticos a dispersão dos poluentes na atmosfera na área em estudo, respectivamente.

A Figura 11 mostra a predominância dos ventos na direção SE. Esta predominância está coerente com outras bases de dados da região e está de acordo com os sistemas sinóticos que influenciam a circulação das massas de ar na região, especificamente, os sistemas de frentes frias. Há uma predominância secundária nas demais direções do vento, que se refere apenas aos ventos mais fracos. O índice de calmarias (ventos inferiores a 1,0 m/s) é de 13,08% e está coerente com o esperado para essa região.

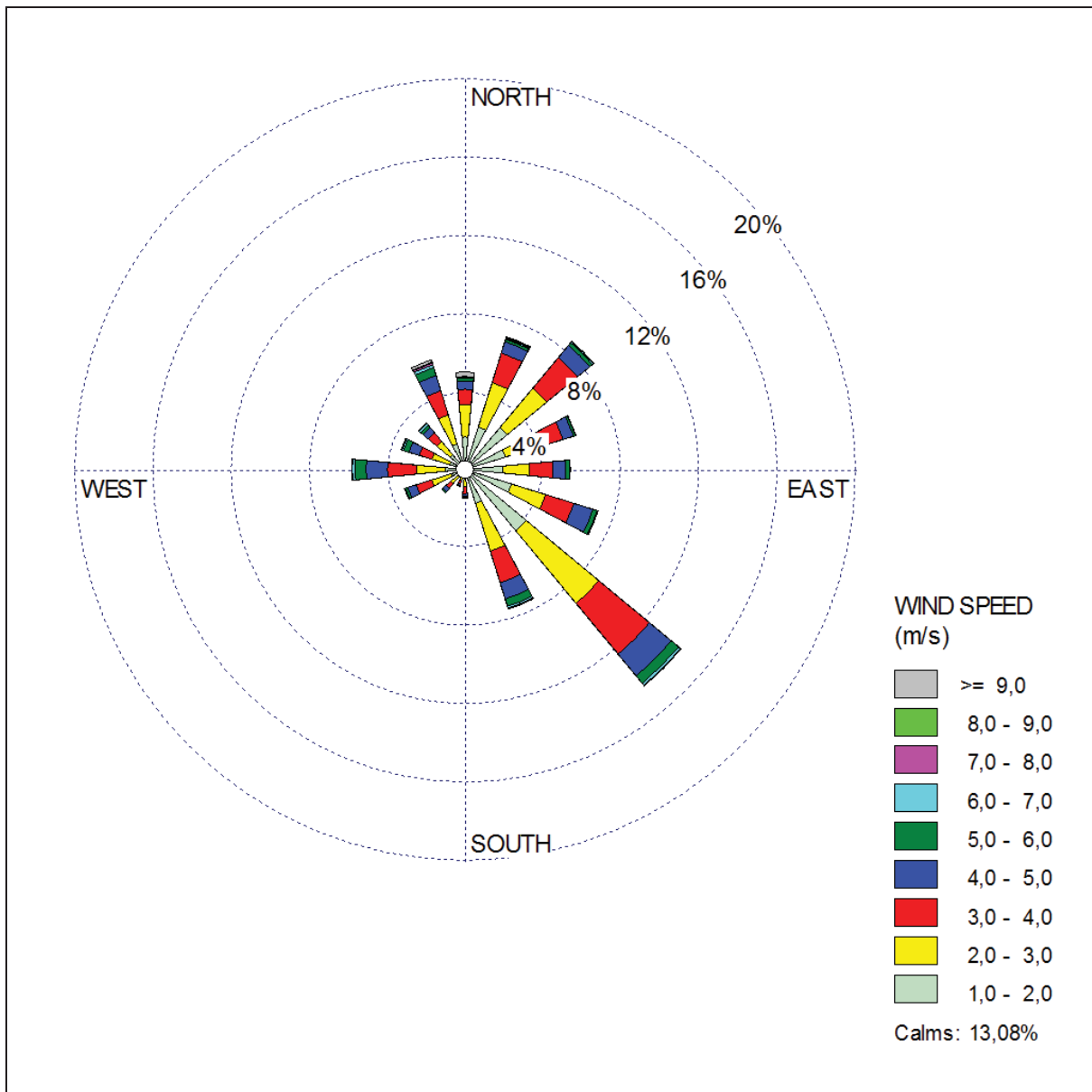


Figura 11 – Histograma direcional vento -período completo.



Na Figura 12, referente aos meses de maio a agosto, a intensificação dos ventos do quadrante W e a desintensificação dos ventos de SE fica evidente. O índice de calmarias é aumenta em relação ao período anual com 17,17% devido a maior estabilidade da atmosfera nesse período.

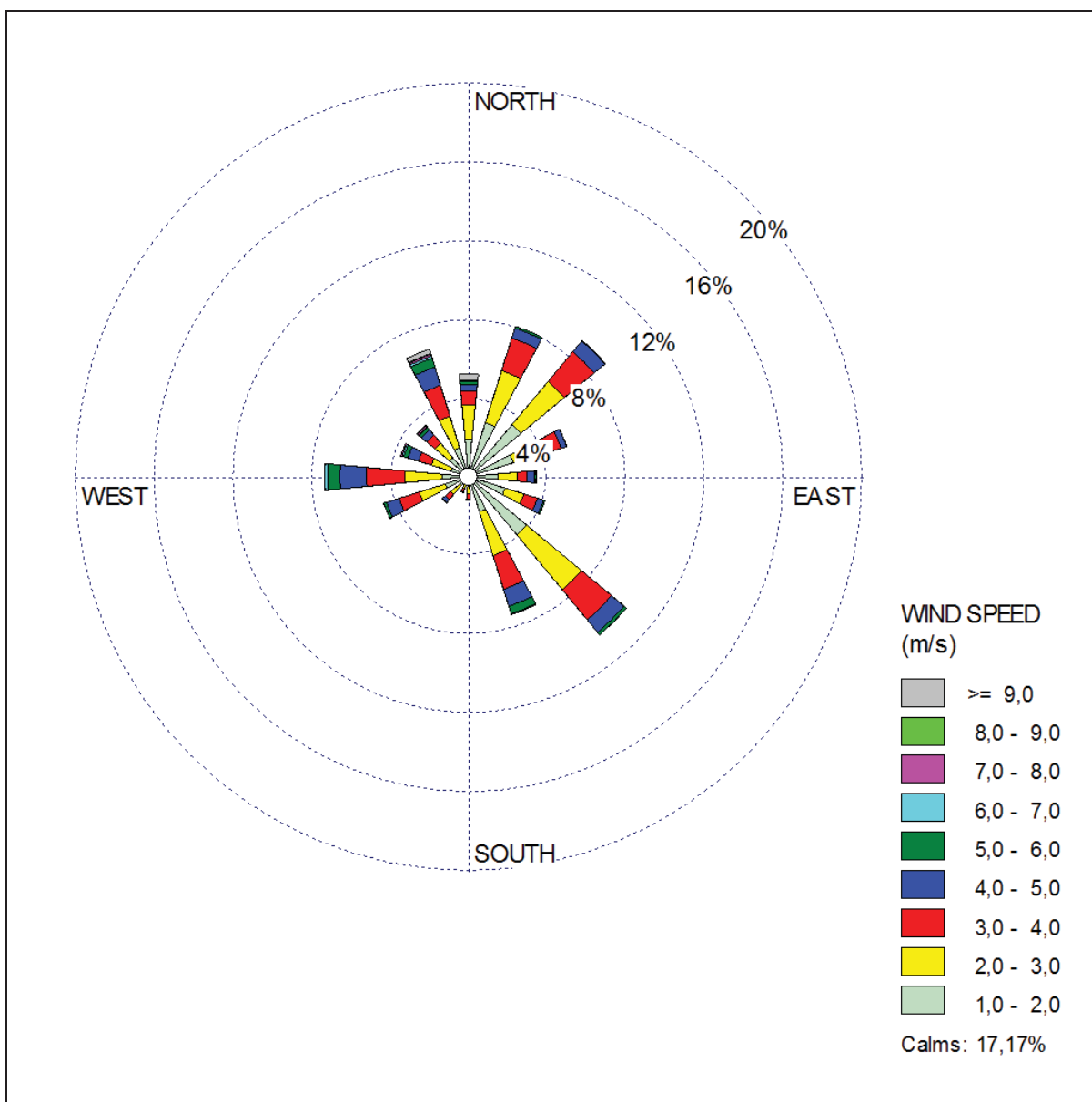


Figura 12 – Histograma direcional do vento - período Maio a Agosto.

A Figura 13 refere-se aos meses mais quentes, de setembro a abril, e possui as características opostas do período de maio a agosto, mostrado anteriormente. Desta forma, a predominância do vento da direção SE é ampliada, com uma presença mais discreta dos outros quadrantes. Isto ocorre porque nestes meses mais quentes, devido a instabilidade da atmosfera. O índice de calmarias é menor do que o anual, com 11,01% das ocorrências.

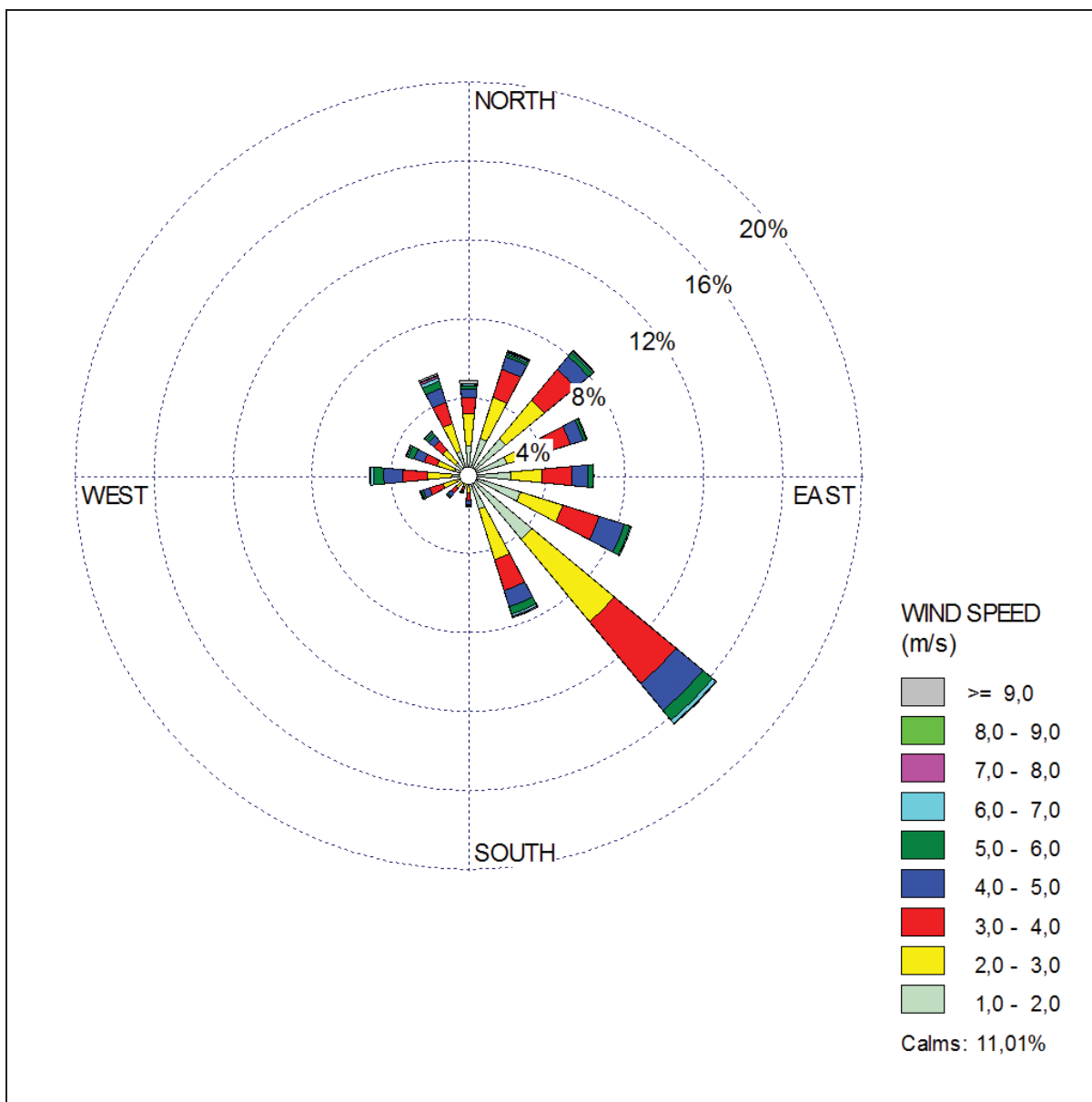


Figura 13 – Histograma direcional do vento - período Setembro a Abril.



## 6 – O EFEITO DE DOWNWASH

Prédios ou outras barreiras próximas a fontes de emissão podem causar concentrações elevadas de poluentes devido à formação de um vórtice a sotavento do obstáculo e a formação de um escoamento turbulento. Este efeito é conhecido como downwash. Esses vórtices transportam parte da pluma para a superfície elevando as concentrações em suas áreas de influência. O AERMOD incorpora os algoritmos do Plume Rise Model Enhancements (PRIME) para estimar o crescimento acelerado e a restrição da ascensão da pluma devido aos vórtices formados a sotavento dos prédios.

A Figura 14 apresenta uma maquete representativa do efeito de downwash junto a edificações causada por uma chaminé baixa (a), a respectiva simulação computacional desse efeito (b) e um exemplo de uma fonte com altura de chaminé adequada (c).

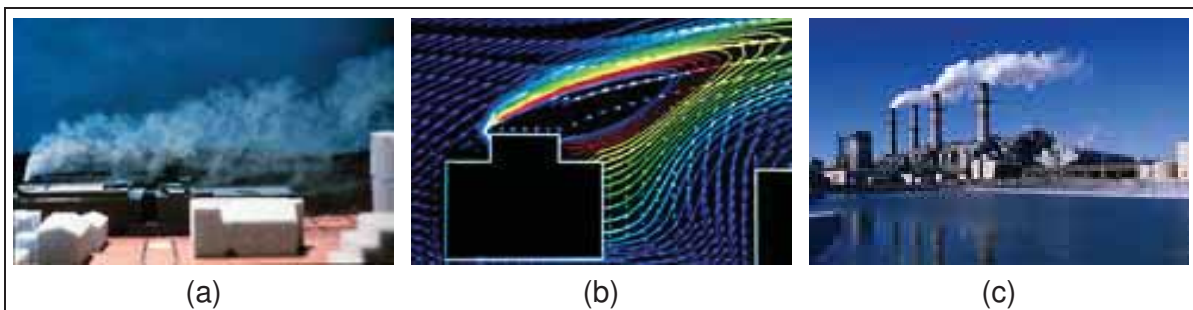


Figura 14 – (a) simulação do efeito downwash em uma maquete, (b) simulação do efeito downwash em uma modelagem computacional e (c) deslocamento da pluma sem atuação do efeito downwash.

O PRIME divide a massa da pluma entre a região do vórtice e a região escoamento da pluma. A dispersão no vórtice é baseada na geometria do prédio e assume-se que na vertical a mistura seja uniforme. Na fronteira da região do vórtice parte da massa é emitida para a região turbulenta. Essa massa é combinada com a massa da pluma que não foi capturada pelo vórtice e, conseqüentemente, dispersada com uma taxa de propagação baseada na localização da fonte, altura de lançamento e geometria do prédio. Um modelo de função de densidade de probabilidade e um modelo de difusão em vórtices são usados para analisar o escoamento turbulento próximo e distante, respectivamente. A ascensão da pluma, para fontes influenciadas por prédios, é

estimada por um modelo que inclui a deflexão da linha de corrente próximo ao prédio, cisalhamento vertical da velocidade do vento, aumento da diluição a partir do escoamento turbulento e perda de velocidade. Em geral esses efeitos induzidos por prédios atuam de forma a restringir a ascensão que a pluma teria na ausência do prédio.

A concentração total é dada por uma soma ponderada das concentrações obtidas pelo AERMOD (sem considerar a influência dos prédios) e pelo PRIME (considerando a influência dos prédios):

$$C_{Total} = \gamma C_{Prime} + (1 - \gamma) C_{AERMOD}$$

O Fator de peso  $\gamma$  é obtido de forma que a contribuição do PRIME decaia exponencialmente conforme a pluma se afasta do prédio

O efeito de downwash foi considerado neste estudo devido à existência de edificações de dimensões significativas e suficientemente próximas às fontes simuladas na unidade industrial de Ortigueira, que apresentam potencial influência na formação de vórtices turbulentos a sotavento. Os dados das edificações para processamento do downwash foram fornecidos pelo contratante, totalizando sete edificações. Na Figura 15 temos o diagrama esquemático com as localizações das edificações (em azul) e das fontes de emissão (em vermelho) do cenário simulado.

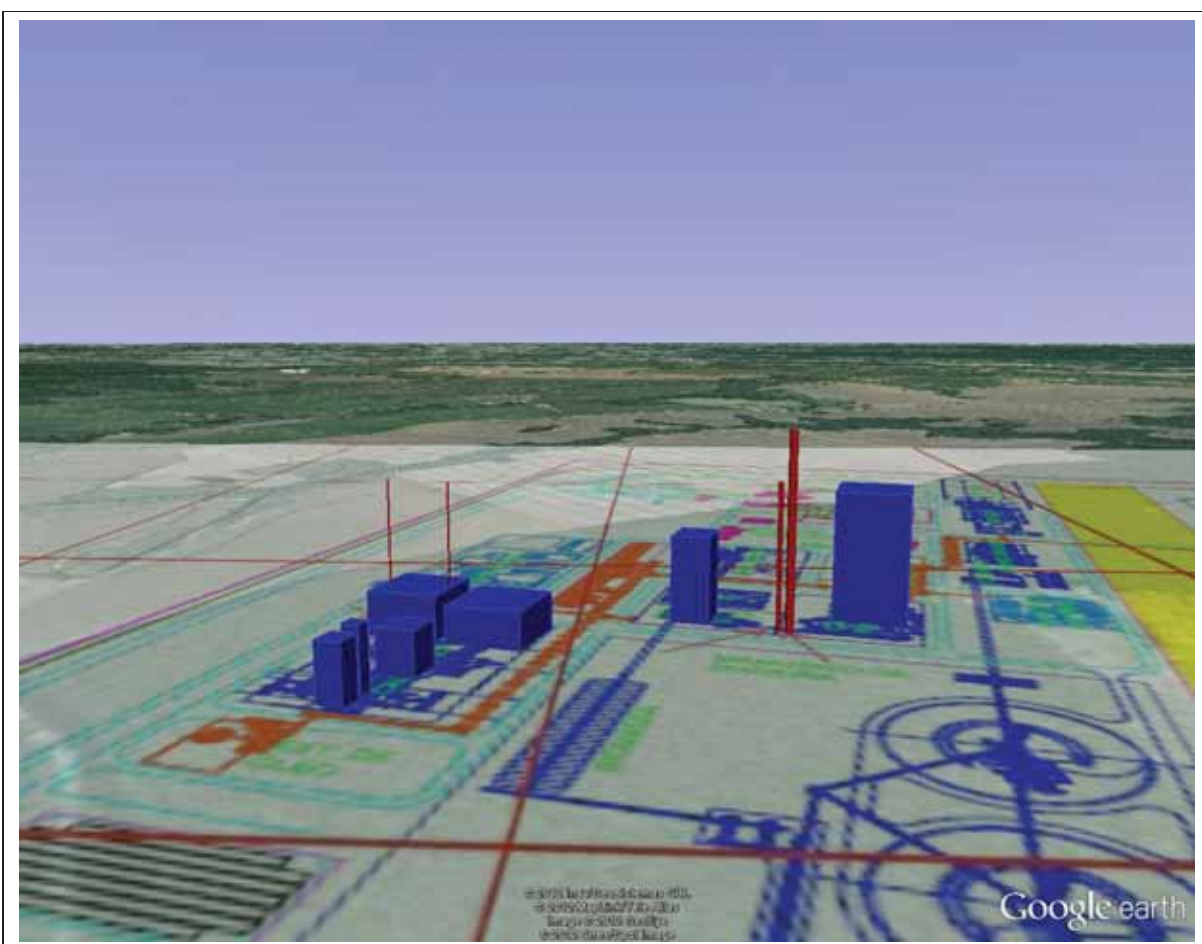


Figura 15 – Diagrama esquemático da planta Klabin – Ortigueira; localização das edificações (em azul) e fontes de emissão (em vermelho).

Fonte: Google Earth.

## 7 – CARACTERÍSTICAS DA FONTE E TAXAS DE EMISSÃO DOS POLUENTES

As fontes pontuais de emissão do cenário simulado são as doze chaminés de ambas as indústrias da Klabin. A Tabela 2 apresenta a descrição das fontes simuladas das unidades industriais e sua representação nesse trabalho, a Tabela 3 apresenta os parâmetros de entrada das fontes e a Tabela 4 apresenta as taxas de emissão de cada poluente.

Tabela 2: Descrição das fontes simuladas.

| Fonte  | Unidade Industrial | Descrição                  |
|--------|--------------------|----------------------------|
| CH_001 | Telêmaco Borba     | Caldeira de Recuperação I  |
| CH_002 | Telêmaco Borba     | Caldeira de Recuperação II |
| CH_003 | Telêmaco Borba     | Forno de Cal I             |
| CH_004 | Telêmaco Borba     | Forno de Cal II            |
| CH_005 | Telêmaco Borba     | Caldeira de Biomassa 6     |
| CH_006 | Telêmaco Borba     | Caldeira de Biomassa 8     |
| CH_007 | Telêmaco Borba     | Tanque dissolvedor         |
| CH_008 | Telêmaco Borba     | Incinerador II             |
| CH_009 | Ortigueira         | Caldeira de Recuperação    |
| CH_010 | Ortigueira         | Forno de Cal I             |
| CH_011 | Ortigueira         | Forno de Cal II            |
| CH_012 | Ortigueira         | Caldeira de Biomassa       |

Tabela 3: Parâmetros de entrada das fontes pontuais simuladas.

| Fonte  | Coordenadas |          |          | Alt. Fonte | Temperatura | Velocidade | Diâmetro |
|--------|-------------|----------|----------|------------|-------------|------------|----------|
|        | UTME (m)    | UTMN (m) | Cota (m) | (m)        | (K)         | (m/s)      | (m)      |
| CH_001 | 539700      | 7311200  | 740      | 64,1       | 455         | 28,2       | 2,90     |
| CH_002 | 539770      | 7311190  | 740      | 65,0       | 443         | 15,9       | 3,00     |
| CH_003 | 539683      | 7311350  | 740      | 40,0       | 466         | 25,6       | 1,2      |
| CH_004 | 539650      | 7311350  | 740      | 40,0       | 482         | 17,0       | 1,2      |
| CH_005 | 539750      | 7311000  | 740      | 69,5       | 426         | 18,6       | 3,2      |
| CH_006 | 539720      | 7311100  | 740      | 70,0       | 440         | 20,2       | 3,0      |
| CH_007 | 539710      | 7311180  | 740      | 59,2       | 348         | 7,8        | 1,1      |
| CH_008 | 539721      | 7311158  | 740      | 63,8       | 345         | 6,4        | 1,1      |
| CH_009 | 526143      | 7318810  | 790      | 190,0      | 413         | 16,5       | 5,8      |
| CH_010 | 525874      | 7318810  | 790      | 120,0      | 493         | 16,7       | 1,2      |
| CH_011 | 525917      | 7318800  | 790      | 120,0      | 493         | 16,7       | 1,2      |
| CH_012 | 526136      | 7318814  | 790      | 160,0      | 443         | 16,9       | 3,4      |

Tabela 4: Taxas de emissão das fontes pontuais simuladas.

| Cenário | Taxas de Emissão (em g/s) |        |                 |                 |       |
|---------|---------------------------|--------|-----------------|-----------------|-------|
|         | CO                        | MP     | NO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | ERT   |
| CH_001  | 16,350                    | 4,750  | 16,498          | 0,450           | 0,130 |
| CH_002  | 14,310                    | 4,330  | 15,206          | 10,810          | 0,120 |
| CH_003  | 0,670                     | 0,500  | 5,452           | 0,050           | 0,450 |
| CH_004  | 1,260                     | 0,630  | 3,608           | 0,070           | 0,070 |
| CH_005  | 23,770                    | 4,250  | 23,011          | 0,000           | 0,000 |
| CH_006  | 28,900                    | 3,200  | 13,771          | 0,000           | 0,000 |
| CH_007  | 0,001                     | 0,920  | 0,000           | 0,000           | 0,070 |
| CH_008  | 0,390                     | 2,690  | 2,688           | 0,310           | 0,270 |
| CH_009  | 101,100                   | 28,800 | 72,100          | 28,800          | 2,190 |
| CH_010  | 2,650                     | 1,060  | 3,180           | 1,060           | 0,170 |
| CH_011  | 2,650                     | 1,060  | 3,180           | 1,060           | 0,170 |
| CH_012  | 33,880                    | 9,680  | 24,200          | 9,680           | 0,000 |

## 8– RESULTADOS

Os resultados das simulações são analisados para efeito de determinação de conformidade ambiental considerando-se as três concentrações máximas de curto e longo período em receptores distintos.

A Tabela 5, apresenta as concentrações máximas resultantes das emissões da unidade industrial de Telêmaco Borba, exclusivamente, a Tabela 6 apresenta as concentrações máximas resultantes das emissões da unidade industrial de Ortigueira, exclusivamente, e a Tabela 7 apresenta as concentrações máximas resultantes da simulação conjunta das duas unidades industriais. Os valores das três concentrações máximas de cada poluente são comparados aos respectivos Padrões SEMA<sup>4</sup> 54/06 e CONAMA 03/1990, quando definidos.

No anexo A são apresentadas as tabelas com as cinquenta concentrações máximas obtidas em cada simulação. A distribuição espacial dos resultados é analisada para efeito de determinação das áreas mais atingidas pela pluma, essas são apresentadas no anexo B.

Tabela 5: Concentrações máximas em receptores distintos para todos os poluentes e períodos analisados, resultantes das emissões da unidade Telêmaco Borba.

| Parâmetro       | Período  | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         |
|-----------------|----------|--------------------------------------------|---------|---------|
|                 |          | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. |
| CO              | 1 hora   | 1007,17                                    | 749,823 | 692,368 |
|                 | 8 horas  | 180,673                                    | 179,978 | 169,366 |
| PTS             | 24 horas | 20,8513                                    | 16,6218 | 16,4241 |
|                 | Anual    | 1,15253                                    | 1,12807 | 1,05299 |
| NO <sub>2</sub> | 1 hora   | 849,660                                    | 635,911 | 626,174 |
|                 | Anual    | 4,26526                                    | 4,04122 | 3,44653 |
| SO <sub>2</sub> | 24 horas | 16,2668                                    | 12,1316 | 11,3245 |
|                 | Anual    | 0,72299                                    | 0,68457 | 0,54310 |
| ERT             | 1 hora   | 18,6814                                    | 16,2059 | 15,7313 |

<sup>4</sup> CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Tabela 6: Concentrações máximas em receptores distintos para todos os poluentes e períodos analisados, resultantes das emissões da unidade de Ortigueira.

| Parâmetro       | Período  | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         |
|-----------------|----------|--------------------------------------------|---------|---------|
|                 |          | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. |
| CO              | 1 hora   | 262,820                                    | 256,878 | 255,416 |
|                 | 8 horas  | 86,8959                                    | 81,4980 | 79,9381 |
| PTS             | 24 horas | 9,96239                                    | 9,91183 | 9,66086 |
|                 | Anual    | 0,65797                                    | 0,61786 | 0,60834 |
| NO <sub>2</sub> | 1 hora   | 315,452                                    | 187,810 | 183,182 |
|                 | Anual    | 1,65148                                    | 1,55060 | 1,52757 |
| SO <sub>2</sub> | 24 horas | 9,96239                                    | 9,91183 | 9,66086 |
|                 | Anual    | 0,65797                                    | 0,61786 | 0,60834 |
| ERT             | 1 hora   | 4,83070                                    | 4,82705 | 4,73697 |

Tabela 7: Concentrações máximas em receptores distintos para todos os poluentes e períodos analisados, resultantes das emissões de ambas as unidades industriais.

| Parâmetro       | Período  | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         |
|-----------------|----------|--------------------------------------------|---------|---------|
|                 |          | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. |
| CO              | 1 hora   | 1007,17                                    | 749,823 | 692,368 |
|                 | 8 horas  | 180,675                                    | 180,031 | 169,366 |
| PTS             | 24 horas | 20,9534                                    | 16,6719 | 16,4395 |
|                 | Anual    | 1,17450                                    | 1,15105 | 1,09217 |
| NO <sub>2</sub> | 1 hora   | 849,660                                    | 635,911 | 626,174 |
|                 | Anual    | 4,32094                                    | 4,09920 | 3,51751 |
| SO <sub>2</sub> | 24 horas | 16,3689                                    | 12,1817 | 11,3549 |
|                 | Anual    | 0,74496                                    | 0,70755 | 0,67124 |
| ERT             | 1 hora   | 18,6814                                    | 16,2059 | 15,7313 |

Verifica-se portanto, por estes resultados que não existe sinergia entre as duas fábricas, isto é a fábrica futura não interfere nos resultados da fábrica existente e vice e versa.

Da Tabela 8 até a Tabela 12 são apresentadas as três concentrações máximas de cada poluente e período simulado nos receptores discretos referentes às emissões da unidade industrial de Telêmaco Borba.

Tabela 8: Concentrações máximas de Monóxido de Carbono em receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Telêmaco Borba.

| Receptor | Período | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|---------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |         | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 1 hora  | 60,2806                                    | 51,5977 | 48,8951 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 29,5854                                    | 28,7965 | 27,6459 | 10.000                                          | 10.000     |
| 02       | 1 hora  | 57,3511                                    | 56,1593 | 55,6020 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 53,0405                                    | 43,9507 | 36,2169 | 10.000                                          | 10.000     |
| 03       | 1 hora  | 70,0198                                    | 51,7826 | 50,6897 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 32,5014                                    | 25,8511 | 21,7545 | 10.000                                          | 10.000     |
| 04       | 1 hora  | 74,0068                                    | 70,9957 | 63,1997 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 24,1869                                    | 17,9746 | 10,5372 | 10.000                                          | 10.000     |
| 05       | 1 hora  | 56,7580                                    | 53,4677 | 52,3853 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 23,4413                                    | 20,3629 | 15,2239 | 10.000                                          | 10.000     |
| 06       | 1 hora  | 44,6095                                    | 41,8581 | 36,1505 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 23,8083                                    | 20,6102 | 19,8175 | 10.000                                          | 10.000     |
| 07       | 1 hora  | 51,0154                                    | 49,2072 | 47,0696 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 22,6845                                    | 21,7754 | 21,3855 | 10.000                                          | 10.000     |
| 08       | 1 hora  | 62,7621                                    | 61,5033 | 60,3573 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 24,0104                                    | 20,3232 | 14,8190 | 10.000                                          | 10.000     |
| 09       | 1 hora  | 28,5261                                    | 27,2677 | 27,2144 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 7,26718                                    | 7,24443 | 7,22399 | 10.000                                          | 10.000     |
| 10       | 1 hora  | 21,5672                                    | 20,8054 | 20,2693 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 5,51819                                    | 4,86103 | 4,66767 | 10.000                                          | 10.000     |
| 11       | 1 hora  | 48,7562                                    | 41,8226 | 40,6969 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 11,3180                                    | 9,97345 | 9,27809 | 10.000                                          | 10.000     |
| 12       | 1 hora  | 40,3074                                    | 38,1022 | 37,5606 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 11,2638                                    | 11,1495 | 9,02143 | 10.000                                          | 10.000     |
| 13       | 1 hora  | 42,1777                                    | 42,1592 | 40,8735 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 10,9122                                    | 9,09027 | 9,04653 | 10.000                                          | 10.000     |



Tabela 9: Concentrações máximas de Partículas Totais em Suspensão nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Telêmaco Borba.

| Receptor | Período  | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|----------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |          | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 24 horas | 4,72539                                    | 4,24353 | 4,14892 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,58191                                    | 0,58191 | 0,58191 | 80                                              | 60         |
| 02       | 24 horas | 8,09132                                    | 6,06545 | 5,81960 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,69746                                    | 0,69746 | 0,69746 | 80                                              | 60         |
| 03       | 24 horas | 5,08598                                    | 3,9510  | 3,77989 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,62617                                    | 0,62617 | 0,62617 | 80                                              | 60         |
| 04       | 24 horas | 7,00145                                    | 5,33936 | 5,31475 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,25038                                    | 0,25038 | 0,25038 | 80                                              | 60         |
| 05       | 24 horas | 4,61887                                    | 3,21335 | 2,73454 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,13685                                    | 0,13685 | 0,13685 | 80                                              | 60         |
| 06       | 24 horas | 4,44839                                    | 3,32551 | 3,08257 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,49569                                    | 0,49569 | 0,49569 | 80                                              | 60         |
| 07       | 24 horas | 4,60258                                    | 3,0696  | 3,05517 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,54362                                    | 0,54362 | 0,54362 | 80                                              | 60         |
| 08       | 24 horas | 2,06944                                    | 1,65494 | 1,50155 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,16800                                    | 0,16800 | 0,16800 | 80                                              | 60         |
| 09       | 24 horas | 1,08597                                    | 1,01281 | 0,93255 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,09401                                    | 0,09401 | 0,09401 | 80                                              | 60         |
| 10       | 24 horas | 0,78673                                    | 0,63616 | 0,61707 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,07013                                    | 0,07013 | 0,07013 | 80                                              | 60         |
| 11       | 24 horas | 1,38102                                    | 1,37171 | 1,34020 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,19052                                    | 0,19052 | 0,19052 | 80                                              | 60         |
| 12       | 24 horas | 1,27567                                    | 1,17847 | 1,16230 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,17616                                    | 0,17616 | 0,17616 | 80                                              | 60         |
| 13       | 24 horas | 1,15451                                    | 1,01601 | 0,95960 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,10732                                    | 0,10732 | 0,10732 | 80                                              | 60         |

Tabela 10: Concentrações máximas de Dióxido de Nitrogênio nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Telêmaco Borba.

| Receptor | Período | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|---------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |         | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 1 hora  | 82,6038                                    | 65,8686 | 61,8720 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 1,69581                                    | 1,69581 | 1,69581 | 100                                             | 100        |
| 02       | 1 hora  | 55,6699                                    | 54,3285 | 53,6687 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 1,86907                                    | 1,86907 | 1,86907 | 100                                             | 100        |
| 03       | 1 hora  | 86,6280                                    | 78,3028 | 78,1396 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 1,95629                                    | 1,95629 | 1,95629 | 100                                             | 100        |
| 04       | 1 hora  | 140,446                                    | 138,794 | 128,703 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,65817                                    | 0,65817 | 0,65817 | 100                                             | 100        |
| 05       | 1 hora  | 65,8009                                    | 61,9985 | 60,3790 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,34698                                    | 0,34698 | 0,34698 | 100                                             | 100        |
| 06       | 1 hora  | 48,8372                                    | 47,7963 | 46,0731 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 1,56006                                    | 1,56006 | 1,56006 | 100                                             | 100        |
| 07       | 1 hora  | 65,0060                                    | 54,9328 | 53,8689 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 1,72985                                    | 1,72985 | 1,72985 | 100                                             | 100        |
| 08       | 1 hora  | 54,8345                                    | 53,2611 | 53,0012 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,65865                                    | 0,65865 | 0,65865 | 100                                             | 100        |
| 09       | 1 hora  | 30,2172                                    | 28,9702 | 28,6725 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,33043                                    | 0,33043 | 0,33043 | 100                                             | 100        |
| 10       | 1 hora  | 21,8212                                    | 21,6898 | 20,5745 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,24275                                    | 0,24275 | 0,24275 | 100                                             | 100        |
| 11       | 1 hora  | 52,0234                                    | 45,1651 | 44,9369 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,63542                                    | 0,63542 | 0,63542 | 100                                             | 100        |
| 12       | 1 hora  | 41,7812                                    | 38,8454 | 37,7997 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,59442                                    | 0,59442 | 0,59442 | 100                                             | 100        |
| 13       | 1 hora  | 41,1389                                    | 40,9453 | 40,8891 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,39115                                    | 0,39115 | 0,39115 | 100                                             | 100        |

Tabela 11: Concentrações máximas de Dióxido de Enxofre nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Telêmaco Borba.

| Receptor | Período  | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|----------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |          | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 24 horas | 2,59714                                    | 2,23259 | 2,15901 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,22942                                    | 0,22942 | 0,22942 | 80                                              | 40         |
| 02       | 24 horas | 4,50004                                    | 3,27947 | 2,60316 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,26414                                    | 0,26414 | 0,26414 | 80                                              | 40         |
| 03       | 24 horas | 2,79844                                    | 1,91644 | 1,78160 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,25804                                    | 0,25804 | 0,25804 | 80                                              | 40         |
| 04       | 24 horas | 1,87687                                    | 1,51760 | 0,77831 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,03601                                    | 0,03601 | 0,03601 | 80                                              | 40         |
| 05       | 24 horas | 2,29637                                    | 1,13275 | 0,62689 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,03157                                    | 0,03157 | 0,03157 | 80                                              | 40         |
| 06       | 24 horas | 2,21190                                    | 1,65399 | 1,61215 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,21914                                    | 0,21914 | 0,21914 | 80                                              | 40         |
| 07       | 24 horas | 2,36709                                    | 1,69544 | 1,61609 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,24285                                    | 0,24285 | 0,24285 | 80                                              | 40         |
| 08       | 24 horas | 1,15808                                    | 0,90447 | 0,84704 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,09336                                    | 0,09336 | 0,09336 | 80                                              | 40         |
| 09       | 24 horas | 0,55696                                    | 0,52810 | 0,45721 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,04753                                    | 0,04753 | 0,04753 | 80                                              | 40         |
| 10       | 24 horas | 0,39390                                    | 0,33812 | 0,31203 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,03416                                    | 0,03416 | 0,03416 | 80                                              | 40         |
| 11       | 24 horas | 0,71329                                    | 0,64010 | 0,62397 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,08222                                    | 0,08222 | 0,08222 | 80                                              | 40         |
| 12       | 24 horas | 0,64658                                    | 0,63275 | 0,61024 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,07929                                    | 0,07929 | 0,07929 | 80                                              | 40         |
| 13       | 24 horas | 0,62913                                    | 0,55961 | 0,52964 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,05859                                    | 0,05859 | 0,05859 | 80                                              | 40         |

Tabela 12: Concentrações máximas de Enxofre Reduzido Total nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Telêmaco Borba.

| Receptor | Período | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|---------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |         | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 1 hora  | 3,86541                                    | 3,84370 | 3,68461 | ND                                              | ND         |
| 02       | 1 hora  | 3,07711                                    | 3,04391 | 2,75562 | ND                                              | ND         |
| 03       | 1 hora  | 4,09255                                    | 4,05434 | 4,04584 | ND                                              | ND         |
| 04       | 1 hora  | 10,2302                                    | 9,61911 | 9,03297 | ND                                              | ND         |
| 05       | 1 hora  | 4,27319                                    | 4,04775 | 3,97528 | ND                                              | ND         |
| 06       | 1 hora  | 2,57202                                    | 2,55253 | 2,48014 | ND                                              | ND         |
| 07       | 1 hora  | 3,11446                                    | 3,04102 | 3,02721 | ND                                              | ND         |
| 08       | 1 hora  | 0,55995                                    | 0,55422 | 0,55207 | ND                                              | ND         |
| 09       | 1 hora  | 0,68788                                    | 0,67116 | 0,67048 | ND                                              | ND         |
| 10       | 1 hora  | 0,46285                                    | 0,46067 | 0,45282 | ND                                              | ND         |
| 11       | 1 hora  | 1,26429                                    | 1,26228 | 1,26024 | ND                                              | ND         |
| 12       | 1 hora  | 0,98908                                    | 0,97889 | 0,95567 | ND                                              | ND         |
| 13       | 1 hora  | 0,73536                                    | 0,72523 | 0,71636 | ND                                              | ND         |

Da Tabela 13 até Tabela 17 são apresentadas as três concentrações máximas de cada poluente e período simulado nos receptores discretos referentes às emissões da unidade industrial de Ortigueira.

Tabela 13: Concentrações máximas de Monóxido de Carbono em receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Ortigueira

| Receptor | Período | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|---------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |         | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 1 hora  | 13,7880                                    | 8,98665 | 8,94661 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 2,17751                                    | 1,96489 | 1,62888 | 10.000                                          | 10.000     |
| 02       | 1 hora  | 13,3532                                    | 8,26527 | 8,17564 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 2,07939                                    | 1,84369 | 1,68539 | 10.000                                          | 10.000     |
| 03       | 1 hora  | 12,8662                                    | 9,37822 | 9,20819 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 2,05961                                    | 2,02766 | 1,72146 | 10.000                                          | 10.000     |
| 04       | 1 hora  | 21,1289                                    | 9,07425 | 8,09714 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 3,13033                                    | 2,47431 | 2,03064 | 10.000                                          | 10.000     |
| 05       | 1 hora  | 20,2310                                    | 8,86410 | 7,76786 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 2,97274                                    | 2,73987 | 2,09739 | 10.000                                          | 10.000     |
| 06       | 1 hora  | 11,0564                                    | 9,01655 | 8,22798 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 1,83088                                    | 1,76455 | 1,76381 | 10.000                                          | 10.000     |
| 07       | 1 hora  | 10,9632                                    | 8,97165 | 8,35719 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 1,88489                                    | 1,76498 | 1,76488 | 10.000                                          | 10.000     |
| 08       | 1 hora  | 21,6942                                    | 19,4259 | 16,3257 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 2,74114                                    | 2,42957 | 2,40601 | 10.000                                          | 10.000     |
| 09       | 1 hora  | 11,7439                                    | 11,6202 | 7,40491 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 3,30665                                    | 2,15474 | 2,09050 | 10.000                                          | 10.000     |
| 10       | 1 hora  | 8,02750                                    | 6,73312 | 5,51623 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 1,43945                                    | 1,19626 | 1,04359 | 10.000                                          | 10.000     |
| 11       | 1 hora  | 40,5270                                    | 24,7278 | 23,1060 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 5,63087                                    | 5,06588 | 4,65946 | 10.000                                          | 10.000     |
| 12       | 1 hora  | 11,1712                                    | 11,1604 | 11,1579 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 6,48974                                    | 6,33929 | 5,68068 | 10.000                                          | 10.000     |
| 13       | 1 hora  | 11,4077                                    | 8,53547 | 7,02130 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 2,90029                                    | 1,81425 | 1,44443 | 10.000                                          | 10.000     |

Tabela 14: Concentrações máximas de Partículas Totais em Suspensão nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Ortigueira.

| Receptor | Período  | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|----------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |          | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 24 horas | 0,21482                                    | 0,20761 | 0,20377 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,01698                                    | 0,01698 | 0,01698 | 80                                              | 60         |
| 02       | 24 horas | 0,20527                                    | 0,20034 | 0,20029 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,01681                                    | 0,01681 | 0,01681 | 80                                              | 60         |
| 03       | 24 horas | 0,22389                                    | 0,20711 | 0,20349 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,01744                                    | 0,01744 | 0,01744 | 80                                              | 60         |
| 04       | 24 horas | 0,30790                                    | 0,29909 | 0,29790 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,02129                                    | 0,02129 | 0,02129 | 80                                              | 60         |
| 05       | 24 horas | 0,33308                                    | 0,32599 | 0,29267 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,02233                                    | 0,02233 | 0,02233 | 80                                              | 60         |
| 06       | 24 horas | 0,22754                                    | 0,20188 | 0,19067 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,01698                                    | 0,01698 | 0,01698 | 80                                              | 60         |
| 07       | 24 horas | 0,22601                                    | 0,20074 | 0,19566 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,01702                                    | 0,01702 | 0,01702 | 80                                              | 60         |
| 08       | 24 horas | 0,38972                                    | 0,33810 | 0,29330 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,02988                                    | 0,02988 | 0,02988 | 80                                              | 60         |
| 09       | 24 horas | 0,40835                                    | 0,38013 | 0,37153 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,02650                                    | 0,02650 | 0,02650 | 80                                              | 60         |
| 10       | 24 horas | 0,15834                                    | 0,14867 | 0,14144 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,00689                                    | 0,00689 | 0,00689 | 80                                              | 60         |
| 11       | 24 horas | 0,78025                                    | 0,55387 | 0,48429 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,01702                                    | 0,01702 | 0,01702 | 80                                              | 60         |
| 12       | 24 horas | 1,07363                                    | 1,00516 | 1,00397 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,04409                                    | 0,04409 | 0,04409 | 80                                              | 60         |
| 13       | 24 horas | 0,28347                                    | 0,24966 | 0,20804 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,02289                                    | 0,02289 | 0,02289 | 80                                              | 60         |

Tabela 15: Concentrações máximas de Dióxido de Nitrogênio nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Ortigueira.

| Receptor | Período | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|---------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |         | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 1 hora  | 10,2919                                    | 7,04911 | 6,59937 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,04361                                    | 0,04361 | 0,04361 | 100                                             | 100        |
| 02       | 1 hora  | 9,97673                                    | 6,19259 | 6,10635 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,04315                                    | 0,04315 | 0,04315 | 100                                             | 100        |
| 03       | 1 hora  | 9,61398                                    | 7,25259 | 6,92640 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,04472                                    | 0,04472 | 0,04472 | 100                                             | 100        |
| 04       | 1 hora  | 15,7625                                    | 6,69762 | 6,02765 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,05468                                    | 0,05468 | 0,05468 | 100                                             | 100        |
| 05       | 1 hora  | 15,1104                                    | 6,54625 | 5,79024 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,05734                                    | 0,05734 | 0,05734 | 100                                             | 100        |
| 06       | 1 hora  | 8,27374                                    | 6,67999 | 6,13224 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,04340                                    | 0,04340 | 0,04340 | 100                                             | 100        |
| 07       | 1 hora  | 8,20235                                    | 6,64164 | 6,42138 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,04354                                    | 0,04354 | 0,04354 | 100                                             | 100        |
| 08       | 1 hora  | 15,9997                                    | 14,5396 | 12,1995 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,07875                                    | 0,07875 | 0,07875 | 100                                             | 100        |
| 09       | 1 hora  | 8,69650                                    | 8,61390 | 5,45492 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,06838                                    | 0,06838 | 0,06838 | 100                                             | 100        |
| 10       | 1 hora  | 5,96404                                    | 5,17518 | 4,20749 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,01810                                    | 0,01810 | 0,01810 | 100                                             | 100        |
| 11       | 1 hora  | 6,60634                                    | 5,78465 | 5,27554 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,01916                                    | 0,01916 | 0,01916 | 100                                             | 100        |
| 12       | 1 hora  | 8,45265                                    | 8,26814 | 8,26329 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,09547                                    | 0,09547 | 0,09547 | 100                                             | 100        |
| 13       | 1 hora  | 8,42777                                    | 6,33459 | 5,22270 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,05920                                    | 0,05920 | 0,05920 | 100                                             | 100        |

Tabela 16: Concentrações máximas de Dióxido de Enxofre nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Ortigueira.

| Receptor | Período  | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|----------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |          | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 24 horas | 0,21482                                    | 0,20761 | 0,20377 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,01698                                    | 0,01698 | 0,01698 | 80                                              | 40         |
| 02       | 24 horas | 0,20527                                    | 0,20034 | 0,20029 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,01681                                    | 0,01681 | 0,01681 | 80                                              | 40         |
| 03       | 24 horas | 0,22389                                    | 0,20711 | 0,20349 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,01744                                    | 0,01744 | 0,01744 | 80                                              | 40         |
| 04       | 24 horas | 0,30790                                    | 0,29909 | 0,29790 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,02129                                    | 0,02129 | 0,02129 | 80                                              | 40         |
| 05       | 24 horas | 0,33308                                    | 0,32599 | 0,29267 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,02233                                    | 0,02233 | 0,02233 | 80                                              | 40         |
| 06       | 24 horas | 0,22754                                    | 0,20188 | 0,19067 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,01698                                    | 0,01698 | 0,01698 | 80                                              | 40         |
| 07       | 24 horas | 0,22601                                    | 0,20074 | 0,19566 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,01702                                    | 0,01702 | 0,01702 | 80                                              | 40         |
| 08       | 24 horas | 0,38972                                    | 0,33810 | 0,29330 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,02988                                    | 0,02988 | 0,02988 | 80                                              | 40         |
| 09       | 24 horas | 0,40835                                    | 0,38013 | 0,37153 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,02650                                    | 0,02650 | 0,02650 | 80                                              | 40         |
| 10       | 24 horas | 0,15834                                    | 0,14867 | 0,14144 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,00689                                    | 0,00689 | 0,00689 | 80                                              | 40         |
| 11       | 24 horas | 0,78025                                    | 0,55387 | 0,48429 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,01702                                    | 0,01702 | 0,01702 | 80                                              | 40         |
| 12       | 24 horas | 1,07363                                    | 1,00516 | 1,00397 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,04409                                    | 0,04409 | 0,04409 | 80                                              | 40         |
| 13       | 24 horas | 0,28347                                    | 0,24966 | 0,20804 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,02289                                    | 0,02289 | 0,02289 | 80                                              | 40         |



Tabela 17: Concentrações máximas de Enxofre Reduzido Total nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões da Klabin de Ortigueira.

| Receptor | Período | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|---------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |         | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 1 hora  | 0,22970                                    | 0,16952 | 0,15428 | ND                                              | ND         |
| 02       | 1 hora  | 0,22207                                    | 0,14976 | 0,14759 | ND                                              | ND         |
| 03       | 1 hora  | 0,21381                                    | 0,17506 | 0,16194 | ND                                              | ND         |
| 04       | 1 hora  | 0,35089                                    | 0,16187 | 0,14167 | ND                                              | ND         |
| 05       | 1 hora  | 0,33471                                    | 0,15814 | 0,13597 | ND                                              | ND         |
| 06       | 1 hora  | 0,18338                                    | 0,15570 | 0,14972 | ND                                              | ND         |
| 07       | 1 hora  | 0,18196                                    | 0,15650 | 0,15511 | ND                                              | ND         |
| 08       | 1 hora  | 0,38378                                    | 0,36630 | 0,34116 | ND                                              | ND         |
| 09       | 1 hora  | 0,21216                                    | 0,21121 | 0,13280 | ND                                              | ND         |
| 10       | 1 hora  | 0,13312                                    | 0,13194 | 0,10710 | ND                                              | ND         |
| 11       | 1 hora  | 0,21849                                    | 0,21688 | 0,21513 | ND                                              | ND         |
| 12       | 1 hora  | 0,20405                                    | 0,19257 | 0,19152 | ND                                              | ND         |
| 13       | 1 hora  | 0,20619                                    | 0,15448 | 0,15297 | ND                                              | ND         |

Da Tabela 13 até Tabela 22 são apresentadas as três concentrações máximas de cada poluente e período simulado nos receptores discretos referentes às emissões de ambas as unidade industriais.

Tabela 18: Concentrações máximas de Monóxido de Carbono em receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões de ambas as indústrias.

| Receptor | Período | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|---------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |         | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 1 hora  | 66,7709                                    | 60,1704 | 56,5332 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 29,6331                                    | 28,8021 | 27,6511 | 10.000                                          | 10.000     |
| 02       | 1 hora  | 57,3583                                    | 56,1655 | 55,6100 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 53,0461                                    | 43,9560 | 36,2609 | 10.000                                          | 10.000     |
| 03       | 1 hora  | 76,5951                                    | 60,6065 | 58,4697 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 32,5072                                    | 25,8569 | 21,7599 | 10.000                                          | 10.000     |
| 04       | 1 hora  | 74,0113                                    | 71,0008 | 63,2056 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 24,1921                                    | 17,9836 | 10,5451 | 10.000                                          | 10.000     |
| 05       | 1 hora  | 62,3318                                    | 56,7631 | 53,7327 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 23,4503                                    | 20,3681 | 15,2317 | 10.000                                          | 10.000     |
| 06       | 1 hora  | 52,8374                                    | 48,7920 | 41,2422 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 23,8143                                    | 20,6185 | 19,8240 | 10.000                                          | 10.000     |
| 07       | 1 hora  | 57,5644                                    | 56,8151 | 54,1942 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 22,6901                                    | 21,7837 | 21,3915 | 10.000                                          | 10.000     |
| 08       | 1 hora  | 62,7691                                    | 61,5062 | 60,3664 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 24,0756                                    | 20,3661 | 14,8519 | 10.000                                          | 10.000     |
| 09       | 1 hora  | 28,5301                                    | 27,3075 | 27,2833 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 7,27493                                    | 7,26055 | 7,25056 | 10.000                                          | 10.000     |
| 10       | 1 hora  | 21,5691                                    | 20,8057 | 20,2705 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 5,51919                                    | 5,40693 | 4,89385 | 10.000                                          | 10.000     |
| 11       | 1 hora  | 48,7562                                    | 41,8226 | 40,7056 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 11,3180                                    | 9,97345 | 9,27815 | 10.000                                          | 10.000     |
| 12       | 1 hora  | 40,3074                                    | 38,1052 | 37,5639 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 11,2704                                    | 11,2222 | 9,02625 | 10.000                                          | 10.000     |
| 13       | 1 hora  | 42,1777                                    | 42,1592 | 40,8735 | 40.000                                          | 40.000     |
|          | 8 horas | 10,9123                                    | 9,12022 | 9,09053 | 10.000                                          | 10.000     |

Tabela 19: Concentrações máximas de Partículas Totais em Suspensão nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões de ambas as indústrias.

| Receptor | Período  | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|----------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |          | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 24 horas | 4,72697                                    | 4,26086 | 4,15034 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,59889                                    | 0,59889 | 0,59889 | 80                                              | 60         |
| 02       | 24 horas | 8,09289                                    | 6,06750 | 5,82102 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,71426                                    | 0,71426 | 0,71426 | 80                                              | 60         |
| 03       | 24 horas | 5,08761                                    | 3,95245 | 3,78138 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,64362                                    | 0,64362 | 0,64362 | 80                                              | 60         |
| 04       | 24 horas | 7,01847                                    | 5,52857 | 5,31651 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,27167                                    | 0,27167 | 0,27167 | 80                                              | 60         |
| 05       | 24 horas | 4,62061                                    | 3,22885 | 2,92665 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,15918                                    | 0,15918 | 0,15918 | 80                                              | 60         |
| 06       | 24 horas | 4,44963                                    | 3,32687 | 3,08409 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,51267                                    | 0,51267 | 0,51267 | 80                                              | 60         |
| 07       | 24 horas | 4,60383                                    | 3,08160 | 3,05679 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,56063                                    | 0,56063 | 0,56063 | 80                                              | 60         |
| 08       | 24 horas | 2,15457                                    | 1,79231 | 1,55336 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,19787                                    | 0,19787 | 0,19787 | 80                                              | 60         |
| 09       | 24 horas | 1,08839                                    | 1,02196 | 0,93384 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,12050                                    | 0,12050 | 0,12050 | 80                                              | 60         |
| 10       | 24 horas | 0,78845                                    | 0,66787 | 0,64744 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,07702                                    | 0,07702 | 0,07702 | 80                                              | 60         |
| 11       | 24 horas | 1,54267                                    | 1,41807 | 1,38764 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,20754                                    | 0,20754 | 0,20754 | 80                                              | 60         |
| 12       | 24 horas | 1,27889                                    | 1,19857 | 1,18080 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,22025                                    | 0,22025 | 0,22025 | 80                                              | 60         |
| 13       | 24 horas | 1,16939                                    | 1,01999 | 0,99415 | 240                                             | 150        |
|          | Anual    | 0,13022                                    | 0,13022 | 0,13022 | 80                                              | 60         |

Tabela 20: Concentrações máximas de Dióxido de Nitrogênio nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões de ambas as indústrias.

| Receptor | Período | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|---------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |         | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 1 hora  | 87,4313                                    | 66,9101 | 63,1020 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 1,73942                                    | 1,73942 | 1,73942 | 100                                             | 100        |
| 02       | 1 hora  | 60,0782                                    | 57,3299 | 54,3338 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 1,91222                                    | 1,91222 | 1,91222 | 100                                             | 100        |
| 03       | 1 hora  | 91,5227                                    | 79,1717 | 78,7143 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 2,00101                                    | 2,00101 | 2,00101 | 100                                             | 100        |
| 04       | 1 hora  | 140,504                                    | 138,807 | 128,710 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,71285                                    | 0,71285 | 0,71285 | 100                                             | 100        |
| 05       | 1 hora  | 72,3472                                    | 64,3330 | 62,2439 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,40431                                    | 0,40431 | 0,40431 | 100                                             | 100        |
| 06       | 1 hora  | 53,8837                                    | 53,0344 | 51,2592 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 1,60346                                    | 1,60346 | 1,60346 | 100                                             | 100        |
| 07       | 1 hora  | 69,3310                                    | 57,8920 | 55,9007 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 1,77340                                    | 1,77340 | 1,77340 | 100                                             | 100        |
| 08       | 1 hora  | 54,8430                                    | 53,2720 | 53,0070 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,73740                                    | 0,73740 | 0,73740 | 100                                             | 100        |
| 09       | 1 hora  | 30,2221                                    | 28,9720 | 28,6725 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,39881                                    | 0,39881 | 0,39881 | 100                                             | 100        |
| 10       | 1 hora  | 21,8216                                    | 21,6921 | 20,5759 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,26085                                    | 0,26085 | 0,26085 | 100                                             | 100        |
| 11       | 1 hora  | 52,0234                                    | 45,1651 | 44,9369 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,65458                                    | 0,65458 | 0,65458 | 100                                             | 100        |
| 12       | 1 hora  | 41,7813                                    | 38,8454 | 37,8032 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,68989                                    | 0,68989 | 0,68989 | 100                                             | 100        |
| 13       | 1 hora  | 41,1389                                    | 40,9453 | 40,8891 | 320                                             | 190        |
|          | Anual   | 0,45035                                    | 0,45035 | 0,45035 | 100                                             | 100        |

Tabela 21: Concentrações máximas de Dióxido de Enxofre nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões de ambas as indústrias.

| Receptor | Período  | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|----------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |          | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 24 horas | 2,59872                                    | 2,24992 | 2,16029 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,24639                                    | 0,24639 | 0,24639 | 80                                              | 40         |
| 02       | 24 horas | 4,50161                                    | 3,28152 | 2,60444 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,28094                                    | 0,28094 | 0,28094 | 80                                              | 40         |
| 03       | 24 horas | 2,80007                                    | 1,91775 | 1,78761 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,27548                                    | 0,27548 | 0,27548 | 80                                              | 40         |
| 04       | 24 horas | 1,87863                                    | 1,51898 | 0,91538 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,05730                                    | 0,05730 | 0,05730 | 80                                              | 40         |
| 05       | 24 horas | 2,29812                                    | 1,13404 | 0,68820 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,05390                                    | 0,05390 | 0,05390 | 80                                              | 40         |
| 06       | 24 horas | 2,21313                                    | 1,65535 | 1,61367 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,23611                                    | 0,23611 | 0,23611 | 80                                              | 40         |
| 07       | 24 horas | 2,36834                                    | 1,69706 | 1,61791 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,25986                                    | 0,25986 | 0,25986 | 80                                              | 40         |
| 08       | 24 horas | 1,24321                                    | 1,04184 | 0,91774 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,12323                                    | 0,12323 | 0,12323 | 80                                              | 40         |
| 09       | 24 horas | 0,56324                                    | 0,55938 | 0,53725 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,07403                                    | 0,07403 | 0,07403 | 80                                              | 40         |
| 10       | 24 horas | 0,42046                                    | 0,39562 | 0,36214 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,04105                                    | 0,04105 | 0,04105 | 80                                              | 40         |
| 11       | 24 horas | 0,89038                                    | 0,78127 | 0,75034 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,09924                                    | 0,09924 | 0,09924 | 80                                              | 40         |
| 12       | 24 horas | 1,07610                                    | 1,02446 | 1,00520 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,12338                                    | 0,12338 | 0,12338 | 80                                              | 40         |
| 13       | 24 horas | 0,64402                                    | 0,56424 | 0,56359 | 365                                             | 100        |
|          | Anual    | 0,08149                                    | 0,08149 | 0,08149 | 80                                              | 40         |

Tabela 22: Concentrações máximas de Enxofre Reduzido Total nos receptores discretos para todos os períodos analisados resultantes das emissões de ambas as indústrias.

| Receptor | Período | Concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |         |         | Padrão SEMA/CONAMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |            |
|----------|---------|--------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------|------------|
|          |         | 1ª Máx.                                    | 2ª Máx. | 3ª Máx. | Primário                                        | Secundário |
| 01       | 1 hora  | 3,87601                                    | 3,84922 | 3,70182 | ND                                              | ND         |
| 02       | 1 hora  | 3,16311                                    | 3,09262 | 2,77094 | ND                                              | ND         |
| 03       | 1 hora  | 4,10224                                    | 4,06009 | 4,05043 | ND                                              | ND         |
| 04       | 1 hora  | 10,2320                                    | 9,61977 | 9,04060 | ND                                              | ND         |
| 05       | 1 hora  | 4,28350                                    | 4,06030 | 3,98210 | ND                                              | ND         |
| 06       | 1 hora  | 2,57906                                    | 2,56298 | 2,48417 | ND                                              | ND         |
| 07       | 1 hora  | 3,11870                                    | 3,04602 | 3,03447 | ND                                              | ND         |
| 08       | 1 hora  | 0,56143                                    | 0,55538 | 0,55375 | ND                                              | ND         |
| 09       | 1 hora  | 0,68788                                    | 0,67116 | 0,67048 | ND                                              | ND         |
| 10       | 1 hora  | 0,46285                                    | 0,46067 | 0,45282 | ND                                              | ND         |
| 11       | 1 hora  | 1,26429                                    | 1,26228 | 1,26024 | ND                                              | ND         |
| 12       | 1 hora  | 0,98908                                    | 0,97889 | 0,95567 | ND                                              | ND         |
| 13       | 1 hora  | 0,73536                                    | 0,72523 | 0,71636 | ND                                              | ND         |

O poluente ERT não possui padrão CONAMA ou SEMA, mas as concentrações limites de percepção de gás variam bastante e são dependentes das características olfativas individuais de cada pessoa. O LMPO (limite médio de percepção do odor) representa o limite onde parte da população perceberá o odor e outra parte não (independentemente de identificação). Para fins de comparação foi adotado o LMPO do gás sulfídrico,  $\text{H}_2\text{S}$ , que possui o limite mais restritivo da tabela dos compostos sulfurosos, com  $6,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . O nível toxicidade desse composto é de  $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Além do exposto, comparar as concentrações de ERT contra o LMPO de  $\text{H}_2\text{S}$  é bastante conservador porque os demais compostos sulfurosos possuem peso molecular maior.

## 9 – CONCLUSÕES

As concentrações resultantes das emissões da unidade industrial de Ortigueira mostram que as concentrações de curto e de longo período dos poluentes CO, PTS e SO<sub>2</sub> apresentam, por ampla margem, conformidade ambiental com os respectivos padrões secundários (mais restritivo) de qualidade do ar definidos pela Resolução SEMA 54/2006.

As concentrações de curto período de NO<sub>2</sub> atenderam ao padrão primário de qualidade do ar em todos os receptores numéricos simulados. Informa-se ainda que o padrão secundário de qualidade do ar também foi atendido em todos os receptores. O padrão secundário foi atendido nas áreas onde, supostamente, seria uma exigência legal: as Terras Indígenas. Semelhantemente o padrão secundário foi atendido nas áreas urbanas dos municípios próximos. As concentrações de longo período de NO<sub>2</sub> atenderam o padrão secundário de qualidade do ar (mais restritivo).

O ERT não ultrapassou o LMPO, inclusive nos receptores discretos, portanto não apresenta incomodo à população.

Ao analisar os resultados das concentrações máximas referentes à unidade industrial de Telêmaco Borba e à de ambas as unidades, conclui-se que não há sinergismo entre a unidade industrial proposta em Ortigueira, e a unidade existente em Telêmaco Borba.

Isto significa que a fábrica futura não interfere significativamente nos resultados da fábrica existente e vice e versa.

Os resultados acima se baseiam nas premissas das simulações numéricas realizadas, por sua vez, baseadas nos projetos conceituais de engenharia. Caso o projeto receba a Licença Ambiental Prévia, se procederá a elaboração dos projetos de engenharia mais detalhada. Nesta oportunidade, há possibilidade de alteração de alguns parâmetros de emissão e de altura de chaminé que poderão alterar os resultados ora apresentados. Evidentemente que tais alterações não ocorrerão em detrimento dos resultados auspiciosos à qualidade do ar ora apresentados, pertinentes à unidade proposta em Ortigueira.



Devido ao atendimento a todos os padrões legais, nacionais e estaduais, de qualidade do ar aplicáveis ao projeto em análise, avalia-se em relação a este item que o mesmo pode receber a Licença Ambiental Prévia.





## 10 – EQUIPE TÉCNICA

George Lentz César Fruehauf

Sc.B. Matemática IM/UFRJ  
Sc.M. Meteorologia San Jose State U.;California EUA  
Ph.D. Geografia DG/FFLCH/USP.  
Eng. Ambiental Fac. Eng. / U.S.Marcos.  
CREB-SP: 5062008073

REGISTRO IBAMA: 573856

Daniel Constantino Zacharias

Sc.B Meteorologia IAG/USP  
Sc.M Meteorologia IAG/USP  
CREB-SP: 5063075757

REGISTRO IBAMA: 638533

Giulia De Salve

Analista Ambiental IAG/USP

REGISTRO IBAMA: 5239358

## **11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CONAMA 03/1990 – Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente

LAKES Environmental Software (2007).User's Guide ISC-AERMod View.

SEMA – Secretaria de Estado e de Recursos Hídricos do Estado do Paraná.  
Resolução 054/2006

US EPA (1987).Environmental Protection Agency, 1987.On-Site Meteorological  
Program Guidance for Regulatory Modeling Applications, EPA - 450/4-87-013.

US EPA (2007).AERMOD Modeling System (acesso 19/06/2007)

[http://www.epa.gov/scram001/dispersion\\_prefrec.htm#aermod](http://www.epa.gov/scram001/dispersion_prefrec.htm#aermod).

<http://www.atsdr.cdc.gov/mmg/mmg.asp?id=221&tid=40>



## ANEXO A

Tabelas com as 50 concentrações máximas<sup>5</sup>

**Tabela A-1: Média de 1h da concentração de CO (µg/m3) referente às emissões da unidade Klabin Telêmaco Borba.**

| RANK | CONC       | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC      | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    |
|------|------------|---------------|-----------------------------|------|-----------|---------------|-----------------------------|
| 1.   | 1007.16797 | (11021103) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 26.  | 554.96369 | (08101604) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC |
| 2.   | 820.77121  | (07021005) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 27.  | 551.91918 | (11102804) AT | ( 542000.00, 7316500.00) GC |
| 3.   | 749.82289  | (08021324) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC | 28.  | 551.38326 | (10050623) AT | ( 541500.00, 7315500.00) GC |
| 4.   | 692.36826  | (10031008) AT | ( 541000.00, 7314500.00) GC | 29.  | 546.75151 | (08101604) AT | ( 541500.00, 7314500.00) GC |
| 5.   | 690.80356  | (10050623) AT | ( 542000.00, 7316500.00) GC | 30.  | 546.61092 | (07102801) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 6.   | 677.21044  | (09030303) AT | ( 540500.00, 7315500.00) GC | 31.  | 544.66372 | (07072309) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 7.   | 672.33721  | (08021324) AT | ( 542000.00, 7316500.00) GC | 32.  | 542.17350 | (09020123) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC |
| 8.   | 664.04241  | (07031010) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 33.  | 540.32339 | (07120223) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 9.   | 659.74490  | (08072003) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 34.  | 538.83279 | (07123110) AT | ( 547000.00, 7310000.00) GC |
| 10.  | 658.35569  | (08101604) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 35.  | 538.37332 | (08101423) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 11.  | 650.87123  | (10050623) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC | 36.  | 533.22335 | (07021007) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 12.  | 643.73233  | (10120803) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 37.  | 530.62660 | (09050623) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 13.  | 640.56635  | (09080403) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 38.  | 529.54291 | (07041604) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 14.  | 637.54248  | (11022519) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 39.  | 526.03981 | (11102804) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC |
| 15.  | 628.26163  | (07031123) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 40.  | 525.48816 | (10102901) AT | ( 542000.00, 7316500.00) GC |
| 16.  | 622.48732  | (09030310) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 41.  | 522.28044 | (09091205) AT | ( 536000.00, 7307000.00) GC |
| 17.  | 620.54530  | (10122024) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 42.  | 520.70774 | (11103001) AT | ( 547000.00, 7310000.00) GC |
| 18.  | 607.92354  | (10021111) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 43.  | 520.61007 | (09110402) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC |
| 19.  | 594.22525  | (09071807) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 44.  | 519.97604 | (10031008) AT | ( 541500.00, 7315500.00) GC |
| 20.  | 592.93495  | (11061323) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 45.  | 519.18076 | (08070306) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC |
| 21.  | 587.41755  | (11021406) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 46.  | 516.98337 | (10031008) AT | ( 542000.00, 7316500.00) GC |
| 22.  | 586.99973  | (11122303) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 47.  | 516.26219 | (07051301) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 23.  | 577.19303  | (07061804) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 48.  | 515.63330 | (07123110) AT | ( 544500.00, 7310500.00) GC |
| 24.  | 575.01312  | (11100204) AT | ( 540500.00, 7315500.00) GC | 49.  | 512.67058 | (09042524) AT | ( 541000.00, 7316500.00) GC |
| 25.  | 555.60400  | (11093001) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 50.  | 510.71377 | (08021324) AT | ( 541500.00, 7315500.00) GC |

<sup>5</sup> Nota: separação das casas decimais por ponto “.”



**Tabela A-2: Média de 8h da concentração de CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) referente às emissões da unidade Klabin Telêmaco Borba.**

| RANK | CONC      | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                  |
|------|-----------|---------------|-----------------------------|------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1.   | 180.67330 | (08070208) AT | ( 544000.00, 7314000.00) GC | 26.  | 131.90950          | (10022208) AT ( 544500.00, 7310500.00) GC |
| 2.   | 179.97764 | (08060608) AT | ( 548000.00, 7310500.00) GC | 27.  | 130.80675          | (08060608) AT ( 549000.00, 7310500.00) GC |
| 3.   | 169.36585 | (07021008) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 28.  | 129.70880          | (09052308) AT ( 536000.00, 7307000.00) GC |
| 4.   | 157.82218 | (07061808) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 29.  | 128.61669          | (11021408) AT ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 5.   | 157.48786 | (07081008) AT | ( 536000.00, 7304500.00) GC | 30.  | 128.05562          | (08071908) AT ( 546500.00, 7310000.00) GC |
| 6.   | 155.01156 | (10051808) AT | ( 536000.00, 7307000.00) GC | 31.  | 127.77390          | (07081008) AT ( 535000.00, 7303000.00) GC |
| 7.   | 154.25034 | (08070208) AT | ( 547500.00, 7316000.00) GC | 32.  | 126.74701          | (09030608) AT ( 541500.00, 7315500.00) GC |
| 8.   | 147.38329 | (10022208) AT | ( 548000.00, 7310500.00) GC | 33.  | 126.00768          | (11021108) AT ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 9.   | 146.99316 | (09030608) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC | 34.  | 125.42092          | (07061808) AT ( 544000.00, 7314000.00) GC |
| 10.  | 145.59885 | (07061808) AT | ( 544000.00, 7314500.00) GC | 35.  | 125.35108          | (11062008) AT ( 536000.00, 7304500.00) GC |
| 11.  | 145.12759 | (09071808) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 36.  | 124.39741          | (08090308) AT ( 536000.00, 7304500.00) GC |
| 12.  | 144.55680 | (07060608) AT | ( 537500.00, 7316500.00) GC | 37.  | 124.38834          | (08070308) AT ( 540500.00, 7315500.00) GC |
| 13.  | 144.12474 | (08060608) AT | ( 548000.00, 7310000.00) GC | 38.  | 123.66150          | (11022208) AT ( 547000.00, 7310000.00) GC |
| 14.  | 144.00162 | (08060608) AT | ( 544500.00, 7310500.00) GC | 39.  | 123.24714          | (08072008) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 15.  | 143.13386 | (07081008) AT | ( 536500.00, 7306500.00) GC | 40.  | 123.24331          | (09030608) AT ( 542000.00, 7316500.00) GC |
| 16.  | 142.37540 | (08070208) AT | ( 549000.00, 7316500.00) GC | 41.  | 122.14783          | (09070908) AT ( 536500.00, 7306500.00) GC |
| 17.  | 141.02787 | (08071908) AT | ( 548000.00, 7310000.00) GC | 42.  | 121.46250          | (09052308) AT ( 534500.00, 7306000.00) GC |
| 18.  | 137.79572 | (08060608) AT | ( 548500.00, 7310500.00) GC | 43.  | 120.79196          | (11021408) AT ( 545000.00, 7310000.00) GC |
| 19.  | 137.62962 | (08070208) AT | ( 546500.00, 7315000.00) GC | 44.  | 120.44333          | (08070208) AT ( 549500.00, 7317000.00) GC |
| 20.  | 136.92889 | (08071908) AT | ( 547000.00, 7310000.00) GC | 45.  | 120.40170          | (08070308) AT ( 540000.00, 7316000.00) GC |
| 21.  | 136.66666 | (07062408) AT | ( 545000.00, 7310000.00) GC | 46.  | 120.02909          | (08060708) AT ( 545000.00, 7310000.00) GC |
| 22.  | 135.87492 | (08060608) AT | ( 549500.00, 7310000.00) GC | 47.  | 119.95447          | (09030608) AT ( 542500.00, 7317000.00) GC |
| 23.  | 134.86830 | (11022208) AT | ( 545000.00, 7310000.00) GC | 48.  | 119.70479          | (08060708) AT ( 547000.00, 7310000.00) GC |
| 24.  | 134.44540 | (11122008) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 49.  | 118.84702          | (08070208) AT ( 547000.00, 7316000.00) GC |
| 25.  | 132.71871 | (07081008) AT | ( 535500.00, 7304000.00) GC | 50.  | 118.72854          | (08070208) AT ( 548500.00, 7316000.00) GC |



**Tabela A-3: Média de 24h da concentração de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) referente às emissões da unidade Klabin Telêmaco Borba.**

| RANK | CONC     | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT     | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    |
|------|----------|---------------|-----------------------------|------|------------------------|-----------------------------|
| 1.   | 20.85128 | (07021024) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 26.  | 11.90829 (10051824) AT | ( 536000.00, 7307000.00) GC |
| 2.   | 16.62177 | (08070224) AT | ( 544000.00, 7314000.00) GC | 27.  | 11.89149 (07061824) AT | ( 543500.00, 7314000.00) GC |
| 3.   | 16.42414 | (09030624) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC | 28.  | 11.89100 (10010524) AT | ( 545000.00, 7309500.00) GC |
| 4.   | 16.06705 | (08060624) AT | ( 548000.00, 7310500.00) GC | 29.  | 11.88387 (09052324) AT | ( 536000.00, 7307000.00) GC |
| 5.   | 15.86832 | (08060624) AT | ( 544500.00, 7310500.00) GC | 30.  | 11.83497 (08052224) AT | ( 546500.00, 7309500.00) GC |
| 6.   | 15.76429 | (07060624) AT | ( 537500.00, 7316500.00) GC | 31.  | 11.76137 (10022224) AT | ( 548000.00, 7310500.00) GC |
| 7.   | 15.03062 | (07081024) AT | ( 536500.00, 7306500.00) GC | 32.  | 11.69397 (07061824) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 8.   | 14.52030 | (09030624) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC | 33.  | 11.62472 (07082424) AT | ( 536500.00, 7306500.00) GC |
| 9.   | 13.86307 | (08060624) AT | ( 548000.00, 7310000.00) GC | 34.  | 11.60929 (10010524) AT | ( 546500.00, 7309500.00) GC |
| 10.  | 13.68705 | (08060624) AT | ( 547000.00, 7310000.00) GC | 35.  | 11.59072 (08060624) AT | ( 547500.00, 7310000.00) GC |
| 11.  | 13.57868 | (08060624) AT | ( 548500.00, 7310500.00) GC | 36.  | 11.56836 (08052224) AT | ( 545000.00, 7310000.00) GC |
| 12.  | 13.45201 | (09030624) AT | ( 542000.00, 7316500.00) GC | 37.  | 11.52272 (08051624) AT | ( 540000.00, 7310500.00) GC |
| 13.  | 13.39664 | (10010524) AT | ( 545000.00, 7310000.00) GC | 38.  | 11.46749 (09052624) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 14.  | 13.18543 | (09030624) AT | ( 541000.00, 7314500.00) GC | 39.  | 11.46027 (07061824) AT | ( 544000.00, 7314000.00) GC |
| 15.  | 13.17276 | (07081024) AT | ( 536000.00, 7304500.00) GC | 40.  | 11.42515 (08060624) AT | ( 549500.00, 7310000.00) GC |
| 16.  | 13.06242 | (11090924) AT | ( 545000.00, 7310000.00) GC | 41.  | 11.42436 (07040724) AT | ( 536500.00, 7306500.00) GC |
| 17.  | 12.97772 | (09030624) AT | ( 541500.00, 7315500.00) GC | 42.  | 11.36742 (09080624) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 18.  | 12.91461 | (11062024) AT | ( 536500.00, 7304000.00) GC | 43.  | 11.34411 (07060524) AT | ( 537500.00, 7316500.00) GC |
| 19.  | 12.62729 | (07060624) AT | ( 537500.00, 7316000.00) GC | 44.  | 11.33159 (10090424) AT | ( 536500.00, 7306500.00) GC |
| 20.  | 12.56814 | (08070224) AT | ( 547500.00, 7316000.00) GC | 45.  | 11.31931 (07062424) AT | ( 548000.00, 7310000.00) GC |
| 21.  | 12.43142 | (10021424) AT | ( 536500.00, 7306500.00) GC | 46.  | 11.27682 (09060224) AT | ( 540500.00, 7314000.00) GC |
| 22.  | 12.42740 | (11062024) AT | ( 536000.00, 7304500.00) GC | 47.  | 11.25458 (11062024) AT | ( 536000.00, 7303000.00) GC |
| 23.  | 12.37332 | (11021424) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 48.  | 11.23217 (11062024) AT | ( 536000.00, 7302500.00) GC |
| 24.  | 12.17034 | (08052124) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 49.  | 11.11592 (07021024) AT | ( 545000.00, 7309000.00) GC |
| 25.  | 11.98483 | (08090424) AT | ( 536000.00, 7307000.00) GC | 50.  | 11.06554 (11062024) AT | ( 537000.00, 7304500.00) GC |



**Tabela A-4: Média anual da concentração de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) referente às emissões da unidade Klabin Telêmaco Borba.**

| RANK | CONC    | (YYMMDDHH) AT  | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                |
|------|---------|----------------|--------------------------|------|--------------------|-----------------------------------------|
| 1.   | 1.15253 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309310.00) | 26.  | 0.77316            | (000000005) AT ( 507000.00, 7294000.00) |
| 2.   | 1.12807 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309770.00) | 27.  | 0.77229            | (000000005) AT ( 507500.00, 7294000.00) |
| 3.   | 1.05299 | (000000005) AT | ( 538270.00, 7309180.00) | 28.  | 0.77166            | (000000005) AT ( 508000.00, 7294000.00) |
| 4.   | 0.92739 | (000000005) AT | ( 540000.00, 7312000.00) | 29.  | 0.75958            | (000000005) AT ( 508500.00, 7294000.00) |
| 5.   | 0.89201 | (000000005) AT | ( 540170.00, 7312640.00) | 30.  | 0.75621            | (000000005) AT ( 509000.00, 7294000.00) |
| 6.   | 0.88412 | (000000005) AT | ( 537790.00, 7309530.00) | 31.  | 0.75142            | (000000005) AT ( 509500.00, 7294000.00) |
| 7.   | 0.87804 | (000000005) AT | ( 537890.00, 7309240.00) | 32.  | 0.74254            | (000000005) AT ( 510000.00, 7294000.00) |
| 8.   | 0.86814 | (000000005) AT | ( 524348.00, 7296249.00) | 33.  | 0.74055            | (000000005) AT ( 510500.00, 7294000.00) |
| 9.   | 0.85819 | (000000005) AT | ( 507468.00, 7322638.00) | 34.  | 0.73798            | (000000005) AT ( 511000.00, 7294000.00) |
| 10.  | 0.85773 | (000000005) AT | ( 525227.00, 7344095.00) | 35.  | 0.73619            | (000000005) AT ( 511500.00, 7294000.00) |
| 11.  | 0.85700 | (000000005) AT | ( 526426.00, 7320843.00) | 36.  | 0.73227            | (000000005) AT ( 512000.00, 7294000.00) |
| 12.  | 0.85492 | (000000005) AT | ( 523313.00, 7326283.00) | 37.  | 0.73117            | (000000005) AT ( 512500.00, 7294000.00) |
| 13.  | 0.85358 | (000000005) AT | ( 503655.00, 7319591.00) | 38.  | 0.73054            | (000000005) AT ( 513000.00, 7294000.00) |
| 14.  | 0.84954 | (000000005) AT | ( 501000.00, 7294000.00) | 39.  | 0.72308            | (000000005) AT ( 513500.00, 7294000.00) |
| 15.  | 0.83871 | (000000005) AT | ( 501500.00, 7294000.00) | 40.  | 0.70681            | (000000005) AT ( 514000.00, 7294000.00) |
| 16.  | 0.83636 | (000000005) AT | ( 502000.00, 7294000.00) | 41.  | 0.70511            | (000000005) AT ( 514500.00, 7294000.00) |
| 17.  | 0.83037 | (000000005) AT | ( 502500.00, 7294000.00) | 42.  | 0.69783            | (000000005) AT ( 515000.00, 7294000.00) |
| 18.  | 0.82506 | (000000005) AT | ( 503000.00, 7294000.00) | 43.  | 0.69659            | (000000005) AT ( 515500.00, 7294000.00) |
| 19.  | 0.82493 | (000000005) AT | ( 503500.00, 7294000.00) | 44.  | 0.69416            | (000000005) AT ( 516000.00, 7294000.00) |
| 20.  | 0.81763 | (000000005) AT | ( 504000.00, 7294000.00) | 45.  | 0.69142            | (000000005) AT ( 516500.00, 7294000.00) |
| 21.  | 0.81523 | (000000005) AT | ( 504500.00, 7294000.00) | 46.  | 0.68920            | (000000005) AT ( 517000.00, 7294000.00) |
| 22.  | 0.79224 | (000000005) AT | ( 505000.00, 7294000.00) | 47.  | 0.68591            | (000000005) AT ( 517500.00, 7294000.00) |
| 23.  | 0.77925 | (000000005) AT | ( 505500.00, 7294000.00) | 48.  | 0.68147            | (000000005) AT ( 518000.00, 7294000.00) |
| 24.  | 0.77565 | (000000005) AT | ( 506000.00, 7294000.00) | 49.  | 0.67770            | (000000005) AT ( 518500.00, 7294000.00) |
| 25.  | 0.77465 | (000000005) AT | ( 506500.00, 7294000.00) | 50.  | 0.67591            | (000000005) AT ( 519000.00, 7294000.00) |



**Tabela A-5: Média de 1h da concentração de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) referente às emissões da unidade Klabin Telêmaco Borba.**

| RANK | CONC      | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                  |
|------|-----------|---------------|-----------------------------|------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1.   | 849.65956 | (11021103) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 26.  | 487.78417          | (11061323) AT ( 542500.00, 7316500.00) GC |
| 2.   | 709.53075 | (07021005) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 27.  | 486.24384          | (11122303) AT ( 542500.00, 7316500.00) GC |
| 3.   | 635.91072 | (08021324) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC | 28.  | 484.81097          | (11100204) AT ( 540500.00, 7315500.00) GC |
| 4.   | 626.17408 | (10031008) AT | ( 541000.00, 7314500.00) GC | 29.  | 482.45848          | (07061804) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 5.   | 586.08105 | (10050623) AT | ( 542000.00, 7316500.00) GC | 30.  | 482.06630          | (11102804) AT ( 542000.00, 7316500.00) GC |
| 6.   | 572.67158 | (08021324) AT | ( 542000.00, 7316500.00) GC | 31.  | 473.40116          | (09020123) AT ( 541500.00, 7314500.00) GC |
| 7.   | 568.37059 | (09030303) AT | ( 540500.00, 7315500.00) GC | 32.  | 470.60544          | (07110409) AT ( 544000.00, 7314000.00) GC |
| 8.   | 550.34207 | (10050623) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC | 33.  | 469.93784          | (11093001) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 9.   | 544.58874 | (08101604) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 34.  | 469.67589          | (08070201) AT ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 10.  | 542.82860 | (07031010) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 35.  | 462.59161          | (09020123) AT ( 542500.00, 7316500.00) GC |
| 11.  | 538.13334 | (08072003) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 36.  | 458.58952          | (10050623) AT ( 541500.00, 7315500.00) GC |
| 12.  | 537.67192 | (10120803) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 37.  | 454.81404          | (11102804) AT ( 541500.00, 7315000.00) GC |
| 13.  | 535.56508 | (09080403) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 38.  | 454.11033          | (07072309) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 14.  | 530.58756 | (08101423) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 39.  | 453.11559          | (10102901) AT ( 542000.00, 7316500.00) GC |
| 15.  | 525.01891 | (11021406) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 40.  | 452.35955          | (07102801) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 16.  | 524.25283 | (08101604) AT | ( 541500.00, 7314500.00) GC | 41.  | 451.48364          | (07041604) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 17.  | 520.22748 | (11022519) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 42.  | 450.87260          | (07120223) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 18.  | 512.01477 | (07031123) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 43.  | 450.27147          | (09091205) AT ( 536000.00, 7307000.00) GC |
| 19.  | 507.79326 | (10122024) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 44.  | 449.75012          | (11032705) AT ( 542000.00, 7316500.00) GC |
| 20.  | 507.01898 | (09030310) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 45.  | 444.55258          | (10010423) AT ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 21.  | 506.88028 | (07021007) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 46.  | 444.06218          | (07123110) AT ( 547000.00, 7310000.00) GC |
| 22.  | 502.47096 | (10021111) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 47.  | 443.98383          | (07123110) AT ( 544500.00, 7310500.00) GC |
| 23.  | 493.46590 | (09071807) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 48.  | 441.83645          | (09110402) AT ( 542500.00, 7316500.00) GC |
| 24.  | 488.91975 | (09030309) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 49.  | 441.19003          | (10010509) AT ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 25.  | 487.83497 | (08101604) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC | 50.  | 439.78340          | (08102402) AT ( 542500.00, 7310000.00) GC |



**Tabela A-6: Média anual da concentração de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) referente às emissões da unidade Klabin Telêmaco Borba.**

| RANK | CONC    | (YYMMDDHH) AT  | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                |
|------|---------|----------------|--------------------------|------|--------------------|-----------------------------------------|
| 1.   | 4.26526 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309310.00) | 26.  | 2.60398            | (000000005) AT ( 507000.00, 7294000.00) |
| 2.   | 4.04122 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309770.00) | 27.  | 2.58491            | (000000005) AT ( 507500.00, 7294000.00) |
| 3.   | 3.44653 | (000000005) AT | ( 538270.00, 7309180.00) | 28.  | 2.58129            | (000000005) AT ( 508000.00, 7294000.00) |
| 4.   | 3.24166 | (000000005) AT | ( 540000.00, 7312000.00) | 29.  | 2.57808            | (000000005) AT ( 508500.00, 7294000.00) |
| 5.   | 3.23107 | (000000005) AT | ( 540170.00, 7312640.00) | 30.  | 2.56988            | (000000005) AT ( 509000.00, 7294000.00) |
| 6.   | 3.15914 | (000000005) AT | ( 537790.00, 7309530.00) | 31.  | 2.56465            | (000000005) AT ( 509500.00, 7294000.00) |
| 7.   | 3.12888 | (000000005) AT | ( 537890.00, 7309240.00) | 32.  | 2.55803            | (000000005) AT ( 510000.00, 7294000.00) |
| 8.   | 3.04049 | (000000005) AT | ( 524348.00, 7296249.00) | 33.  | 2.53528            | (000000005) AT ( 510500.00, 7294000.00) |
| 9.   | 2.99785 | (000000005) AT | ( 507468.00, 7322638.00) | 34.  | 2.52855            | (000000005) AT ( 511000.00, 7294000.00) |
| 10.  | 2.97886 | (000000005) AT | ( 525227.00, 7344095.00) | 35.  | 2.50606            | (000000005) AT ( 511500.00, 7294000.00) |
| 11.  | 2.96026 | (000000005) AT | ( 526426.00, 7320843.00) | 36.  | 2.50214            | (000000005) AT ( 512000.00, 7294000.00) |
| 12.  | 2.90889 | (000000005) AT | ( 523313.00, 7326283.00) | 37.  | 2.48828            | (000000005) AT ( 512500.00, 7294000.00) |
| 13.  | 2.90808 | (000000005) AT | ( 503655.00, 7319591.00) | 38.  | 2.47930            | (000000005) AT ( 513000.00, 7294000.00) |
| 14.  | 2.87766 | (000000005) AT | ( 501000.00, 7294000.00) | 39.  | 2.47427            | (000000005) AT ( 513500.00, 7294000.00) |
| 15.  | 2.87153 | (000000005) AT | ( 501500.00, 7294000.00) | 40.  | 2.46797            | (000000005) AT ( 514000.00, 7294000.00) |
| 16.  | 2.86612 | (000000005) AT | ( 502000.00, 7294000.00) | 41.  | 2.46583            | (000000005) AT ( 514500.00, 7294000.00) |
| 17.  | 2.84465 | (000000005) AT | ( 502500.00, 7294000.00) | 42.  | 2.44764            | (000000005) AT ( 515000.00, 7294000.00) |
| 18.  | 2.80369 | (000000005) AT | ( 503000.00, 7294000.00) | 43.  | 2.39777            | (000000005) AT ( 515500.00, 7294000.00) |
| 19.  | 2.73422 | (000000005) AT | ( 503500.00, 7294000.00) | 44.  | 2.39760            | (000000005) AT ( 516000.00, 7294000.00) |
| 20.  | 2.72736 | (000000005) AT | ( 504000.00, 7294000.00) | 45.  | 2.39449            | (000000005) AT ( 516500.00, 7294000.00) |
| 21.  | 2.69257 | (000000005) AT | ( 504500.00, 7294000.00) | 46.  | 2.38593            | (000000005) AT ( 517000.00, 7294000.00) |
| 22.  | 2.66868 | (000000005) AT | ( 505000.00, 7294000.00) | 47.  | 2.37286            | (000000005) AT ( 517500.00, 7294000.00) |
| 23.  | 2.65374 | (000000005) AT | ( 505500.00, 7294000.00) | 48.  | 2.33157            | (000000005) AT ( 518000.00, 7294000.00) |
| 24.  | 2.62232 | (000000005) AT | ( 506000.00, 7294000.00) | 49.  | 2.32982            | (000000005) AT ( 518500.00, 7294000.00) |
| 25.  | 2.61426 | (000000005) AT | ( 506500.00, 7294000.00) | 50.  | 2.32280            | (000000005) AT ( 519000.00, 7294000.00) |





**Tabela A-7: Média de 24h da concentração de SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) referente às emissões da unidade Klabin Telêmaco Borba.**

| RANK | CONC     | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                  |
|------|----------|---------------|-----------------------------|------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1.   | 16.26683 | (07021024) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 26.  | 8.02489            | (07123124) AT ( 544500.00, 7310500.00) GC |
| 2.   | 12.13165 | (08070224) AT | ( 544000.00, 7314000.00) GC | 27.  | 7.93514            | (08052224) AT ( 545000.00, 7310000.00) GC |
| 3.   | 11.32448 | (09030624) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC | 28.  | 7.91443            | (10021424) AT ( 536500.00, 7306500.00) GC |
| 4.   | 11.01913 | (08060624) AT | ( 548000.00, 7310500.00) GC | 29.  | 7.84498            | (07061824) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 5.   | 10.97327 | (08060624) AT | ( 544500.00, 7310500.00) GC | 30.  | 7.81512            | (08090424) AT ( 536000.00, 7307000.00) GC |
| 6.   | 10.45239 | (07060624) AT | ( 537500.00, 7316500.00) GC | 31.  | 7.81426            | (10022224) AT ( 548000.00, 7310500.00) GC |
| 7.   | 9.98423  | (07081024) AT | ( 536500.00, 7306500.00) GC | 32.  | 7.71689            | (08051624) AT ( 540000.00, 7310500.00) GC |
| 8.   | 9.83647  | (09030624) AT | ( 542000.00, 7316500.00) GC | 33.  | 7.66783            | (07030324) AT ( 538000.00, 7316500.00) GC |
| 9.   | 9.80072  | (11090924) AT | ( 545000.00, 7310000.00) GC | 34.  | 7.62440            | (07062424) AT ( 548000.00, 7310000.00) GC |
| 10.  | 9.41615  | (09030624) AT | ( 541500.00, 7315500.00) GC | 35.  | 7.57270            | (08021324) AT ( 541500.00, 7315000.00) GC |
| 11.  | 8.90361  | (10010524) AT | ( 545000.00, 7310000.00) GC | 36.  | 7.54040            | (10010524) AT ( 546500.00, 7309500.00) GC |
| 12.  | 8.89609  | (08060624) AT | ( 548500.00, 7310500.00) GC | 37.  | 7.43782            | (11090924) AT ( 547000.00, 7309500.00) GC |
| 13.  | 8.59623  | (08060624) AT | ( 547000.00, 7310000.00) GC | 38.  | 7.42128            | (07062424) AT ( 548000.00, 7310500.00) GC |
| 14.  | 8.54895  | (07081024) AT | ( 536000.00, 7304500.00) GC | 39.  | 7.37945            | (07021024) AT ( 545000.00, 7309000.00) GC |
| 15.  | 8.49097  | (11062024) AT | ( 536000.00, 7304500.00) GC | 40.  | 7.30748            | (07061824) AT ( 544000.00, 7314500.00) GC |
| 16.  | 8.47092  | (07040724) AT | ( 536500.00, 7306500.00) GC | 41.  | 7.28859            | (10060424) AT ( 536500.00, 7306500.00) GC |
| 17.  | 8.33620  | (11062024) AT | ( 536500.00, 7304000.00) GC | 42.  | 7.23674            | (07060624) AT ( 537500.00, 7316000.00) GC |
| 18.  | 8.31217  | (09052324) AT | ( 536000.00, 7307000.00) GC | 43.  | 7.23119            | (07061824) AT ( 544000.00, 7314000.00) GC |
| 19.  | 8.31195  | (08060624) AT | ( 548000.00, 7310000.00) GC | 44.  | 7.22710            | (07060624) AT ( 538000.00, 7316500.00) GC |
| 20.  | 8.30069  | (09030624) AT | ( 541000.00, 7314500.00) GC | 45.  | 7.20084            | (07060524) AT ( 537500.00, 7316500.00) GC |
| 21.  | 8.22366  | (08070224) AT | ( 547500.00, 7316000.00) GC | 46.  | 7.17951            | (10042024) AT ( 544500.00, 7310500.00) GC |
| 22.  | 8.22049  | (10051824) AT | ( 536000.00, 7307000.00) GC | 47.  | 7.17645            | (07061824) AT ( 543500.00, 7314000.00) GC |
| 23.  | 8.20949  | (08052224) AT | ( 546500.00, 7309500.00) GC | 48.  | 7.15338            | (09050524) AT ( 549500.00, 7312000.00) GC |
| 24.  | 8.15999  | (11021424) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 49.  | 7.14244            | (11062024) AT ( 536000.00, 7302500.00) GC |
| 25.  | 8.07096  | (07082424) AT | ( 536500.00, 7306500.00) GC | 50.  | 7.13887            | (08060624) AT ( 547500.00, 7310000.00) GC |



**Tabela A-8: Média de anual da concentração de SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) referente às emissões da unidade Klabin Telêmaco Borba.**

| RANK | CONC    | (YYMMDDHH) AT  | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                |
|------|---------|----------------|--------------------------|------|--------------------|-----------------------------------------|
| 1.   | 0.72299 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309310.00) | 26.  | 0.41424            | (000000005) AT ( 507000.00, 7294000.00) |
| 2.   | 0.68457 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309770.00) | 27.  | 0.41026            | (000000005) AT ( 507500.00, 7294000.00) |
| 3.   | 0.54310 | (000000005) AT | ( 538270.00, 7309180.00) | 28.  | 0.40421            | (000000005) AT ( 508000.00, 7294000.00) |
| 4.   | 0.53512 | (000000005) AT | ( 540000.00, 7312000.00) | 29.  | 0.39926            | (000000005) AT ( 508500.00, 7294000.00) |
| 5.   | 0.52992 | (000000005) AT | ( 540170.00, 7312640.00) | 30.  | 0.39471            | (000000005) AT ( 509000.00, 7294000.00) |
| 6.   | 0.51737 | (000000005) AT | ( 537790.00, 7309530.00) | 31.  | 0.39303            | (000000005) AT ( 509500.00, 7294000.00) |
| 7.   | 0.50442 | (000000005) AT | ( 537890.00, 7309240.00) | 32.  | 0.39010            | (000000005) AT ( 510000.00, 7294000.00) |
| 8.   | 0.49727 | (000000005) AT | ( 524348.00, 7296249.00) | 33.  | 0.37954            | (000000005) AT ( 510500.00, 7294000.00) |
| 9.   | 0.48768 | (000000005) AT | ( 507468.00, 7322638.00) | 34.  | 0.37787            | (000000005) AT ( 511000.00, 7294000.00) |
| 10.  | 0.48047 | (000000005) AT | ( 525227.00, 7344095.00) | 35.  | 0.37487            | (000000005) AT ( 511500.00, 7294000.00) |
| 11.  | 0.47328 | (000000005) AT | ( 526426.00, 7320843.00) | 36.  | 0.37473            | (000000005) AT ( 512000.00, 7294000.00) |
| 12.  | 0.47298 | (000000005) AT | ( 523313.00, 7326283.00) | 37.  | 0.37320            | (000000005) AT ( 512500.00, 7294000.00) |
| 13.  | 0.46494 | (000000005) AT | ( 503655.00, 7319591.00) | 38.  | 0.36911            | (000000005) AT ( 513000.00, 7294000.00) |
| 14.  | 0.46398 | (000000005) AT | ( 501000.00, 7294000.00) | 39.  | 0.36434            | (000000005) AT ( 513500.00, 7294000.00) |
| 15.  | 0.45395 | (000000005) AT | ( 501500.00, 7294000.00) | 40.  | 0.36224            | (000000005) AT ( 514000.00, 7294000.00) |
| 16.  | 0.44729 | (000000005) AT | ( 502000.00, 7294000.00) | 41.  | 0.36138            | (000000005) AT ( 514500.00, 7294000.00) |
| 17.  | 0.44591 | (000000005) AT | ( 502500.00, 7294000.00) | 42.  | 0.36138            | (000000005) AT ( 515000.00, 7294000.00) |
| 18.  | 0.43550 | (000000005) AT | ( 503000.00, 7294000.00) | 43.  | 0.36023            | (000000005) AT ( 515500.00, 7294000.00) |
| 19.  | 0.43050 | (000000005) AT | ( 503500.00, 7294000.00) | 44.  | 0.35953            | (000000005) AT ( 516000.00, 7294000.00) |
| 20.  | 0.42546 | (000000005) AT | ( 504000.00, 7294000.00) | 45.  | 0.35950            | (000000005) AT ( 516500.00, 7294000.00) |
| 21.  | 0.42371 | (000000005) AT | ( 504500.00, 7294000.00) | 46.  | 0.35551            | (000000005) AT ( 517000.00, 7294000.00) |
| 22.  | 0.41994 | (000000005) AT | ( 505000.00, 7294000.00) | 47.  | 0.34785            | (000000005) AT ( 517500.00, 7294000.00) |
| 23.  | 0.41885 | (000000005) AT | ( 505500.00, 7294000.00) | 48.  | 0.34342            | (000000005) AT ( 518000.00, 7294000.00) |
| 24.  | 0.41642 | (000000005) AT | ( 506000.00, 7294000.00) | 49.  | 0.34092            | (000000005) AT ( 518500.00, 7294000.00) |
| 25.  | 0.41474 | (000000005) AT | ( 506500.00, 7294000.00) | 50.  | 0.33919            | (000000005) AT ( 519000.00, 7294000.00) |



**Tabela A-9: Média de 1h da concentração de ETR ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) referente às emissões da unidade Klabin Telêmaco Borba.**

| RANK | CONC     | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                  |
|------|----------|---------------|-----------------------------|------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1.   | 18.68145 | (07041223) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 26.  | 13.95755           | (09061709) AT ( 540500.00, 7315000.00) GC |
| 2.   | 18.57343 | (10102902) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 27.  | 13.91926           | (09030603) AT ( 541500.00, 7314000.00) GC |
| 3.   | 16.60511 | (10102309) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 28.  | 13.86567           | (09110402) AT ( 541000.00, 7314000.00) GC |
| 4.   | 16.50844 | (10102903) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 29.  | 13.86295           | (08062907) AT ( 541500.00, 7314000.00) GC |
| 5.   | 16.28322 | (07030224) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 30.  | 13.85352           | (10022308) AT ( 542000.00, 7310000.00) GC |
| 6.   | 16.20592 | (10041608) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC | 31.  | 13.85159           | (09060203) AT ( 540500.00, 7315000.00) GC |
| 7.   | 16.13576 | (11011309) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC | 32.  | 13.84219           | (09030611) AT ( 540500.00, 7313500.00) GC |
| 8.   | 15.83793 | (08052009) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 33.  | 13.80152           | (08021310) AT ( 541000.00, 7314000.00) GC |
| 9.   | 15.74979 | (09100303) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC | 34.  | 13.72924           | (08102321) AT ( 541000.00, 7314000.00) GC |
| 10.  | 15.73128 | (10031008) AT | ( 540500.00, 7313500.00) GC | 35.  | 13.70438           | (09080403) AT ( 541000.00, 7314000.00) GC |
| 11.  | 15.72595 | (08102923) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC | 36.  | 13.69026           | (10112002) AT ( 542500.00, 7309500.00) GC |
| 12.  | 15.65841 | (10082924) AT | ( 540500.00, 7315000.00) GC | 37.  | 13.68215           | (10111807) AT ( 541000.00, 7314000.00) GC |
| 13.  | 15.58234 | (10022206) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC | 38.  | 13.67825           | (09120104) AT ( 542000.00, 7310000.00) GC |
| 14.  | 15.38603 | (07062810) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 39.  | 13.67366           | (10112002) AT ( 542000.00, 7310000.00) GC |
| 15.  | 15.17713 | (07092024) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC | 40.  | 13.63770           | (08051923) AT ( 541500.00, 7314000.00) GC |
| 16.  | 15.17199 | (07021904) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC | 41.  | 13.62259           | (09030303) AT ( 540500.00, 7315000.00) GC |
| 17.  | 14.83460 | (11102902) AT | ( 540500.00, 7313500.00) GC | 42.  | 13.58054           | (09122723) AT ( 542500.00, 7309500.00) GC |
| 18.  | 14.75324 | (10120803) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC | 43.  | 13.26085           | (10011613) AT ( 538500.00, 7315500.00) GC |
| 19.  | 14.47915 | (10122601) AT | ( 540500.00, 7313500.00) GC | 44.  | 13.14386           | (09042602) AT ( 540500.00, 7313500.00) GC |
| 20.  | 14.43732 | (11011602) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC | 45.  | 13.14125           | (09052611) AT ( 542500.00, 7309500.00) GC |
| 21.  | 14.38588 | (07120124) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC | 46.  | 13.08798           | (07021902) AT ( 542000.00, 7310000.00) GC |
| 22.  | 14.36777 | (10041609) AT | ( 540500.00, 7315000.00) GC | 47.  | 13.08049           | (08042704) AT ( 541500.00, 7314000.00) GC |
| 23.  | 14.15491 | (11021407) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 48.  | 13.06358           | (11060101) AT ( 540500.00, 7315000.00) GC |
| 24.  | 14.10271 | (09042524) AT | ( 540500.00, 7315000.00) GC | 49.  | 12.94001           | (10020209) AT ( 540500.00, 7315000.00) GC |
| 25.  | 14.05708 | (07032421) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC | 50.  | 12.92950           | (10032811) AT ( 542500.00, 7309500.00) GC |



**Tabela A-10: Média de 1h da concentração de CO (µg/m3) referente às emissões da unidade Klabin Ortigueira.**

| RANK | CONC      | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC      | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    |
|------|-----------|---------------|-----------------------------|------|-----------|---------------|-----------------------------|
| 1.   | 262.82041 | (08082606) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 26.  | 238.78712 | (11122024) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC |
| 2.   | 256.87771 | (09110424) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 27.  | 236.07679 | (10082809) AT | ( 512000.00, 7336000.00) GC |
| 3.   | 256.59798 | (07031223) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 28.  | 234.94729 | (08081508) AT | ( 510000.00, 7335000.00) GC |
| 4.   | 255.41649 | (07030307) AT | ( 510000.00, 7335000.00) GC | 29.  | 234.81684 | (07032708) AT | ( 511500.00, 7337500.00) GC |
| 5.   | 255.07417 | (10092310) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 30.  | 234.12137 | (07100604) AT | ( 512000.00, 7336000.00) GC |
| 6.   | 254.48155 | (10082207) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 31.  | 234.00556 | (07082308) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 7.   | 254.40610 | (10021404) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 32.  | 233.64359 | (07101901) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 8.   | 252.03928 | (07030610) AT | ( 510000.00, 7335000.00) GC | 33.  | 231.76507 | (09111904) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 9.   | 250.50525 | (09122405) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 34.  | 231.54316 | (07101822) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 10.  | 249.50574 | (10082207) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 35.  | 231.50547 | (07090803) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 11.  | 248.43343 | (11112201) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 36.  | 231.39860 | (09100304) AT | ( 512000.00, 7336000.00) GC |
| 12.  | 245.35002 | (09062106) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 37.  | 231.09813 | (08071509) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC |
| 13.  | 245.16072 | (09100304) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 38.  | 230.48708 | (09071605) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 14.  | 244.51820 | (10041808) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 39.  | 230.12804 | (08091104) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 15.  | 244.51634 | (10010905) AT | ( 510000.00, 7335000.00) GC | 40.  | 229.99552 | (11122305) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 16.  | 243.99766 | (07092302) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 41.  | 229.53833 | (11032607) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 17.  | 242.81073 | (08112311) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 42.  | 229.39678 | (10082510) AT | ( 512000.00, 7336000.00) GC |
| 18.  | 242.49440 | (07061308) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 43.  | 228.87837 | (11122024) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC |
| 19.  | 242.17444 | (07032708) AT | ( 512000.00, 7336500.00) GC | 44.  | 228.53526 | (09062105) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC |
| 20.  | 242.13777 | (07112508) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 45.  | 227.56636 | (07100604) AT | ( 510000.00, 7338000.00) GC |
| 21.  | 241.40765 | (09050706) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 46.  | 227.10766 | (10082809) AT | ( 509500.00, 7338000.00) GC |
| 22.  | 239.47115 | (11111104) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 47.  | 226.83890 | (08071701) AT | ( 510000.00, 7335000.00) GC |
| 23.  | 239.22929 | (11011709) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 48.  | 226.69182 | (08030706) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC |
| 24.  | 238.99238 | (07020704) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 49.  | 226.31257 | (10020304) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 25.  | 238.82007 | (10082809) AT | ( 510000.00, 7338000.00) GC | 50.  | 225.73915 | (10082809) AT | ( 510500.00, 7338000.00) GC |



**Tabela A-11: Média de 8h da concentração de CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) referente às emissões da unidade Klabin Ortigueira.**

| RANK | CONC     | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC     | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    |
|------|----------|---------------|-----------------------------|------|----------|---------------|-----------------------------|
| 1.   | 86.89592 | (09062108) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 26.  | 54.92690 | (07090808) AT | ( 510000.00, 7335500.00) GC |
| 2.   | 81.49798 | (07090808) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 27.  | 54.71604 | (07090808) AT | ( 510000.00, 7337500.00) GC |
| 3.   | 79.93807 | (09062108) AT | ( 510000.00, 7337500.00) GC | 28.  | 54.53616 | (10021408) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 4.   | 74.91271 | (07090808) AT | ( 509000.00, 7336500.00) GC | 29.  | 54.36740 | (07022208) AT | ( 511000.00, 7338500.00) GC |
| 5.   | 73.09928 | (09062108) AT | ( 511000.00, 7337500.00) GC | 30.  | 54.12223 | (08061808) AT | ( 511000.00, 7337000.00) GC |
| 6.   | 71.51388 | (09062108) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 31.  | 54.04898 | (07090808) AT | ( 509500.00, 7337500.00) GC |
| 7.   | 71.13291 | (09062108) AT | ( 511500.00, 7337000.00) GC | 32.  | 53.68521 | (07090808) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC |
| 8.   | 69.40342 | (07022208) AT | ( 511000.00, 7338000.00) GC | 33.  | 53.55841 | (07022208) AT | ( 512000.00, 7336500.00) GC |
| 9.   | 69.27666 | (09062108) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 34.  | 53.51403 | (07030308) AT | ( 510000.00, 7335000.00) GC |
| 10.  | 68.91454 | (09062108) AT | ( 511000.00, 7337000.00) GC | 35.  | 53.32267 | (09062108) AT | ( 511500.00, 7336000.00) GC |
| 11.  | 66.17136 | (07090808) AT | ( 509000.00, 7337500.00) GC | 36.  | 53.30872 | (07022208) AT | ( 511500.00, 7337500.00) GC |
| 12.  | 64.76768 | (07022208) AT | ( 512000.00, 7336000.00) GC | 37.  | 52.69844 | (10071008) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 13.  | 62.82989 | (07022208) AT | ( 510500.00, 7338000.00) GC | 38.  | 52.65993 | (09062108) AT | ( 511500.00, 7337500.00) GC |
| 14.  | 62.69723 | (09062108) AT | ( 509000.00, 7337500.00) GC | 39.  | 52.52390 | (07030516) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 15.  | 62.44840 | (07081008) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 40.  | 51.86836 | (11012308) AT | ( 510000.00, 7335000.00) GC |
| 16.  | 62.43182 | (07022208) AT | ( 512000.00, 7338000.00) GC | 41.  | 51.28946 | (09030208) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 17.  | 61.95856 | (09062108) AT | ( 510500.00, 7337500.00) GC | 42.  | 50.85346 | (10070208) AT | ( 511000.00, 7337000.00) GC |
| 18.  | 61.12480 | (07090808) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 43.  | 50.68520 | (09062108) AT | ( 509000.00, 7336500.00) GC |
| 19.  | 59.42544 | (09062108) AT | ( 512000.00, 7336500.00) GC | 44.  | 50.59605 | (11102508) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 20.  | 58.65296 | (08061808) AT | ( 511500.00, 7336000.00) GC | 45.  | 50.02359 | (07090808) AT | ( 509500.00, 7337000.00) GC |
| 21.  | 58.56224 | (10090408) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 46.  | 49.98446 | (10020308) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 22.  | 57.55040 | (07022208) AT | ( 511500.00, 7338500.00) GC | 47.  | 49.44095 | (10041808) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 23.  | 56.63019 | (07022208) AT | ( 512000.00, 7337000.00) GC | 48.  | 49.32754 | (07090808) AT | ( 511500.00, 7336000.00) GC |
| 24.  | 55.40731 | (09100308) AT | ( 512000.00, 7336000.00) GC | 49.  | 49.21679 | (11122024) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC |
| 25.  | 55.12625 | (07022208) AT | ( 510000.00, 7338000.00) GC | 50.  | 49.20674 | (08030708) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC |



**Tabela A-12: Média de 24h da concentração de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) referente às emissões da unidade Klabin Ortigueira.**

| RANK | CONC    | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC    | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    |
|------|---------|---------------|-----------------------------|------|---------|---------------|-----------------------------|
| 1.   | 9.96239 | (09062124) AT | ( 511500.00, 7337000.00) GC | 26.  | 6.43323 | (10102124) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 2.   | 9.91183 | (09062124) AT | ( 511000.00, 7337500.00) GC | 27.  | 6.40175 | (08061824) AT | ( 510500.00, 7337000.00) GC |
| 3.   | 9.66086 | (09062124) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 28.  | 6.38167 | (07030524) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 4.   | 9.09460 | (09062124) AT | ( 510000.00, 7337500.00) GC | 29.  | 6.38010 | (07081024) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 5.   | 8.99350 | (09062124) AT | ( 512000.00, 7336500.00) GC | 30.  | 6.36964 | (10090424) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 6.   | 8.57415 | (09062124) AT | ( 511000.00, 7337000.00) GC | 31.  | 6.34363 | (07090824) AT | ( 509000.00, 7337500.00) GC |
| 7.   | 8.51755 | (09062124) AT | ( 511500.00, 7337500.00) GC | 32.  | 6.31555 | (11122024) AT | ( 512000.00, 7336000.00) GC |
| 8.   | 8.17418 | (08061824) AT | ( 511500.00, 7336000.00) GC | 33.  | 6.28167 | (08061824) AT | ( 510000.00, 7336500.00) GC |
| 9.   | 8.13040 | (10021424) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 34.  | 6.28106 | (08061824) AT | ( 509500.00, 7337000.00) GC |
| 10.  | 8.00359 | (09062124) AT | ( 510500.00, 7337500.00) GC | 35.  | 6.22720 | (07022224) AT | ( 512000.00, 7336000.00) GC |
| 11.  | 7.81940 | (07090824) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 36.  | 6.17457 | (11122024) AT | ( 511000.00, 7337500.00) GC |
| 12.  | 7.46696 | (08061824) AT | ( 511000.00, 7337000.00) GC | 37.  | 6.12501 | (09062124) AT | ( 509500.00, 7338500.00) GC |
| 13.  | 7.42396 | (09062124) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 38.  | 6.11334 | (11122024) AT | ( 510500.00, 7337500.00) GC |
| 14.  | 7.25337 | (09062124) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 39.  | 6.05652 | (07022224) AT | ( 510500.00, 7338000.00) GC |
| 15.  | 7.20470 | (07090824) AT | ( 509000.00, 7336500.00) GC | 40.  | 6.03572 | (07022224) AT | ( 512000.00, 7338000.00) GC |
| 16.  | 7.08105 | (09062124) AT | ( 512000.00, 7336000.00) GC | 41.  | 6.02091 | (11122024) AT | ( 511500.00, 7337500.00) GC |
| 17.  | 7.07157 | (11122024) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 42.  | 5.87650 | (10071024) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 18.  | 6.97532 | (11122024) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 43.  | 5.87399 | (07090824) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC |
| 19.  | 6.81822 | (08061824) AT | ( 511500.00, 7336500.00) GC | 44.  | 5.83213 | (07030524) AT | ( 511500.00, 7336000.00) GC |
| 20.  | 6.69112 | (07022224) AT | ( 511000.00, 7338000.00) GC | 45.  | 5.78961 | (08061824) AT | ( 510000.00, 7335500.00) GC |
| 21.  | 6.63168 | (09062124) AT | ( 511500.00, 7336000.00) GC | 46.  | 5.78850 | (08061824) AT | ( 510500.00, 7335500.00) GC |
| 22.  | 6.55295 | (11122024) AT | ( 512000.00, 7336000.00) GC | 47.  | 5.77872 | (10070224) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 23.  | 6.46880 | (09062124) AT | ( 509000.00, 7337500.00) GC | 48.  | 5.71569 | (11122024) AT | ( 510000.00, 7337500.00) GC |
| 24.  | 6.46354 | (08061824) AT | ( 509500.00, 7337500.00) GC | 49.  | 5.71460 | (07030524) AT | ( 509000.00, 7336500.00) GC |
| 25.  | 6.43728 | (11122024) AT | ( 511500.00, 7337000.00) GC | 50.  | 5.67456 | (07071324) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC |



**Tabela A-13: Média de anual da concentração de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) referente às emissões da unidade Klabin Ortigueira.**

| RANK | CONC    | (YYMMDDHH) AT  | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                |
|------|---------|----------------|--------------------------|------|--------------------|-----------------------------------------|
| 1.   | 0.65797 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309310.00) | 26.  | 0.42378            | (000000005) AT ( 507000.00, 7294000.00) |
| 2.   | 0.61786 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309770.00) | 27.  | 0.40678            | (000000005) AT ( 507500.00, 7294000.00) |
| 3.   | 0.60834 | (000000005) AT | ( 538270.00, 7309180.00) | 28.  | 0.38685            | (000000005) AT ( 508000.00, 7294000.00) |
| 4.   | 0.60147 | (000000005) AT | ( 540000.00, 7312000.00) | 29.  | 0.37767            | (000000005) AT ( 508500.00, 7294000.00) |
| 5.   | 0.59481 | (000000005) AT | ( 540170.00, 7312640.00) | 30.  | 0.37751            | (000000005) AT ( 509000.00, 7294000.00) |
| 6.   | 0.58195 | (000000005) AT | ( 537790.00, 7309530.00) | 31.  | 0.36971            | (000000005) AT ( 509500.00, 7294000.00) |
| 7.   | 0.56469 | (000000005) AT | ( 537890.00, 7309240.00) | 32.  | 0.36885            | (000000005) AT ( 510000.00, 7294000.00) |
| 8.   | 0.56363 | (000000005) AT | ( 524348.00, 7296249.00) | 33.  | 0.36860            | (000000005) AT ( 510500.00, 7294000.00) |
| 9.   | 0.55610 | (000000005) AT | ( 507468.00, 7322638.00) | 34.  | 0.36689            | (000000005) AT ( 511000.00, 7294000.00) |
| 10.  | 0.55570 | (000000005) AT | ( 525227.00, 7344095.00) | 35.  | 0.36658            | (000000005) AT ( 511500.00, 7294000.00) |
| 11.  | 0.54688 | (000000005) AT | ( 526426.00, 7320843.00) | 36.  | 0.36545            | (000000005) AT ( 512000.00, 7294000.00) |
| 12.  | 0.54499 | (000000005) AT | ( 523313.00, 7326283.00) | 37.  | 0.36508            | (000000005) AT ( 512500.00, 7294000.00) |
| 13.  | 0.54134 | (000000005) AT | ( 503655.00, 7319591.00) | 38.  | 0.36452            | (000000005) AT ( 513000.00, 7294000.00) |
| 14.  | 0.52770 | (000000005) AT | ( 501000.00, 7294000.00) | 39.  | 0.36364            | (000000005) AT ( 513500.00, 7294000.00) |
| 15.  | 0.51467 | (000000005) AT | ( 501500.00, 7294000.00) | 40.  | 0.36065            | (000000005) AT ( 514000.00, 7294000.00) |
| 16.  | 0.51194 | (000000005) AT | ( 502000.00, 7294000.00) | 41.  | 0.35766            | (000000005) AT ( 514500.00, 7294000.00) |
| 17.  | 0.49815 | (000000005) AT | ( 502500.00, 7294000.00) | 42.  | 0.35678            | (000000005) AT ( 515000.00, 7294000.00) |
| 18.  | 0.49418 | (000000005) AT | ( 503000.00, 7294000.00) | 43.  | 0.35633            | (000000005) AT ( 515500.00, 7294000.00) |
| 19.  | 0.49313 | (000000005) AT | ( 503500.00, 7294000.00) | 44.  | 0.35560            | (000000005) AT ( 516000.00, 7294000.00) |
| 20.  | 0.48825 | (000000005) AT | ( 504000.00, 7294000.00) | 45.  | 0.35488            | (000000005) AT ( 516500.00, 7294000.00) |
| 21.  | 0.46811 | (000000005) AT | ( 504500.00, 7294000.00) | 46.  | 0.35228            | (000000005) AT ( 517000.00, 7294000.00) |
| 22.  | 0.45674 | (000000005) AT | ( 505000.00, 7294000.00) | 47.  | 0.35129            | (000000005) AT ( 517500.00, 7294000.00) |
| 23.  | 0.45505 | (000000005) AT | ( 505500.00, 7294000.00) | 48.  | 0.34932            | (000000005) AT ( 518000.00, 7294000.00) |
| 24.  | 0.43826 | (000000005) AT | ( 506000.00, 7294000.00) | 49.  | 0.34493            | (000000005) AT ( 518500.00, 7294000.00) |
| 25.  | 0.43477 | (000000005) AT | ( 506500.00, 7294000.00) | 50.  | 0.34464            | (000000005) AT ( 519000.00, 7294000.00) |



**Tabela A-14: Média de 1h da concentração de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) referente às emissões da unidade Klabin Ortigueira.**

| RANK | CONC      | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                  |
|------|-----------|---------------|-----------------------------|------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1.   | 315.45248 | (11112201) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 26.  | 265.73569          | (09030203) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 2.   | 309.62316 | (10021404) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 27.  | 265.07865          | (08090410) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 3.   | 307.03500 | (10021405) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 28.  | 262.68733          | (08091104) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 4.   | 304.07335 | (07071408) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 29.  | 261.24651          | (10091406) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 5.   | 302.14728 | (09071605) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 30.  | 259.08201          | (10090403) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 6.   | 297.57198 | (07121610) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 31.  | 257.91939          | (08081903) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 7.   | 295.95217 | (11092922) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 32.  | 257.67561          | (08112311) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 8.   | 295.92699 | (09091112) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 33.  | 256.89586          | (07082410) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 9.   | 293.55965 | (07071311) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 34.  | 256.65381          | (11102507) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 10.  | 288.70467 | (11032607) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 35.  | 252.71933          | (09101406) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 11.  | 287.31121 | (09111904) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 36.  | 251.11457          | (10090402) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 12.  | 286.67538 | (10020411) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 37.  | 246.46612          | (07050205) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 13.  | 285.91806 | (07040709) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 38.  | 244.50334          | (10122110) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 14.  | 285.66628 | (10042205) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 39.  | 240.72605          | (08080512) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 15.  | 282.79187 | (11011709) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 40.  | 240.58544          | (07101901) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 16.  | 282.05174 | (10092310) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 41.  | 240.03292          | (10010408) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 17.  | 281.59597 | (07031223) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 42.  | 238.46178          | (09122405) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 18.  | 279.28320 | (07061308) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 43.  | 237.12267          | (10020305) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 19.  | 278.94108 | (07101822) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 44.  | 231.76765          | (10102124) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 20.  | 278.50482 | (09080708) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 45.  | 229.29865          | (07071301) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 21.  | 278.18907 | (10090324) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 46.  | 228.15869          | (11102503) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 22.  | 276.37597 | (09110424) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 47.  | 226.18571          | (08081823) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 23.  | 276.22649 | (11122305) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 48.  | 224.04075          | (10051522) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 24.  | 274.37176 | (07081002) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 49.  | 223.55340          | (08070804) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 25.  | 270.50476 | (07081004) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 50.  | 222.51701          | (09111505) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |





**Tabela A-15: Média anual da concentração de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) referente às emissões da unidade Klabin Ortigueira.**

| RANK | CONC    | (YYMMDDHH) AT  | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                |
|------|---------|----------------|--------------------------|------|--------------------|-----------------------------------------|
| 1.   | 1.65148 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309310.00) | 26.  | 1.09110            | (000000005) AT ( 507000.00, 7294000.00) |
| 2.   | 1.55060 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309770.00) | 27.  | 1.06324            | (000000005) AT ( 507500.00, 7294000.00) |
| 3.   | 1.52757 | (000000005) AT | ( 538270.00, 7309180.00) | 28.  | 1.02065            | (000000005) AT ( 508000.00, 7294000.00) |
| 4.   | 1.50877 | (000000005) AT | ( 540000.00, 7312000.00) | 29.  | 0.95080            | (000000005) AT ( 508500.00, 7294000.00) |
| 5.   | 1.49235 | (000000005) AT | ( 540170.00, 7312640.00) | 30.  | 0.92203            | (000000005) AT ( 509000.00, 7294000.00) |
| 6.   | 1.45992 | (000000005) AT | ( 537790.00, 7309530.00) | 31.  | 0.90389            | (000000005) AT ( 509500.00, 7294000.00) |
| 7.   | 1.41901 | (000000005) AT | ( 537890.00, 7309240.00) | 32.  | 0.83725            | (000000005) AT ( 510000.00, 7294000.00) |
| 8.   | 1.41359 | (000000005) AT | ( 524348.00, 7296249.00) | 33.  | 0.83330            | (000000005) AT ( 510500.00, 7294000.00) |
| 9.   | 1.39559 | (000000005) AT | ( 507468.00, 7322638.00) | 34.  | 0.83074            | (000000005) AT ( 511000.00, 7294000.00) |
| 10.  | 1.39376 | (000000005) AT | ( 525227.00, 7344095.00) | 35.  | 0.82102            | (000000005) AT ( 511500.00, 7294000.00) |
| 11.  | 1.37196 | (000000005) AT | ( 526426.00, 7320843.00) | 36.  | 0.80844            | (000000005) AT ( 512000.00, 7294000.00) |
| 12.  | 1.36702 | (000000005) AT | ( 523313.00, 7326283.00) | 37.  | 0.80391            | (000000005) AT ( 512500.00, 7294000.00) |
| 13.  | 1.35831 | (000000005) AT | ( 503655.00, 7319591.00) | 38.  | 0.77433            | (000000005) AT ( 513000.00, 7294000.00) |
| 14.  | 1.32426 | (000000005) AT | ( 501000.00, 7294000.00) | 39.  | 0.76443            | (000000005) AT ( 513500.00, 7294000.00) |
| 15.  | 1.30429 | (000000005) AT | ( 501500.00, 7294000.00) | 40.  | 0.75924            | (000000005) AT ( 514000.00, 7294000.00) |
| 16.  | 1.29289 | (000000005) AT | ( 502000.00, 7294000.00) | 41.  | 0.74988            | (000000005) AT ( 514500.00, 7294000.00) |
| 17.  | 1.28573 | (000000005) AT | ( 502500.00, 7294000.00) | 42.  | 0.74275            | (000000005) AT ( 515000.00, 7294000.00) |
| 18.  | 1.25030 | (000000005) AT | ( 503000.00, 7294000.00) | 43.  | 0.72436            | (000000005) AT ( 515500.00, 7294000.00) |
| 19.  | 1.23976 | (000000005) AT | ( 503500.00, 7294000.00) | 44.  | 0.72098            | (000000005) AT ( 516000.00, 7294000.00) |
| 20.  | 1.23731 | (000000005) AT | ( 504000.00, 7294000.00) | 45.  | 0.71724            | (000000005) AT ( 516500.00, 7294000.00) |
| 21.  | 1.22760 | (000000005) AT | ( 504500.00, 7294000.00) | 46.  | 0.70900            | (000000005) AT ( 517000.00, 7294000.00) |
| 22.  | 1.17690 | (000000005) AT | ( 505000.00, 7294000.00) | 47.  | 0.68704            | (000000005) AT ( 517500.00, 7294000.00) |
| 23.  | 1.14857 | (000000005) AT | ( 505500.00, 7294000.00) | 48.  | 0.67664            | (000000005) AT ( 518000.00, 7294000.00) |
| 24.  | 1.14585 | (000000005) AT | ( 506000.00, 7294000.00) | 49.  | 0.63410            | (000000005) AT ( 518500.00, 7294000.00) |
| 25.  | 1.10193 | (000000005) AT | ( 506500.00, 7294000.00) | 50.  | 0.62775            | (000000005) AT ( 519000.00, 7294000.00) |



**Tabela A-16: Média de 24h da concentração de SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) referente às emissões da unidade Klabin Ortigueira.**

| RANK | CONC    | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                  |
|------|---------|---------------|-----------------------------|------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1.   | 9.96239 | (09062124) AT | ( 511500.00, 7337000.00) GC | 26.  | 6.43323            | (10102124) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 2.   | 9.91183 | (09062124) AT | ( 511000.00, 7337500.00) GC | 27.  | 6.40175            | (08061824) AT ( 510500.00, 7337000.00) GC |
| 3.   | 9.66086 | (09062124) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 28.  | 6.38167            | (07030524) AT ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 4.   | 9.09460 | (09062124) AT | ( 510000.00, 7337500.00) GC | 29.  | 6.38010            | (07081024) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 5.   | 8.99350 | (09062124) AT | ( 512000.00, 7336500.00) GC | 30.  | 6.36964            | (10090424) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 6.   | 8.57415 | (09062124) AT | ( 511000.00, 7337000.00) GC | 31.  | 6.34363            | (07090824) AT ( 509000.00, 7337500.00) GC |
| 7.   | 8.51755 | (09062124) AT | ( 511500.00, 7337500.00) GC | 32.  | 6.31555            | (11122024) AT ( 512000.00, 7336000.00) GC |
| 8.   | 8.17418 | (08061824) AT | ( 511500.00, 7336000.00) GC | 33.  | 6.28167            | (08061824) AT ( 510000.00, 7336500.00) GC |
| 9.   | 8.13040 | (10021424) AT | ( 521375.00, 7311375.00) GC | 34.  | 6.28106            | (08061824) AT ( 509500.00, 7337000.00) GC |
| 10.  | 8.00359 | (09062124) AT | ( 510500.00, 7337500.00) GC | 35.  | 6.22720            | (07022224) AT ( 512000.00, 7336000.00) GC |
| 11.  | 7.81940 | (07090824) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 36.  | 6.17457            | (11122024) AT ( 511000.00, 7337500.00) GC |
| 12.  | 7.46696 | (08061824) AT | ( 511000.00, 7337000.00) GC | 37.  | 6.12501            | (09062124) AT ( 509500.00, 7338500.00) GC |
| 13.  | 7.42396 | (09062124) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 38.  | 6.11334            | (11122024) AT ( 510500.00, 7337500.00) GC |
| 14.  | 7.25337 | (09062124) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 39.  | 6.05652            | (07022224) AT ( 510500.00, 7338000.00) GC |
| 15.  | 7.20470 | (07090824) AT | ( 509000.00, 7336500.00) GC | 40.  | 6.03572            | (07022224) AT ( 512000.00, 7338000.00) GC |
| 16.  | 7.08105 | (09062124) AT | ( 512000.00, 7336000.00) GC | 41.  | 6.02091            | (11122024) AT ( 511500.00, 7337500.00) GC |
| 17.  | 7.07157 | (11122024) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 42.  | 5.87650            | (10071024) AT ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 18.  | 6.97532 | (11122024) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 43.  | 5.87399            | (07090824) AT ( 511500.00, 7335500.00) GC |
| 19.  | 6.81822 | (08061824) AT | ( 511500.00, 7336500.00) GC | 44.  | 5.83213            | (07030524) AT ( 511500.00, 7336000.00) GC |
| 20.  | 6.69112 | (07022224) AT | ( 511000.00, 7338000.00) GC | 45.  | 5.78961            | (08061824) AT ( 510000.00, 7335500.00) GC |
| 21.  | 6.63168 | (09062124) AT | ( 511500.00, 7336000.00) GC | 46.  | 5.78850            | (08061824) AT ( 510500.00, 7335500.00) GC |
| 22.  | 6.55295 | (11122024) AT | ( 512000.00, 7336000.00) GC | 47.  | 5.77872            | (10070224) AT ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 23.  | 6.46880 | (09062124) AT | ( 509000.00, 7337500.00) GC | 48.  | 5.71569            | (11122024) AT ( 510000.00, 7337500.00) GC |
| 24.  | 6.46354 | (08061824) AT | ( 509500.00, 7337500.00) GC | 49.  | 5.71460            | (07030524) AT ( 509000.00, 7336500.00) GC |
| 25.  | 6.43728 | (11122024) AT | ( 511500.00, 7337000.00) GC | 50.  | 5.67456            | (07071324) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |



**Tabela A-17: Média anual da concentração de SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) referente às emissões da unidade Klabin Ortigueira.**

| RANK | CONC    | (YYMMDDHH) AT  | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                |
|------|---------|----------------|--------------------------|------|--------------------|-----------------------------------------|
| 1.   | 0.65797 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309310.00) | 26.  | 0.42378            | (000000005) AT ( 507000.00, 7294000.00) |
| 2.   | 0.61786 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309770.00) | 27.  | 0.40678            | (000000005) AT ( 507500.00, 7294000.00) |
| 3.   | 0.60834 | (000000005) AT | ( 538270.00, 7309180.00) | 28.  | 0.38685            | (000000005) AT ( 508000.00, 7294000.00) |
| 4.   | 0.60147 | (000000005) AT | ( 540000.00, 7312000.00) | 29.  | 0.37767            | (000000005) AT ( 508500.00, 7294000.00) |
| 5.   | 0.59481 | (000000005) AT | ( 540170.00, 7312640.00) | 30.  | 0.37751            | (000000005) AT ( 509000.00, 7294000.00) |
| 6.   | 0.58195 | (000000005) AT | ( 537790.00, 7309530.00) | 31.  | 0.36971            | (000000005) AT ( 509500.00, 7294000.00) |
| 7.   | 0.56469 | (000000005) AT | ( 537890.00, 7309240.00) | 32.  | 0.36885            | (000000005) AT ( 510000.00, 7294000.00) |
| 8.   | 0.56363 | (000000005) AT | ( 524348.00, 7296249.00) | 33.  | 0.36860            | (000000005) AT ( 510500.00, 7294000.00) |
| 9.   | 0.55610 | (000000005) AT | ( 507468.00, 7322638.00) | 34.  | 0.36689            | (000000005) AT ( 511000.00, 7294000.00) |
| 10.  | 0.55570 | (000000005) AT | ( 525227.00, 7344095.00) | 35.  | 0.36658            | (000000005) AT ( 511500.00, 7294000.00) |
| 11.  | 0.54688 | (000000005) AT | ( 526426.00, 7320843.00) | 36.  | 0.36545            | (000000005) AT ( 512000.00, 7294000.00) |
| 12.  | 0.54499 | (000000005) AT | ( 523313.00, 7326283.00) | 37.  | 0.36508            | (000000005) AT ( 512500.00, 7294000.00) |
| 13.  | 0.54134 | (000000005) AT | ( 503655.00, 7319591.00) | 38.  | 0.36452            | (000000005) AT ( 513000.00, 7294000.00) |
| 14.  | 0.52770 | (000000005) AT | ( 501000.00, 7294000.00) | 39.  | 0.36364            | (000000005) AT ( 513500.00, 7294000.00) |
| 15.  | 0.51467 | (000000005) AT | ( 501500.00, 7294000.00) | 40.  | 0.36065            | (000000005) AT ( 514000.00, 7294000.00) |
| 16.  | 0.51194 | (000000005) AT | ( 502000.00, 7294000.00) | 41.  | 0.35766            | (000000005) AT ( 514500.00, 7294000.00) |
| 17.  | 0.49815 | (000000005) AT | ( 502500.00, 7294000.00) | 42.  | 0.35678            | (000000005) AT ( 515000.00, 7294000.00) |
| 18.  | 0.49418 | (000000005) AT | ( 503000.00, 7294000.00) | 43.  | 0.35633            | (000000005) AT ( 515500.00, 7294000.00) |
| 19.  | 0.49313 | (000000005) AT | ( 503500.00, 7294000.00) | 44.  | 0.35560            | (000000005) AT ( 516000.00, 7294000.00) |
| 20.  | 0.48825 | (000000005) AT | ( 504000.00, 7294000.00) | 45.  | 0.35488            | (000000005) AT ( 516500.00, 7294000.00) |
| 21.  | 0.46811 | (000000005) AT | ( 504500.00, 7294000.00) | 46.  | 0.35228            | (000000005) AT ( 517000.00, 7294000.00) |
| 22.  | 0.45674 | (000000005) AT | ( 505000.00, 7294000.00) | 47.  | 0.35129            | (000000005) AT ( 517500.00, 7294000.00) |
| 23.  | 0.45505 | (000000005) AT | ( 505500.00, 7294000.00) | 48.  | 0.34932            | (000000005) AT ( 518000.00, 7294000.00) |
| 24.  | 0.43826 | (000000005) AT | ( 506000.00, 7294000.00) | 49.  | 0.34493            | (000000005) AT ( 518500.00, 7294000.00) |
| 25.  | 0.43477 | (000000005) AT | ( 506500.00, 7294000.00) | 50.  | 0.34464            | (000000005) AT ( 519000.00, 7294000.00) |



**Tabela A-18: Média de 1h da concentração de ETR ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) referente às emissões de ambas as unidades industriais.**

| RANK | CONC    | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                  |
|------|---------|---------------|-----------------------------|------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1.   | 4.83070 | (10082207) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 26.  | 4.28154            | (09081406) AT ( 511000.00, 7337000.00) GC |
| 2.   | 4.82705 | (10041808) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 27.  | 4.27219            | (07030610) AT ( 510000.00, 7335000.00) GC |
| 3.   | 4.73697 | (08082606) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 28.  | 4.26662            | (07032708) AT ( 512000.00, 7336500.00) GC |
| 4.   | 4.66305 | (09062106) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 29.  | 4.25425            | (07030307) AT ( 510000.00, 7335000.00) GC |
| 5.   | 4.62011 | (07092302) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 30.  | 4.23767            | (10041808) AT ( 509000.00, 7336500.00) GC |
| 6.   | 4.61743 | (07090803) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 31.  | 4.23731            | (10010408) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 7.   | 4.59689 | (10082207) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 32.  | 4.19299            | (07031223) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 8.   | 4.57966 | (11111104) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 33.  | 4.19044            | (10102510) AT ( 511500.00, 7335500.00) GC |
| 9.   | 4.56416 | (09100304) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 34.  | 4.18726            | (09081406) AT ( 511500.00, 7336000.00) GC |
| 10.  | 4.54008 | (07082308) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 35.  | 4.17864            | (07082308) AT ( 509000.00, 7336500.00) GC |
| 11.  | 4.49749 | (09062106) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 36.  | 4.17382            | (10020305) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 12.  | 4.46718 | (11122024) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 37.  | 4.17003            | (07090804) AT ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 13.  | 4.43262 | (09062105) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 38.  | 4.16988            | (07092302) AT ( 509000.00, 7336500.00) GC |
| 14.  | 4.43071 | (07112508) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 39.  | 4.16747            | (08112311) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 15.  | 4.42433 | (10071008) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 40.  | 4.16467            | (09122411) AT ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 16.  | 4.40353 | (10102801) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 41.  | 4.15781            | (10010905) AT ( 510000.00, 7335000.00) GC |
| 17.  | 4.40287 | (08071509) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 42.  | 4.14886            | (08030705) AT ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 18.  | 4.40039 | (09050706) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 43.  | 4.14010            | (09110424) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 19.  | 4.36615 | (09050706) AT | ( 511500.00, 7335000.00) GC | 44.  | 4.13718            | (09062006) AT ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 20.  | 4.36277 | (08030706) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 45.  | 4.13598            | (08071509) AT ( 510000.00, 7337500.00) GC |
| 21.  | 4.33360 | (10020304) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 46.  | 4.13229            | (07032708) AT ( 511500.00, 7337500.00) GC |
| 22.  | 4.33026 | (07101002) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 47.  | 4.12462            | (10032123) AT ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 23.  | 4.32857 | (11122024) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 48.  | 4.12374            | (09122405) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 24.  | 4.31099 | (11102904) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 49.  | 4.11979            | (07030511) AT ( 509000.00, 7336500.00) GC |
| 25.  | 4.30733 | (07030511) AT | ( 511000.00, 7335000.00) GC | 50.  | 4.11623            | (11111104) AT ( 510000.00, 7337500.00) GC |



**Tabela A-19: Média de 1h da concentração de CO (µg/m3) referente às emissões de ambas as unidades industriais.**

| RANK | CONC       | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                  |
|------|------------|---------------|-----------------------------|------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1.   | 1007.16818 | (11021103) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 26.  | 554.96372          | (08101604) AT ( 541500.00, 7315000.00) GC |
| 2.   | 820.77145  | (07021005) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 27.  | 551.91918          | (11102804) AT ( 542000.00, 7316500.00) GC |
| 3.   | 749.82289  | (08021324) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC | 28.  | 551.38326          | (10050623) AT ( 541500.00, 7315500.00) GC |
| 4.   | 692.36826  | (10031008) AT | ( 541000.00, 7314500.00) GC | 29.  | 546.75151          | (08101604) AT ( 541500.00, 7314500.00) GC |
| 5.   | 690.80356  | (10050623) AT | ( 542000.00, 7316500.00) GC | 30.  | 546.61094          | (07102801) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 6.   | 677.21044  | (09030303) AT | ( 540500.00, 7315500.00) GC | 31.  | 544.66391          | (07072309) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 7.   | 672.33721  | (08021324) AT | ( 542000.00, 7316500.00) GC | 32.  | 542.17480          | (09020123) AT ( 542500.00, 7316500.00) GC |
| 8.   | 664.04267  | (07031010) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 33.  | 540.32350          | (07120223) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 9.   | 659.74493  | (08072003) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 34.  | 538.83283          | (07123110) AT ( 547000.00, 7310000.00) GC |
| 10.  | 658.35585  | (08101604) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 35.  | 538.40321          | (08101423) AT ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 11.  | 650.87123  | (10050623) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC | 36.  | 533.22526          | (07021007) AT ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 12.  | 643.73241  | (10120803) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 37.  | 530.62663          | (09050623) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 13.  | 640.56641  | (09080403) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 38.  | 529.54455          | (07041604) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 14.  | 637.54248  | (11022519) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 39.  | 526.03981          | (11102804) AT ( 541500.00, 7315000.00) GC |
| 15.  | 628.26165  | (07031123) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 40.  | 525.48816          | (10102901) AT ( 542000.00, 7316500.00) GC |
| 16.  | 622.48758  | (09030310) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 41.  | 522.28044          | (09091205) AT ( 536000.00, 7307000.00) GC |
| 17.  | 620.54558  | (10122024) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 42.  | 520.70782          | (11103001) AT ( 547000.00, 7310000.00) GC |
| 18.  | 607.92416  | (10021111) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 43.  | 520.61008          | (09110402) AT ( 542500.00, 7316500.00) GC |
| 19.  | 594.22540  | (09071807) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 44.  | 519.97604          | (10031008) AT ( 541500.00, 7315500.00) GC |
| 20.  | 592.93495  | (11061323) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 45.  | 519.18077          | (08070306) AT ( 542500.00, 7316500.00) GC |
| 21.  | 587.41770  | (11021406) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 46.  | 516.98337          | (10031008) AT ( 542000.00, 7316500.00) GC |
| 22.  | 586.99973  | (11122303) AT | ( 542500.00, 7316500.00) GC | 47.  | 516.26220          | (07051301) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 23.  | 577.19361  | (07061804) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 48.  | 515.63331          | (07123110) AT ( 544500.00, 7310500.00) GC |
| 24.  | 575.01312  | (11100204) AT | ( 540500.00, 7315500.00) GC | 49.  | 512.67058          | (09042524) AT ( 541000.00, 7316500.00) GC |
| 25.  | 555.60738  | (11093001) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 50.  | 510.71377          | (08021324) AT ( 541500.00, 7315500.00) GC |



**Tabela A-20: Média de 8h da concentração de CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) referente às emissões de ambas as unidades industriais.**

| RANK | CONC      | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                  |
|------|-----------|---------------|-----------------------------|------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1.   | 180.67522 | (08070208) AT | ( 544000.00, 7314000.00) GC | 26.  | 131.90954          | (10022208) AT ( 544500.00, 7310500.00) GC |
| 2.   | 180.03083 | (08060608) AT | ( 548000.00, 7310500.00) GC | 27.  | 130.86762          | (08060608) AT ( 549000.00, 7310500.00) GC |
| 3.   | 169.36612 | (07021008) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 28.  | 129.70880          | (09052308) AT ( 536000.00, 7307000.00) GC |
| 4.   | 158.52836 | (07061808) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 29.  | 128.69391          | (11021408) AT ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 5.   | 157.48835 | (07081008) AT | ( 536000.00, 7304500.00) GC | 30.  | 128.05727          | (08071908) AT ( 546500.00, 7310000.00) GC |
| 6.   | 155.01204 | (10051808) AT | ( 536000.00, 7307000.00) GC | 31.  | 127.77474          | (07081008) AT ( 535000.00, 7303000.00) GC |
| 7.   | 154.25226 | (08070208) AT | ( 547500.00, 7316000.00) GC | 32.  | 126.75970          | (09030608) AT ( 541500.00, 7315500.00) GC |
| 8.   | 147.38332 | (10022208) AT | ( 548000.00, 7310500.00) GC | 33.  | 126.05149          | (07061808) AT ( 544000.00, 7314000.00) GC |
| 9.   | 147.00527 | (09030608) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC | 34.  | 126.00781          | (11021108) AT ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 10.  | 146.29072 | (07061808) AT | ( 544000.00, 7314500.00) GC | 35.  | 125.35108          | (11062008) AT ( 536000.00, 7304500.00) GC |
| 11.  | 145.12761 | (09071808) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 36.  | 124.39938          | (08090308) AT ( 536000.00, 7304500.00) GC |
| 12.  | 144.55683 | (07060608) AT | ( 537500.00, 7316500.00) GC | 37.  | 124.39303          | (08070308) AT ( 540500.00, 7315500.00) GC |
| 13.  | 144.19715 | (08060608) AT | ( 548000.00, 7310000.00) GC | 38.  | 123.66190          | (11022208) AT ( 547000.00, 7310000.00) GC |
| 14.  | 144.07908 | (08060608) AT | ( 544500.00, 7310500.00) GC | 39.  | 123.25579          | (09030608) AT ( 542000.00, 7316500.00) GC |
| 15.  | 143.13425 | (07081008) AT | ( 536500.00, 7306500.00) GC | 40.  | 123.25097          | (08072008) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 16.  | 142.37808 | (08070208) AT | ( 549000.00, 7316500.00) GC | 41.  | 122.17399          | (09070908) AT ( 536500.00, 7306500.00) GC |
| 17.  | 141.02934 | (08071908) AT | ( 548000.00, 7310000.00) GC | 42.  | 121.46252          | (09052308) AT ( 534500.00, 7306000.00) GC |
| 18.  | 137.84388 | (08060608) AT | ( 548500.00, 7310500.00) GC | 43.  | 120.89230          | (11021408) AT ( 545000.00, 7310000.00) GC |
| 19.  | 137.63281 | (08070208) AT | ( 546500.00, 7315000.00) GC | 44.  | 120.44855          | (08070208) AT ( 549500.00, 7317000.00) GC |
| 20.  | 136.92967 | (08071908) AT | ( 547000.00, 7310000.00) GC | 45.  | 120.40510          | (08070308) AT ( 540000.00, 7316000.00) GC |
| 21.  | 136.66669 | (07062408) AT | ( 545000.00, 7310000.00) GC | 46.  | 120.03945          | (08060708) AT ( 545000.00, 7310000.00) GC |
| 22.  | 135.93779 | (08060608) AT | ( 549500.00, 7310000.00) GC | 47.  | 119.97751          | (09030608) AT ( 542500.00, 7317000.00) GC |
| 23.  | 134.87157 | (11022208) AT | ( 545000.00, 7310000.00) GC | 48.  | 119.71270          | (08060708) AT ( 547000.00, 7310000.00) GC |
| 24.  | 134.47602 | (11122008) AT | ( 543500.00, 7314500.00) GC | 49.  | 118.84909          | (08070208) AT ( 547000.00, 7316000.00) GC |
| 25.  | 132.71939 | (07081008) AT | ( 535500.00, 7304000.00) GC | 50.  | 118.73358          | (08070208) AT ( 548500.00, 7316000.00) GC |



**Tabela A-21: Média de 24h da concentração de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) referente às emissões de ambas as unidades industriais.**

| RANK | CONC     | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                  |
|------|----------|---------------|-----------------------------|------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1.   | 20.95336 | (07021024) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 26.  | 11.95945           | (07061824) AT ( 543500.00, 7314000.00) GC |
| 2.   | 16.67185 | (08070224) AT | ( 544000.00, 7314000.00) GC | 27.  | 11.90881           | (10051824) AT ( 536000.00, 7307000.00) GC |
| 3.   | 16.43946 | (09030624) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC | 28.  | 11.89188           | (10010524) AT ( 545000.00, 7309500.00) GC |
| 4.   | 16.16893 | (08060624) AT | ( 548000.00, 7310500.00) GC | 29.  | 11.88571           | (09052324) AT ( 536000.00, 7307000.00) GC |
| 5.   | 15.96682 | (08060624) AT | ( 544500.00, 7310500.00) GC | 30.  | 11.84750           | (08052224) AT ( 546500.00, 7309500.00) GC |
| 6.   | 15.88753 | (07060624) AT | ( 537500.00, 7316500.00) GC | 31.  | 11.81751           | (10022224) AT ( 548000.00, 7310500.00) GC |
| 7.   | 15.03239 | (07081024) AT | ( 536500.00, 7306500.00) GC | 32.  | 11.77377           | (07061824) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 8.   | 14.55073 | (09030624) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC | 33.  | 11.68486           | (08060624) AT ( 547500.00, 7310000.00) GC |
| 9.   | 13.96130 | (08060624) AT | ( 548000.00, 7310000.00) GC | 34.  | 11.67202           | (07082424) AT ( 536500.00, 7306500.00) GC |
| 10.  | 13.78303 | (08060624) AT | ( 547000.00, 7310000.00) GC | 35.  | 11.61096           | (10010524) AT ( 546500.00, 7309500.00) GC |
| 11.  | 13.67921 | (08060624) AT | ( 548500.00, 7310500.00) GC | 36.  | 11.58172           | (08052224) AT ( 545000.00, 7310000.00) GC |
| 12.  | 13.49908 | (09030624) AT | ( 542000.00, 7316500.00) GC | 37.  | 11.57400           | (09052624) AT ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 13.  | 13.40003 | (10010524) AT | ( 545000.00, 7310000.00) GC | 38.  | 11.53041           | (07061824) AT ( 544000.00, 7314000.00) GC |
| 14.  | 13.20696 | (09030624) AT | ( 541000.00, 7314500.00) GC | 39.  | 11.52413           | (08060624) AT ( 549500.00, 7310000.00) GC |
| 15.  | 13.18080 | (07081024) AT | ( 536000.00, 7304500.00) GC | 40.  | 11.52379           | (08051624) AT ( 540000.00, 7310500.00) GC |
| 16.  | 13.06495 | (11090924) AT | ( 545000.00, 7310000.00) GC | 41.  | 11.48742           | (10090424) AT ( 536500.00, 7306500.00) GC |
| 17.  | 13.01515 | (09030624) AT | ( 541500.00, 7315500.00) GC | 42.  | 11.46237           | (09080624) AT ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 18.  | 12.96032 | (11062024) AT | ( 536500.00, 7304000.00) GC | 43.  | 11.42470           | (07040724) AT ( 536500.00, 7306500.00) GC |
| 19.  | 12.78657 | (07060624) AT | ( 537500.00, 7316000.00) GC | 44.  | 11.36858           | (07060524) AT ( 537500.00, 7316500.00) GC |
| 20.  | 12.58755 | (08070224) AT | ( 547500.00, 7316000.00) GC | 45.  | 11.35234           | (07062424) AT ( 548000.00, 7310000.00) GC |
| 21.  | 12.47949 | (11062024) AT | ( 536000.00, 7304500.00) GC | 46.  | 11.32662           | (11062024) AT ( 536000.00, 7303000.00) GC |
| 22.  | 12.46565 | (10021424) AT | ( 536500.00, 7306500.00) GC | 47.  | 11.30892           | (11062024) AT ( 536000.00, 7302500.00) GC |
| 23.  | 12.38423 | (11021424) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 48.  | 11.27825           | (09060224) AT ( 540500.00, 7314000.00) GC |
| 24.  | 12.27497 | (08052124) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 49.  | 11.22160           | (07021024) AT ( 545000.00, 7309000.00) GC |
| 25.  | 11.98758 | (08090424) AT | ( 536000.00, 7307000.00) GC | 50.  | 11.21842           | (10090424) AT ( 536000.00, 7304500.00) GC |



**Tabela A-22: Média anual da concentração de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) referente às emissões de ambas as unidades industriais.**

| RANK | CONC    | (YYMMDDHH) AT  | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                |
|------|---------|----------------|--------------------------|------|--------------------|-----------------------------------------|
| 1.   | 1.17450 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309310.00) | 26.  | 0.80036            | (000000005) AT ( 507000.00, 7294000.00) |
| 2.   | 1.15105 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309770.00) | 27.  | 0.79956            | (000000005) AT ( 507500.00, 7294000.00) |
| 3.   | 1.09217 | (000000005) AT | ( 538270.00, 7309180.00) | 28.  | 0.79297            | (000000005) AT ( 508000.00, 7294000.00) |
| 4.   | 0.95286 | (000000005) AT | ( 540000.00, 7312000.00) | 29.  | 0.79165            | (000000005) AT ( 508500.00, 7294000.00) |
| 5.   | 0.91661 | (000000005) AT | ( 540170.00, 7312640.00) | 30.  | 0.78364            | (000000005) AT ( 509000.00, 7294000.00) |
| 6.   | 0.91231 | (000000005) AT | ( 537790.00, 7309530.00) | 31.  | 0.78241            | (000000005) AT ( 509500.00, 7294000.00) |
| 7.   | 0.91213 | (000000005) AT | ( 537890.00, 7309240.00) | 32.  | 0.77614            | (000000005) AT ( 510000.00, 7294000.00) |
| 8.   | 0.90974 | (000000005) AT | ( 524348.00, 7296249.00) | 33.  | 0.76899            | (000000005) AT ( 510500.00, 7294000.00) |
| 9.   | 0.89827 | (000000005) AT | ( 507468.00, 7322638.00) | 34.  | 0.76413            | (000000005) AT ( 511000.00, 7294000.00) |
| 10.  | 0.89574 | (000000005) AT | ( 525227.00, 7344095.00) | 35.  | 0.76383            | (000000005) AT ( 511500.00, 7294000.00) |
| 11.  | 0.88614 | (000000005) AT | ( 526426.00, 7320843.00) | 36.  | 0.76275            | (000000005) AT ( 512000.00, 7294000.00) |
| 12.  | 0.88191 | (000000005) AT | ( 523313.00, 7326283.00) | 37.  | 0.76128            | (000000005) AT ( 512500.00, 7294000.00) |
| 13.  | 0.87499 | (000000005) AT | ( 503655.00, 7319591.00) | 38.  | 0.76109            | (000000005) AT ( 513000.00, 7294000.00) |
| 14.  | 0.87178 | (000000005) AT | ( 501000.00, 7294000.00) | 39.  | 0.74814            | (000000005) AT ( 513500.00, 7294000.00) |
| 15.  | 0.86496 | (000000005) AT | ( 501500.00, 7294000.00) | 40.  | 0.73621            | (000000005) AT ( 514000.00, 7294000.00) |
| 16.  | 0.85794 | (000000005) AT | ( 502000.00, 7294000.00) | 41.  | 0.72917            | (000000005) AT ( 514500.00, 7294000.00) |
| 17.  | 0.85749 | (000000005) AT | ( 502500.00, 7294000.00) | 42.  | 0.72774            | (000000005) AT ( 515000.00, 7294000.00) |
| 18.  | 0.85465 | (000000005) AT | ( 503000.00, 7294000.00) | 43.  | 0.71858            | (000000005) AT ( 515500.00, 7294000.00) |
| 19.  | 0.85424 | (000000005) AT | ( 503500.00, 7294000.00) | 44.  | 0.71745            | (000000005) AT ( 516000.00, 7294000.00) |
| 20.  | 0.84941 | (000000005) AT | ( 504000.00, 7294000.00) | 45.  | 0.71540            | (000000005) AT ( 516500.00, 7294000.00) |
| 21.  | 0.84666 | (000000005) AT | ( 504500.00, 7294000.00) | 46.  | 0.71077            | (000000005) AT ( 517000.00, 7294000.00) |
| 22.  | 0.81780 | (000000005) AT | ( 505000.00, 7294000.00) | 47.  | 0.70939            | (000000005) AT ( 517500.00, 7294000.00) |
| 23.  | 0.81285 | (000000005) AT | ( 505500.00, 7294000.00) | 48.  | 0.70930            | (000000005) AT ( 518000.00, 7294000.00) |
| 24.  | 0.80177 | (000000005) AT | ( 506000.00, 7294000.00) | 49.  | 0.70792            | (000000005) AT ( 518500.00, 7294000.00) |
| 25.  | 0.80090 | (000000005) AT | ( 506500.00, 7294000.00) | 50.  | 0.70353            | (000000005) AT ( 519000.00, 7294000.00) |





**Tabela A-23: Média de 1h da concentração de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) referente às emissões de ambas as unidades industriais**

| RANK | CONC      | (YYMMDDHH) | AT | RECEPTOR (XR, YR)        | OF TYPE | RANK | CONC      | (YYMMDDHH) | AT | RECEPTOR (XR, YR)        | OF TYPE |
|------|-----------|------------|----|--------------------------|---------|------|-----------|------------|----|--------------------------|---------|
| 1.   | 849.65980 | (11021103) | AT | ( 542500.00, 7310000.00) | GC      | 26.  | 487.78417 | (11061323) | AT | ( 542500.00, 7316500.00) | GC      |
| 2.   | 709.53104 | (07021005) | AT | ( 542500.00, 7310000.00) | GC      | 27.  | 486.24384 | (11122303) | AT | ( 542500.00, 7316500.00) | GC      |
| 3.   | 635.91072 | (08021324) | AT | ( 541500.00, 7315000.00) | GC      | 28.  | 484.81097 | (11100204) | AT | ( 540500.00, 7315500.00) | GC      |
| 4.   | 626.17408 | (10031008) | AT | ( 541000.00, 7314500.00) | GC      | 29.  | 482.45918 | (07061804) | AT | ( 543500.00, 7314500.00) | GC      |
| 5.   | 586.08105 | (10050623) | AT | ( 542000.00, 7316500.00) | GC      | 30.  | 482.06630 | (11102804) | AT | ( 542000.00, 7316500.00) | GC      |
| 6.   | 572.67158 | (08021324) | AT | ( 542000.00, 7316500.00) | GC      | 31.  | 473.40138 | (09020123) | AT | ( 541500.00, 7314500.00) | GC      |
| 7.   | 568.37059 | (09030303) | AT | ( 540500.00, 7315500.00) | GC      | 32.  | 470.60546 | (07110409) | AT | ( 544000.00, 7314000.00) | GC      |
| 8.   | 550.34207 | (10050623) | AT | ( 541500.00, 7315000.00) | GC      | 33.  | 469.94178 | (11093001) | AT | ( 543500.00, 7314500.00) | GC      |
| 9.   | 544.58894 | (08101604) | AT | ( 542500.00, 7316500.00) | GC      | 34.  | 469.76699 | (08070201) | AT | ( 542500.00, 7310000.00) | GC      |
| 10.  | 542.82892 | (07031010) | AT | ( 543500.00, 7314500.00) | GC      | 35.  | 462.59317 | (09020123) | AT | ( 542500.00, 7316500.00) | GC      |
| 11.  | 538.13337 | (08072003) | AT | ( 543500.00, 7314500.00) | GC      | 36.  | 458.58952 | (10050623) | AT | ( 541500.00, 7315500.00) | GC      |
| 12.  | 537.67202 | (10120803) | AT | ( 542500.00, 7316500.00) | GC      | 37.  | 454.81404 | (11102804) | AT | ( 541500.00, 7315000.00) | GC      |
| 13.  | 535.56516 | (09080403) | AT | ( 542500.00, 7316500.00) | GC      | 38.  | 454.11056 | (07072309) | AT | ( 543500.00, 7314500.00) | GC      |
| 14.  | 530.62249 | (08101423) | AT | ( 542500.00, 7310000.00) | GC      | 39.  | 453.11559 | (10102901) | AT | ( 542000.00, 7316500.00) | GC      |
| 15.  | 525.01908 | (11021406) | AT | ( 542500.00, 7310000.00) | GC      | 40.  | 452.35957 | (07102801) | AT | ( 543500.00, 7314500.00) | GC      |
| 16.  | 524.25283 | (08101604) | AT | ( 541500.00, 7314500.00) | GC      | 41.  | 451.48561 | (07041604) | AT | ( 543500.00, 7314500.00) | GC      |
| 17.  | 520.22749 | (11022519) | AT | ( 542500.00, 7316500.00) | GC      | 42.  | 450.87274 | (07120223) | AT | ( 543500.00, 7314500.00) | GC      |
| 18.  | 512.01480 | (07031123) | AT | ( 543500.00, 7314500.00) | GC      | 43.  | 450.27148 | (09091205) | AT | ( 536000.00, 7307000.00) | GC      |
| 19.  | 507.79360 | (10122024) | AT | ( 543500.00, 7314500.00) | GC      | 44.  | 449.75012 | (11032705) | AT | ( 542000.00, 7316500.00) | GC      |
| 20.  | 507.01928 | (09030310) | AT | ( 543500.00, 7314500.00) | GC      | 45.  | 444.70469 | (10010423) | AT | ( 542500.00, 7310000.00) | GC      |
| 21.  | 506.88256 | (07021007) | AT | ( 542500.00, 7310000.00) | GC      | 46.  | 444.06223 | (07123110) | AT | ( 547000.00, 7310000.00) | GC      |
| 22.  | 502.47171 | (10021111) | AT | ( 543500.00, 7314500.00) | GC      | 47.  | 443.98384 | (07123110) | AT | ( 544500.00, 7310500.00) | GC      |
| 23.  | 493.46608 | (09071807) | AT | ( 543500.00, 7314500.00) | GC      | 48.  | 441.83646 | (09110402) | AT | ( 542500.00, 7316500.00) | GC      |
| 24.  | 489.03038 | (09030309) | AT | ( 542500.00, 7310000.00) | GC      | 49.  | 441.19632 | (10010509) | AT | ( 542500.00, 7310000.00) | GC      |
| 25.  | 487.83500 | (08101604) | AT | ( 541500.00, 7315000.00) | GC      | 50.  | 440.50966 | (08102402) | AT | ( 542500.00, 7310000.00) | GC      |



**Tabela A-24: Média anual da concentração de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) referente às emissões de ambas as unidades industriais.**

| RANK | CONC    | (YYMMDDHH) AT  | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                |
|------|---------|----------------|--------------------------|------|--------------------|-----------------------------------------|
| 1.   | 4.32094 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309310.00) | 26.  | 2.69031            | (000000005) AT ( 507000.00, 7294000.00) |
| 2.   | 4.09920 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309770.00) | 27.  | 2.68097            | (000000005) AT ( 507500.00, 7294000.00) |
| 3.   | 3.51751 | (000000005) AT | ( 538270.00, 7309180.00) | 28.  | 2.67579            | (000000005) AT ( 508000.00, 7294000.00) |
| 4.   | 3.31504 | (000000005) AT | ( 540000.00, 7312000.00) | 29.  | 2.67509            | (000000005) AT ( 508500.00, 7294000.00) |
| 5.   | 3.29464 | (000000005) AT | ( 540170.00, 7312640.00) | 30.  | 2.65984            | (000000005) AT ( 509000.00, 7294000.00) |
| 6.   | 3.25827 | (000000005) AT | ( 537790.00, 7309530.00) | 31.  | 2.65420            | (000000005) AT ( 509500.00, 7294000.00) |
| 7.   | 3.19701 | (000000005) AT | ( 537890.00, 7309240.00) | 32.  | 2.63660            | (000000005) AT ( 510000.00, 7294000.00) |
| 8.   | 3.10259 | (000000005) AT | ( 524348.00, 7296249.00) | 33.  | 2.58933            | (000000005) AT ( 510500.00, 7294000.00) |
| 9.   | 3.07203 | (000000005) AT | ( 507468.00, 7322638.00) | 34.  | 2.58621            | (000000005) AT ( 511000.00, 7294000.00) |
| 10.  | 3.05009 | (000000005) AT | ( 525227.00, 7344095.00) | 35.  | 2.58439            | (000000005) AT ( 511500.00, 7294000.00) |
| 11.  | 3.02901 | (000000005) AT | ( 526426.00, 7320843.00) | 36.  | 2.57752            | (000000005) AT ( 512000.00, 7294000.00) |
| 12.  | 2.98821 | (000000005) AT | ( 523313.00, 7326283.00) | 37.  | 2.57473            | (000000005) AT ( 512500.00, 7294000.00) |
| 13.  | 2.97405 | (000000005) AT | ( 503655.00, 7319591.00) | 38.  | 2.55199            | (000000005) AT ( 513000.00, 7294000.00) |
| 14.  | 2.95498 | (000000005) AT | ( 501000.00, 7294000.00) | 39.  | 2.54993            | (000000005) AT ( 513500.00, 7294000.00) |
| 15.  | 2.93829 | (000000005) AT | ( 501500.00, 7294000.00) | 40.  | 2.53566            | (000000005) AT ( 514000.00, 7294000.00) |
| 16.  | 2.92639 | (000000005) AT | ( 502000.00, 7294000.00) | 41.  | 2.52591            | (000000005) AT ( 514500.00, 7294000.00) |
| 17.  | 2.91801 | (000000005) AT | ( 502500.00, 7294000.00) | 42.  | 2.52018            | (000000005) AT ( 515000.00, 7294000.00) |
| 18.  | 2.88336 | (000000005) AT | ( 503000.00, 7294000.00) | 43.  | 2.48552            | (000000005) AT ( 515500.00, 7294000.00) |
| 19.  | 2.83411 | (000000005) AT | ( 503500.00, 7294000.00) | 44.  | 2.45030            | (000000005) AT ( 516000.00, 7294000.00) |
| 20.  | 2.80617 | (000000005) AT | ( 504000.00, 7294000.00) | 45.  | 2.44093            | (000000005) AT ( 516500.00, 7294000.00) |
| 21.  | 2.77215 | (000000005) AT | ( 504500.00, 7294000.00) | 46.  | 2.43848            | (000000005) AT ( 517000.00, 7294000.00) |
| 22.  | 2.75382 | (000000005) AT | ( 505000.00, 7294000.00) | 47.  | 2.43350            | (000000005) AT ( 517500.00, 7294000.00) |
| 23.  | 2.72041 | (000000005) AT | ( 505500.00, 7294000.00) | 48.  | 2.42084            | (000000005) AT ( 518000.00, 7294000.00) |
| 24.  | 2.71195 | (000000005) AT | ( 506000.00, 7294000.00) | 49.  | 2.39691            | (000000005) AT ( 518500.00, 7294000.00) |
| 25.  | 2.69203 | (000000005) AT | ( 506500.00, 7294000.00) | 50.  | 2.39278            | (000000005) AT ( 519000.00, 7294000.00) |



**Tabela A-25: Média de 24h da concentração de SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) referente às emissões de ambas as unidades industriais.**

| RANK | CONC     | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE    | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                  |
|------|----------|---------------|-----------------------------|------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1.   | 16.36891 | (07021024) AT | ( 542500.00, 7310000.00) GC | 26.  | 8.32222            | (09030624) AT ( 541000.00, 7314500.00) GC |
| 2.   | 12.18172 | (08070224) AT | ( 544000.00, 7314000.00) GC | 27.  | 8.31400            | (09052324) AT ( 536000.00, 7307000.00) GC |
| 3.   | 11.35492 | (09030624) AT | ( 541500.00, 7315000.00) GC | 28.  | 8.24307            | (08070224) AT ( 547500.00, 7316000.00) GC |
| 4.   | 11.12101 | (08060624) AT | ( 548000.00, 7310500.00) GC | 29.  | 8.23374            | (10021424) AT ( 521375.00, 7311375.00) GC |
| 5.   | 11.07176 | (08060624) AT | ( 544500.00, 7310500.00) GC | 30.  | 8.22202            | (08052224) AT ( 546500.00, 7309500.00) GC |
| 6.   | 10.57563 | (07060624) AT | ( 537500.00, 7316500.00) GC | 31.  | 8.22102            | (10051824) AT ( 536000.00, 7307000.00) GC |
| 7.   | 9.98601  | (07081024) AT | ( 536500.00, 7306500.00) GC | 32.  | 8.20258            | (08061824) AT ( 511500.00, 7336000.00) GC |
| 8.   | 9.96333  | (09062124) AT | ( 511500.00, 7337000.00) GC | 33.  | 8.17091            | (11021424) AT ( 542500.00, 7310000.00) GC |
| 9.   | 9.91272  | (09062124) AT | ( 511000.00, 7337500.00) GC | 34.  | 8.11826            | (07082424) AT ( 536500.00, 7306500.00) GC |
| 10.  | 9.88353  | (09030624) AT | ( 542000.00, 7316500.00) GC | 35.  | 8.09529            | (07123124) AT ( 544500.00, 7310500.00) GC |
| 11.  | 9.80326  | (11090924) AT | ( 545000.00, 7310000.00) GC | 36.  | 8.00466            | (09062124) AT ( 510500.00, 7337500.00) GC |
| 12.  | 9.66142  | (09062124) AT | ( 511500.00, 7335500.00) GC | 37.  | 7.94865            | (10021424) AT ( 536500.00, 7306500.00) GC |
| 13.  | 9.45358  | (09030624) AT | ( 541500.00, 7315500.00) GC | 38.  | 7.94850            | (08052224) AT ( 545000.00, 7310000.00) GC |
| 14.  | 9.09517  | (09062124) AT | ( 510000.00, 7337500.00) GC | 39.  | 7.92478            | (07061824) AT ( 543500.00, 7314500.00) GC |
| 15.  | 8.99662  | (08060624) AT | ( 548500.00, 7310500.00) GC | 40.  | 7.87039            | (10022224) AT ( 548000.00, 7310500.00) GC |
| 16.  | 8.99470  | (09062124) AT | ( 512000.00, 7336500.00) GC | 41.  | 7.82265            | (07090824) AT ( 511000.00, 7335000.00) GC |
| 17.  | 8.90700  | (10010524) AT | ( 545000.00, 7310000.00) GC | 42.  | 7.81787            | (08090424) AT ( 536000.00, 7307000.00) GC |
| 18.  | 8.69221  | (08060624) AT | ( 547000.00, 7310000.00) GC | 43.  | 7.77289            | (08021324) AT ( 541500.00, 7315000.00) GC |
| 19.  | 8.57464  | (09062124) AT | ( 511000.00, 7337000.00) GC | 44.  | 7.71796            | (08051624) AT ( 540000.00, 7310500.00) GC |
| 20.  | 8.55700  | (07081024) AT | ( 536000.00, 7304500.00) GC | 45.  | 7.66921            | (07030324) AT ( 538000.00, 7316500.00) GC |
| 21.  | 8.54306  | (11062024) AT | ( 536000.00, 7304500.00) GC | 46.  | 7.65744            | (07062424) AT ( 548000.00, 7310000.00) GC |
| 22.  | 8.51912  | (09062124) AT | ( 511500.00, 7337500.00) GC | 47.  | 7.54207            | (10010524) AT ( 546500.00, 7309500.00) GC |
| 23.  | 8.47127  | (07040724) AT | ( 536500.00, 7306500.00) GC | 48.  | 7.49717            | (08061824) AT ( 511000.00, 7337000.00) GC |
| 24.  | 8.41018  | (08060624) AT | ( 548000.00, 7310000.00) GC | 49.  | 7.48513            | (07021024) AT ( 545000.00, 7309000.00) GC |
| 25.  | 8.38191  | (11062024) AT | ( 536500.00, 7304000.00) GC | 50.  | 7.46216            | (07062424) AT ( 548000.00, 7310500.00) GC |



**Tabela A-26: Média de anual da concentração de SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) referente às emissões de ambas as unidades industriais.**

| RANK | CONC    | (YYMMDDHH) AT  | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE | RANK | CONC (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR,YR) OF TYPE                |
|------|---------|----------------|--------------------------|------|--------------------|-----------------------------------------|
| 1.   | 0.74496 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309310.00) | 26.  | 0.51479            | (000000005) AT ( 507000.00, 7294000.00) |
| 2.   | 0.70755 | (000000005) AT | ( 538930.00, 7309770.00) | 27.  | 0.50876            | (000000005) AT ( 507500.00, 7294000.00) |
| 3.   | 0.67124 | (000000005) AT | ( 538270.00, 7309180.00) | 28.  | 0.50528            | (000000005) AT ( 508000.00, 7294000.00) |
| 4.   | 0.62974 | (000000005) AT | ( 540000.00, 7312000.00) | 29.  | 0.50461            | (000000005) AT ( 508500.00, 7294000.00) |
| 5.   | 0.62302 | (000000005) AT | ( 540170.00, 7312640.00) | 30.  | 0.50325            | (000000005) AT ( 509000.00, 7294000.00) |
| 6.   | 0.61255 | (000000005) AT | ( 537790.00, 7309530.00) | 31.  | 0.50135            | (000000005) AT ( 509500.00, 7294000.00) |
| 7.   | 0.60723 | (000000005) AT | ( 537890.00, 7309240.00) | 32.  | 0.49923            | (000000005) AT ( 510000.00, 7294000.00) |
| 8.   | 0.59432 | (000000005) AT | ( 524348.00, 7296249.00) | 33.  | 0.49396            | (000000005) AT ( 510500.00, 7294000.00) |
| 9.   | 0.58078 | (000000005) AT | ( 507468.00, 7322638.00) | 34.  | 0.49018            | (000000005) AT ( 511000.00, 7294000.00) |
| 10.  | 0.57468 | (000000005) AT | ( 525227.00, 7344095.00) | 35.  | 0.48433            | (000000005) AT ( 511500.00, 7294000.00) |
| 11.  | 0.57111 | (000000005) AT | ( 526426.00, 7320843.00) | 36.  | 0.47888            | (000000005) AT ( 512000.00, 7294000.00) |
| 12.  | 0.56970 | (000000005) AT | ( 523313.00, 7326283.00) | 37.  | 0.47752            | (000000005) AT ( 512500.00, 7294000.00) |
| 13.  | 0.56717 | (000000005) AT | ( 503655.00, 7319591.00) | 38.  | 0.47451            | (000000005) AT ( 513000.00, 7294000.00) |
| 14.  | 0.56059 | (000000005) AT | ( 501000.00, 7294000.00) | 39.  | 0.47360            | (000000005) AT ( 513500.00, 7294000.00) |
| 15.  | 0.55925 | (000000005) AT | ( 501500.00, 7294000.00) | 40.  | 0.47352            | (000000005) AT ( 514000.00, 7294000.00) |
| 16.  | 0.55906 | (000000005) AT | ( 502000.00, 7294000.00) | 41.  | 0.47274            | (000000005) AT ( 514500.00, 7294000.00) |
| 17.  | 0.55563 | (000000005) AT | ( 502500.00, 7294000.00) | 42.  | 0.47175            | (000000005) AT ( 515000.00, 7294000.00) |
| 18.  | 0.55174 | (000000005) AT | ( 503000.00, 7294000.00) | 43.  | 0.47001            | (000000005) AT ( 515500.00, 7294000.00) |
| 19.  | 0.54436 | (000000005) AT | ( 503500.00, 7294000.00) | 44.  | 0.46992            | (000000005) AT ( 516000.00, 7294000.00) |
| 20.  | 0.53845 | (000000005) AT | ( 504000.00, 7294000.00) | 45.  | 0.46605            | (000000005) AT ( 516500.00, 7294000.00) |
| 21.  | 0.53034 | (000000005) AT | ( 504500.00, 7294000.00) | 46.  | 0.46538            | (000000005) AT ( 517000.00, 7294000.00) |
| 22.  | 0.52877 | (000000005) AT | ( 505000.00, 7294000.00) | 47.  | 0.46488            | (000000005) AT ( 517500.00, 7294000.00) |
| 23.  | 0.52708 | (000000005) AT | ( 505500.00, 7294000.00) | 48.  | 0.46219            | (000000005) AT ( 518000.00, 7294000.00) |
| 24.  | 0.52658 | (000000005) AT | ( 506000.00, 7294000.00) | 49.  | 0.46063            | (000000005) AT ( 518500.00, 7294000.00) |
| 25.  | 0.52263 | (000000005) AT | ( 506500.00, 7294000.00) | 50.  | 0.45927            | (000000005) AT ( 519000.00, 7294000.00) |



**Tabela A-27: Média de 1h da concentração de ETR ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) referente às emissões de ambas as unidades industriais.**

| RANK | CONC     | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR, YR) OF TYPE   | RANK | CONC     | (YYMMDDHH) AT | RECEPTOR (XR, YR) OF TYPE   |
|------|----------|---------------|-----------------------------|------|----------|---------------|-----------------------------|
| 1.   | 18.68145 | (07041223) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 26.  | 13.95755 | (09061709) AT | ( 540500.00, 7315000.00) GC |
| 2.   | 18.57343 | (10102902) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 27.  | 13.91926 | (09030603) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC |
| 3.   | 16.60511 | (10102309) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 28.  | 13.86567 | (09110402) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC |
| 4.   | 16.50844 | (10102903) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 29.  | 13.86295 | (08062907) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC |
| 5.   | 16.28322 | (07030224) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 30.  | 13.85353 | (10022308) AT | ( 542000.00, 7310000.00) GC |
| 6.   | 16.20592 | (10041608) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC | 31.  | 13.85159 | (09060203) AT | ( 540500.00, 7315000.00) GC |
| 7.   | 16.13576 | (11011309) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC | 32.  | 13.84219 | (09030611) AT | ( 540500.00, 7313500.00) GC |
| 8.   | 15.83793 | (08052009) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 33.  | 13.80152 | (08021310) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC |
| 9.   | 15.74979 | (09100303) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC | 34.  | 13.72924 | (08102321) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC |
| 10.  | 15.73128 | (10031008) AT | ( 540500.00, 7313500.00) GC | 35.  | 13.70438 | (09080403) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC |
| 11.  | 15.72596 | (08102923) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC | 36.  | 13.69026 | (10112002) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC |
| 12.  | 15.65841 | (10082924) AT | ( 540500.00, 7315000.00) GC | 37.  | 13.68215 | (10111807) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC |
| 13.  | 15.58234 | (10022206) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC | 38.  | 13.67834 | (09120104) AT | ( 542000.00, 7310000.00) GC |
| 14.  | 15.38603 | (07062810) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 39.  | 13.67366 | (10112002) AT | ( 542000.00, 7310000.00) GC |
| 15.  | 15.17714 | (07092024) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC | 40.  | 13.63770 | (08051923) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC |
| 16.  | 15.17200 | (07021904) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC | 41.  | 13.62259 | (09030303) AT | ( 540500.00, 7315000.00) GC |
| 17.  | 14.83460 | (11102902) AT | ( 540500.00, 7313500.00) GC | 42.  | 13.58055 | (09122723) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC |
| 18.  | 14.75324 | (10120803) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC | 43.  | 13.26085 | (10011613) AT | ( 538500.00, 7315500.00) GC |
| 19.  | 14.47915 | (10122601) AT | ( 540500.00, 7313500.00) GC | 44.  | 13.14386 | (09042602) AT | ( 540500.00, 7313500.00) GC |
| 20.  | 14.43732 | (11011602) AT | ( 541000.00, 7314000.00) GC | 45.  | 13.14137 | (09052611) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC |
| 21.  | 14.38589 | (07120124) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC | 46.  | 13.08798 | (07021902) AT | ( 542000.00, 7310000.00) GC |
| 22.  | 14.36777 | (10041609) AT | ( 540500.00, 7315000.00) GC | 47.  | 13.08049 | (08042704) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC |
| 23.  | 14.15491 | (11021407) AT | ( 541500.00, 7314000.00) GC | 48.  | 13.06358 | (11060101) AT | ( 540500.00, 7315000.00) GC |
| 24.  | 14.10271 | (09042524) AT | ( 540500.00, 7315000.00) GC | 49.  | 12.94001 | (10020209) AT | ( 540500.00, 7315000.00) GC |
| 25.  | 14.05736 | (07032421) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC | 50.  | 12.92953 | (10032811) AT | ( 542500.00, 7309500.00) GC |