

# Estudo de Dispersão de Efluente Tratado

**Data 19.10.2018**

**Nº Referência**

Página 1

**LD Celulose S.A.**

**Fábrica de Celulose Solúvel em Indianópolis e Araguari-MG**

Conteúdo	1	INTRODUÇÃO
	2	INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO
	3	MODELO DE DISPERSÃO DE EFLUENTE
	4	SIMULAÇÃO DA ZONA DE MISTURA
	5	CONCLUSÕES
	6	REFERÊNCIAS

Anexos	I	Relatório da Simulação
--------	---	------------------------

Distribuição		
LD CELULOSE	E	
PÖYRY	-	

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

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	5
2	INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO .....	6
2.1	Descrição Geral .....	6
2.2	Descrição do Sistema de Tratamento de Efluentes .....	7
2.2.1	Fontes de Geração e Características do Efluente Bruto .....	7
2.2.2	Descrição da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).....	8
2.2.3	Características do Efluente Tratado .....	11
2.3	Lançamento dos Efluentes Tratados.....	11
2.4	Rio Araguari.....	12
2.4.1	Vazões .....	12
2.4.2	Qualidade das Águas.....	13
3	MODELO DE DISPERSÃO DE EFLUENTE.....	14
3.1	Conceito da Zona de Mistura.....	14
3.2	Modelo Cormix (Simulação da Zona de Mistura) .....	14
3.2.1	Processos de Mistura Hidrodinâmica.....	15
3.2.2	Tipo de lançamento.....	15
3.2.3	Parâmetros do CORMIX.....	17
4	SIMULAÇÃO DA ZONA DE MISTURA .....	17
4.1	Premissas .....	17
4.2	Dados de Entrada .....	18
4.3	Resultados dos Cenários Avaliados .....	20
4.3.1	Cenário 1 (DBO, Vazão mínima - $Q_{7,10}$ ).....	20
4.3.2	Cenário 2 (DBO, Vazão média - $Q_m$ ).....	22
4.3.3	Cenário 3 (Cor, Vazão mínima - $Q_{7,10}$ ) .....	24
4.3.4	Cenário 4 (Cor, Vazão média - $Q_m$ ) .....	26
4.3.5	Cenário 5 (Fósforo, Vazão mínima - $Q_{7,10}$ ) .....	28
4.3.6	Cenário 6 (Fósforo, Vazão média - $Q_m$ ).....	30
5	CONCLUSÕES.....	32
6	REFERÊNCIAS .....	33

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Visão do local de lançamento dos efluentes tratados. Fonte: Adaptado <i>Google Earth</i> (2018).....	12
Figura 2 – Tela do software CORMIX.....	15
Figura 3 – Detalhes do riser e válvula de retenção (tipo bico de pato).....	16
Figura 4 – Exemplo de <i>risers</i> .....	16
Figura 5 – Lançamento do efluente pelos difusores.....	17
Figura 6 – Simulação da pluma de dispersão em 3 dimensões.....	20
Figura 7 – Simulação da pluma de dispersão da DBO em vista superior.....	20
Figura 8 – Gráfico da diluição da DBO (vezes) X distância (m).....	21
Figura 9 – Simulação da pluma de dispersão em 3 dimensões.....	22
Figura 10 – Simulação da pluma de dispersão da DBO em vista superior.....	22
Figura 11 – Gráfico da diluição da DBO (vezes) X distância (m).....	23
Figura 12 – Simulação da pluma de dispersão em 3 dimensões.....	24
Figura 13 – Simulação da pluma de dispersão da Cor em vista superior.....	24
Figura 14 – Gráfico da diluição da Cor (vezes) X distância (m).....	25
Figura 15 – Simulação da pluma de dispersão em 3 dimensões.....	26
Figura 16 – Simulação da pluma de dispersão da Cor em vista superior.....	26
Figura 17 – Gráfico da diluição da Cor (vezes) X distância (m).....	27
Figura 18 – Simulação da pluma de dispersão em 3 dimensões.....	28
Figura 19 – Simulação da pluma de dispersão de fósforo total em vista superior.....	28
Figura 20 – Gráfico da diluição de fósforo total (vezes) X distância (m).....	29
Figura 21 – Simulação da pluma de dispersão em 3 dimensões.....	30
Figura 22 – Simulação da pluma de dispersão de fósforo total em vista superior.....	30
Figura 23 – Gráfico da diluição de fósforo total (vezes) X distância (m).....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características do Efluente Bruto.....	7
Tabela 2 – Características do Efluente Tratado .....	11
Tabela 3 – Dados ambientais .....	18
Tabela 4 – Dados do efluente tratado .....	18
Tabela 5 – Dados do emissário subaquático .....	19
Tabela 6 – Cenários avaliados no presente estudo .....	19
Tabela 7 – Dados utilizados no cenário 1 .....	20
Tabela 8 – Resultados do cenário 1 .....	21
Tabela 9 – Dados utilizados no cenário 2.....	22
Tabela 10 – Resultados do cenário 2.....	23
Tabela 11 – Dados utilizados no cenário 3.....	24
Tabela 12 – Resultados do cenário 3.....	25
Tabela 13 – Dados utilizados no cenário 4.....	26
Tabela 14 – Resultados do cenário 4.....	27
Tabela 15 – Dados utilizados no cenário 5.....	28
Tabela 16 – Resultados do cenário 5.....	29
Tabela 17 – Dados utilizados no cenário 6.....	30
Tabela 18 – Resultados do cenário 6.....	31
Tabela 19 – Resultados das simulações do CORMIX.....	32

## 1 INTRODUÇÃO

O presente documento consiste do Estudo de Dispersão de Efluentes Tratados da futura fábrica de celulose solúvel da LD CELULOSE, que serão lançados no Rio Araguari.

De uma forma geral, das questões mais relevantes que se apresentam para a sociedade contemporânea é a preservação dos recursos hídricos. No Brasil, a preocupação acerca desse assunto é evidenciada, entre outras, na Lei nº 9.433/1997 (institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos) que veio disciplinar o uso das águas no país, e nas Resoluções CONAMA nº 357/2005 e CONAMA nº 430/2011, que dispõem sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Dentre os instrumentos de controle previstos em nossa legislação, destacam-se o monitoramento e o diagnóstico da qualidade dos recursos hídricos, em especial de rios e estuários. Nesse particular, modelos matemáticos de qualidade de água podem ser ferramentas úteis.

Tais modelos consistem em um conjunto de equações que, resolvidas, fornecem a distribuição espaço-temporal de constituintes que são transportados em solução e em suspensão pelo corpo hídrico. Essas equações, em regra, são resolvidas numericamente, gerando o que se chama de simulação numérica, e o modelo, uma vez calibrado, permite traçar cenários futuros e passados em função das entradas que sejam prescritas. Assim, zonas de mistura, comportamento de plumas de poluentes e dispersão podem ser devidamente calculadas e previstas pela simulação.

Visando complementação e alteração da Resolução CONAMA nº 357/2005, foi sancionada a Resolução CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Conforme estabelecido por esta Resolução, é estabelecida a necessidade de um estudo da zona de mistura de um efluente tratado no corpo receptor.

Em atendimento a este disposto, o objetivo deste estudo é conhecer a distância aproximada que ocorre a mistura completa do efluente tratado com as águas do Rio Araguari, ou seja, conhecer a sua zona de mistura.

Esse conhecimento é considerado importante para atendimento de um dos requisitos desta Resolução CONAMA nº 430/2011, que no seu Art. 13º diz: “Na zona de mistura serão admitidas concentrações de substâncias em desacordo com os padrões de qualidade estabelecidos para o corpo receptor, desde que não comprometam os usos previstos para o mesmo”. - Parágrafo único “A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, quando determinado pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento”.

No Art. 4º, inciso XIV, a zona de mistura é definida como “região do corpo receptor, estimada com base em modelos teóricos aceitos pelo órgão ambiental competente, que se estende do ponto de lançamento do efluente, e delimitada pela superfície em que é atingido o equilíbrio de mistura entre os parâmetros físicos e químicos, bem como o equilíbrio biológico do efluente e os do corpo receptor, sendo específica para cada parâmetro”.

Assim sendo, este documento apresenta o Estudo de Dispersão de Efluente Tratado, visando conhecer a zona de mistura dos efluentes tratados do projeto da fábrica de celulose solúvel no Rio Araguari.

Para conhecer a dispersão dos efluentes do projeto da referida fábrica foram realizadas simulações através do modelo matemático CORMIX, desenvolvida pela *Cornell University* em conjunto com a *USEPA (US Environmental Protection Agency – Agência de Proteção do Meio Ambiente dos EUA)*, principalmente em termos de carga orgânica (medidas em DBO), cor e fósforo total, cujos resultados são apresentados no presente relatório.

Este estudo faz parte do EIA/RIMA do projeto da fábrica de celulose solúvel da LD CELULOSE em Indianópolis e Araguari – MG.

Este Estudo foi dividido nos seguintes capítulos:

- Introdução
- Informações sobre o Empreendimento
- Modelos de Dispersão de Efluente
- Simulação da Zona de Mistura
- Conclusões
- Referências

## **2 INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO**

### **2.1 Descrição Geral**

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

A fábrica será implantada no município de Indianópolis (site industrial), bem como em Araguari (captação de água e lançamento de efluentes) - MG, junto à Rodovia BR 365, distante de 35 km de Uberlândia.

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

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

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

## 2.2 Descrição do Sistema de Tratamento de Efluentes

### 2.2.1 Fontes de Geração e Características do Efluente Bruto

As fontes de geração de efluentes líquidos que corresponderão às atividades do processo de fabricação de celulose e demais atividades de apoio são as relacionadas a seguir:

- Efluentes da área de preparo de madeira;
- Efluentes da área de cozimento e lavagem da polpa marrom;
- Filtrados alcalinos e filtrados ácidos do branqueamento;
- Efluentes da máquina de secagem;
- Efluentes da evaporação e recuperação;
- Efluentes da área de caustificação e forno de cal;
- Condensados contaminados;
- Esgotos sanitários;
- Águas pluviais contaminadas; e,
- Diversos (derrames, vazamentos, limpeza de áreas etc.).

As características quantitativas e qualitativas previstas destes efluentes antes do tratamento, que são a base para dimensionamento da estação de tratamento de efluentes líquidos, são apresentadas na tabela abaixo.

**Tabela 1 – Características do Efluente Bruto**

Parâmetros	Unidade	Valores
Vazão	m <sup>3</sup> /h	2.200
	m <sup>3</sup> /s	0,61
pH	-	3 a 12
Temperatura	°C	60 a 70
DBO	kg/dia	29.000
	mg/L	550
DQO	kg/dia	66.500
	mg/L	1.250
Sólidos suspensos totais	kg/dia	20.500
	mg/L	400
Nitrogênio total	kg/dia	1.600
	mg/L	30

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valores</b>
Fósforo total	kg/dia	160
	mg/L	3,0
Cor	kg/dia	52.800
	mg/L	1.000

Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).

## 2.2.2 Descrição da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)

O sistema de tratamento de efluentes da LD CELULOSE consistirá basicamente de duas etapas: remoção de sólidos e remoção de carga orgânica. As principais unidades deste sistema estão relacionadas e descritas a seguir.

As principais etapas do processo de tratamento de efluentes são:

- Gradeamento
- Clarificador primário
- Lagoa de emergência
- Neutralização
- Resfriamento
- Lodos ativados – tanque de aeração
- Clarificador secundário
- Emissário

### **Gradeamento**

Os efluentes brutos serão dirigidos por gravidade para um sistema de gradeamento para remover os materiais grosseiros. Esse sistema será provido de 2 conjuntos compostos por uma grade mecanizada e uma grade manual, que será utilizada por ocasião da manutenção da grade mecanizada.

### **Clarificador Primário**

Após a passagem pelo sistema de gradeamento e medição de vazão, o efluente bruto será enviado para dois clarificadores primários com diâmetro de 42 m 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 escumas 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 23 tSS/dia. 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 %.

### **Lagoa de Emergência**

Além dos sistemas de prevenção e coleta de vazamentos e derramamentos previstos em cada departamento da fábrica, haverá um conjunto de lagoas 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.

O volume total será de aproximadamente 33.000 m<sup>3</sup> para receber os efluentes do processo considerados contaminados.

A lagoa será construída como uma lagoa escavada com o fundo adequadamente impermeabilizado e inclinado na direção das bombas de drenagem.

### **Águas Pluviais**

As águas pluviais que incidirem sobre as áreas de processo, por terem maior potencial de contaminação, serão encaminhadas juntamente com os efluentes para a estação de tratamento de efluentes (ETE) da LD Celulose. As águas pluviais que incidirem nas áreas de telhados, ruas, etc. bem como do pátio de estocagem de toras, por possuírem menor potencial de contaminação, serão encaminhadas para lagoas de águas pluviais, que serão providas de medição de pH e condutividade para evitar sobrecarga hidráulica na ETE por ocasião de elevadas precipitações pluviométricas. Nessas lagoas, caso os parâmetros pH e/ou condutividade estiverem fora dos padrões aceitáveis, essas águas serão encaminhadas para a ETE da fábrica. Caso contrário, serão encaminhadas para descarte para o rio Araguari, que será realizado através do emissário de efluentes tratados. Importante ressaltar que essas águas pluviais se juntarão aos efluentes tratados depois do ponto de medição e amostragem de efluentes.

### **Neutralização do Efluente**

O efluente clarificado nos clarificadores primários será enviado para um tanque de neutralização que receberá também os efluentes sem sólidos suspensos. 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 550 m<sup>3</sup> e será dotado de agitadores mecânicos.

### **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 uma temperatura que não prejudique o desempenho do tratamento biológico.

O resfriamento dos efluentes será realizado através de uma torre de resfriamento, composta por 04 células, sendo dimensionada para uma temperatura de entrada aproximada de 70 °C, e uma temperatura de saída em torno de 35 °C.

### **Lodos Ativados**

O sistema de tratamento biológico adotado na LD CELULOSE será do tipo aeróbico por lodos ativados. O processo de lodos ativados é uma tecnologia comprovada e normalmente utilizada nas indústrias de celulose e papel 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 de aeração. 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 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 volume aproximado total de 55.000 m<sup>3</sup> e os difusores serão alimentados por sopradores com capacidade total aproximada de 42.400 Nm<sup>3</sup>/h, 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 dois clarificadores secundários de diâmetro 53 m cada. O efluente tratado e clarificado será lançado através de emissário e difusores no rio. Deve-se ressaltar, que o local de lançamento será a montante do ponto de captação de água bruta para fábrica.

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 recalado através de bombas para o tanque seletor, efetuando-se a sua recirculação. O lodo biológico excedente será enviado para o sistema de desaguamento de lodo secundário.

### **Sistema de Desaguamento de Lodo Secundário**

O sistema de desaguamento de lodo secundário terá uma capacidade estimada total de 12.000 kgSS/dia será constituído por espessadores do tipo mecânico e por centrífugas. A consistência final prevista de lodo desaguado é entre 15 a 20 %.

#### **2.2.3 Características do Efluente Tratado**

As características previstas para os efluentes industriais tratados são apresentadas a seguir.

**Tabela 2 – Características do Efluente Tratado**

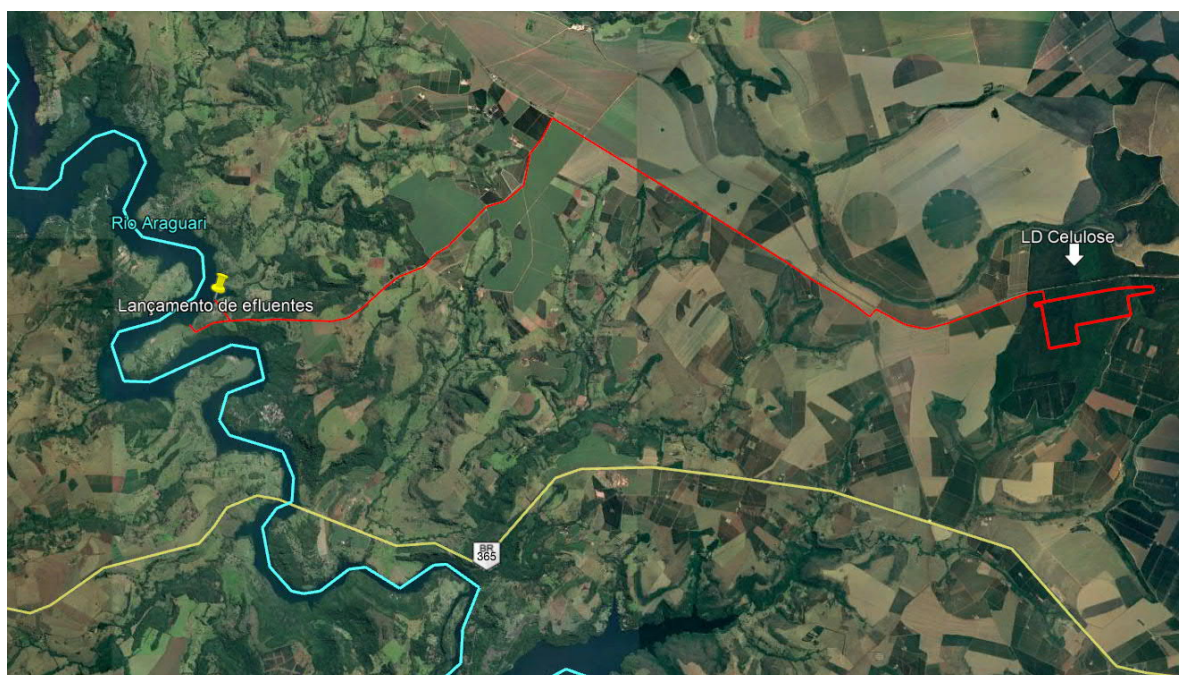
<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valores</b>
Vazão	m <sup>3</sup> /h	2.200
	m <sup>3</sup> /s	0,61
pH	-	6 a 8
Temperatura	°C	< 40
DBO	kg/dia	2.100
	mg/L	40
DQO	kg/dia	16.700
	mg/L	315
Sólidos Suspensos Totais	kg/dia	3.200
	mg/L	60
Cor	kg/dia	52.800
	mg/L	1.000
Nitrogênio total	kg/dia	800
	mg/L	15
Fósforo total	kg/dia	80
	mg/L	1,5

Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).

#### **2.3 Lançamento dos Efluentes Tratados**

O lançamento de efluentes tratados será realizado no Rio Araguari por intermédio de emissário subaquático, perpendicularmente à margem direita do Rio Araguari.

O ponto de lançamento dos efluentes tratados localiza-se nas coordenadas geográficas 18°50'3,06"S e 48° 5'31,39"O (WGS 84), conforme demonstrado na figura a seguir.



**Figura 1 – Visão do local de lançamento dos efluentes tratados. Fonte: Adaptado Google Earth (2018).**

## 2.4 Rio Araguari

O rio Araguari é um curso de água do estado de Minas Gerais, que atravessa a região do Triângulo Mineiro e possui extensão de 475 km. Sua nascente está localizada no Parque Nacional da Serra da Canastra, no município de São Roque de Minas. O rio atravessa importantes cidades da região como Araxá, Uberlândia e Araguari, antes de desaguar no rio Paranaíba, na divisa com Goiás.

O Araguari é um rio de águas escuras, mas limpas, com várias corredeiras de pedra e cânions. Devido à sua conformação, o rio apresenta bom potencial para geração de energia elétrica. As principais usinas hidrelétricas existentes em seu curso são UHE Nova Ponte, UHE Miranda, UHE Capim Branco I, UHE Capim Branco II todas operadas pela CEMIG.

O rio Araguari é enquadrado como Classe 2, de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005.

### 2.4.1 Vazões

A vazão média ( $Q_m$ ) e mínima ( $Q_{7,10}$ ) do Rio Araguari foram calculadas em função das vazões obtidas das estações próximas ao ponto de lançamento de efluentes tratados da fábrica, e são apresentadas a seguir.

- Vazão mínima ( $Q_{7,10}$ ) = 40 m<sup>3</sup>/s
- Vazão média ( $Q_m$ ) = 430 m<sup>3</sup>/s

## 2.4.2 Qualidade das Águas

Nos estudos deste EIA/RIMA foram realizadas 2 (duas) campanhas de coletas e análises de água superficial, uma durante a estação de seca (18/07/17 a 11/08/17) e uma durante a estação chuvosa (03/04/18 a 26/04/18), com o objetivo de definir a qualidade da água superficial do rio Araguari antes da operação do empreendimento (*background* e referência para estudos de monitoramento futuros).

As análises englobaram os principais parâmetros estabelecidos na Deliberação Normativa COPAM nº 01/2008 e Resolução CONAMA nº 357/2005, no entanto também houve uma coleta em cada campanha para analisar todos os parâmetros.

Os resultados demonstraram que a maioria dos parâmetros analisados encontram-se dentro das condições exigidas para corpos d'água Classe 2 e de acordo com as legislações vigentes; e destaca-se que o Rio Araguari apresenta homogeneidade e boa condição de qualidade.

Alguns parâmetros apresentaram-se em desacordo com as legislações, na 1ª campanha: manganês, DBO, pH, fósforo total e oxigênio dissolvido; e na 2ª campanha: sólidos dissolvidos totais, sulfato, sulfeto e fósforo.

Com relação aos resultados das análises na 1ª campanha, o ponto P01 apresentou o para o parâmetro pH valor de 5,7 mg/L, DBO de 5,2 mg/L, fósforo de 0,07 mg/L e manganês com valores acima de 0,1 mg/L. Para o P02, oxigênio dissolvido apresentou valor de 4,5 mg/L, e o manganês também com valores em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação COPAM nº 01/2008.

Na 2ª campanha, no dia 16/04/18 o parâmetro sólidos dissolvidos totais apresentou valor de 539 mg/L; no dia 09/04/18 o parâmetro sulfato apresentou valor de 1.213 mg/L; no dia 26/04/18 o parâmetro sulfeto apresentou valor de 1,96 mg/L e em alguns dias o fósforo total apresentou valores acima de 0,03 mg/L; todos em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação COPAM nº 01/2008.

É importante destacar que com exceção do manganês na 1ª campanha e fósforo na 2ª campanha, os demais parâmetros em desacordo foram identificados em apenas 1 (uma) amostragem dentro do período, ou seja, casos pontuais que podem ter sido decorrentes de algum problema na coleta ou análise do parâmetro, e portanto, devem ser acompanhados nos próximos monitoramentos.

Segundo IGAM (2014), o manganês é um importante constituinte da camada de substrato dos solos no estado de Minas Gerais e pode ser considerado natural das águas superficiais, assim como o ferro, que também se verificou presente na água superficial.

O fósforo é um nutriente, originado naturalmente da dissolução de compostos presentes no solo e da decomposição da matéria orgânica. Sua presença na água superficial provavelmente pode estar relacionada com a contribuição de cargas difusas decorrente do uso de fertilizantes, e em menor escala relacionado com a contribuição de esgotos sanitários e efluentes industriais.

### **3 MODELO DE DISPERSÃO DE EFLUENTE**

#### **3.1 Conceito da Zona de Mistura**

A zona de mistura é definida como região do corpo receptor que se estende do ponto de lançamento do efluente, e delimitada pela superfície em que é atingido o equilíbrio de mistura entre os parâmetros físicos e químicos, bem como o equilíbrio biológico do efluente e os do corpo receptor, sendo específica para cada parâmetro.

Dentro da zona de mistura, o nível de qualidade das águas do corpo receptor é menos elevado se comparado com um ponto à montante do lançamento de determinado lançamento de efluentes. Desta forma, os padrões de qualidade da água do corpo receptor aplicam-se fora da zona de mistura, não dentro da zona de mistura própria.

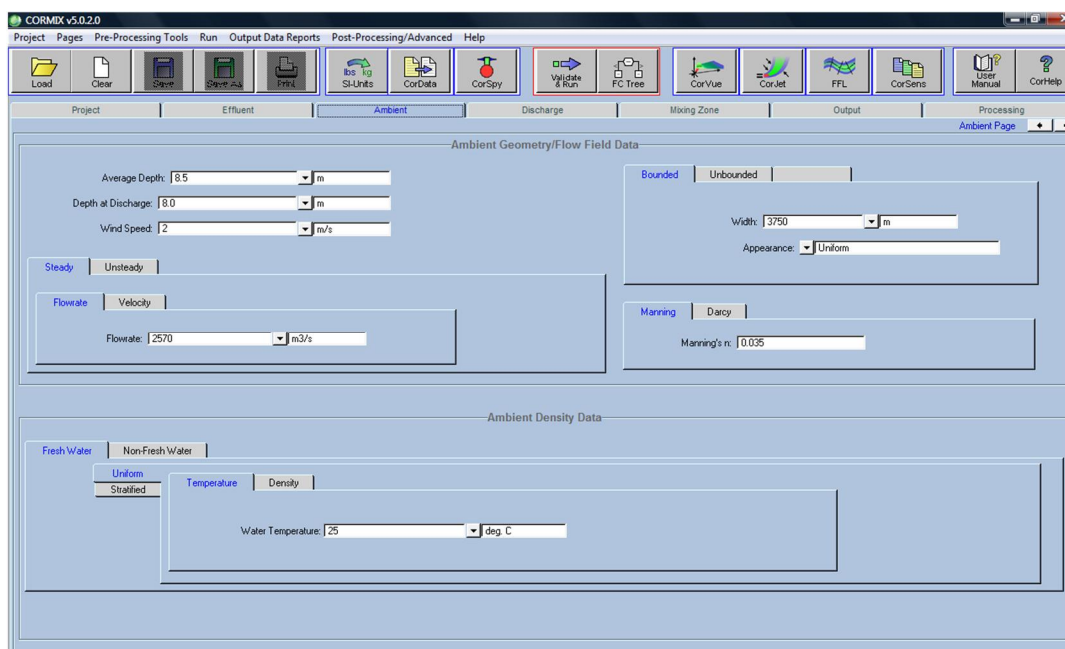
#### **3.2 Modelo Cormix (Simulação da Zona de Mistura)**

O *Cornell Mixing Zone Expert System* (Cormix) é um sistema de modelos computacionais desenvolvido para a análise, previsão e planejamento do lançamento de efluentes em diferentes corpos d'água. Ele foi desenvolvido através da união entre a EPA e a Universidade de Cornell durante o período de 1985-1995.

É uma poderosa ferramenta de análise no processo de licenciamento de atividades industriais no tocante às descargas de efluentes nos corpos receptores. Embora o sistema dê grande ênfase na previsão da geometria e diluição características da zona de mistura inicial, visando à verificação da conformidade da qualidade da água perante as restrições regulamentares, o sistema também prevê o comportamento da pluma de descarga em distâncias maiores.

O CORMIX é composto por três subsistemas: (a) CORMIX1, utilizado para a análise de lançamentos pontuais (*single port discharges*); (b) CORMIX2, para a análise de múltiplos lançamentos multipontuais (difusores) abaixo da superfície (*submerged multiport diffuser discharges*); e (c) CORMIX3, para a análise de lançamentos superficiais (*buoyant surface discharges*).

Embora a metodologia do CORMIX considere condições ambientais estacionárias, o sistema representa uma ferramenta adequada para a previsão tanto de feições qualitativas (classificação de fluxos, etc.), quanto de aspectos quantitativos (taxas de diluição, trajetórias de plumas, etc.) dos processos de mistura hidrodinâmicos resultantes de diferentes configurações de lançamentos e em vários tipos de corpos d'água, incluindo pequenos riachos, grandes rios, lagos, reservatórios, estuários e águas costeiras.



**Figura 2 – Tela do software CORMIX.**

### 3.2.1 Processos de Mistura Hidrodinâmica

O comportamento da mistura de qualquer descarga de águas residuais é regido pela interação das condições ambientais do corpo receptor e das características de descarga.

A modelagem do transporte de uma pluma de efluentes compreende a modelagem do campo próximo (*near-field*) e do campo afastado (*far-field*). O campo próximo corresponde à zona de diluição inicial, onde prevalecem os efeitos oriundos da velocidade inicial de ejeção e a diferença de densidade entre o efluente e o meio. Por campo afastado, entende-se a região onde passam a predominar os efeitos da dinâmica local no transporte e dispersão da pluma. Para representar o comportamento da pluma de efluentes, deve-se separar o processo em modelagem do campo próximo e modelagem do campo afastado.

O presente relatório limita-se ao estudo das interações do campo próximo, uma vez que o objetivo é de se conhecer a zona de diluição inicial.

### 3.2.2 Tipo de lançamento

O lançamento de efluente da no Rio Araguari terá a seguinte concepção: 3 ramais (emissários) subaquáticos com lançamentos multipontuais (3 difusores cada) abaixo da superfície da d'água.

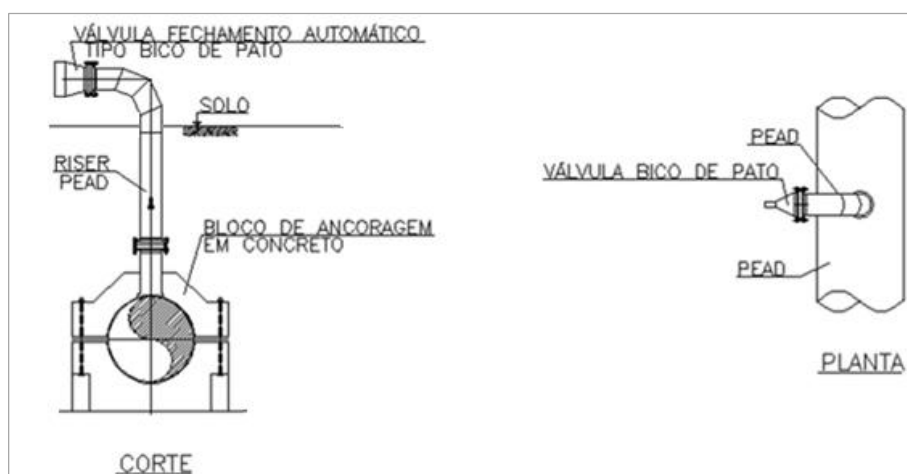
O emissário destina-se ao lançamento dos efluentes tratados no Rio Araguari de forma controlada e segura por intermédio do lançamento subaquático em condições que impeçam a formação de espumas e promovam a dispersão da forma mais eficiente no corpo receptor.

O sistema completo consiste em: (a) um poço de efluentes tratados; (b) emissário de efluentes tratados até a margem do Rio Araguari, 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 (emissários) de PEAD (polietileno de alta densidade) no leito do rio, sendo que somente 2 estarão em modo operante e 1 seguirá como reserva. Em determinados locais que favorecem a melhor dispersão nas águas do rio e a homogeneização da mistura, haverá tubulações verticais (risers) de aço, que conduzirão o efluente tratado das tubulações enterradas a aproximadamente 50 cm 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 (tipo bico de pato), permitindo o lançamento de jatos do efluente de forma otimizada, assim como impedirá a entrada de areia e corpos estranhos no interior do sistema. As figuras a seguir apresentam detalhes do riser e válvula de retenção (tipo bico de pato).



**Figura 3 – Detalhes do riser e válvula de retenção (tipo bico de pato).**

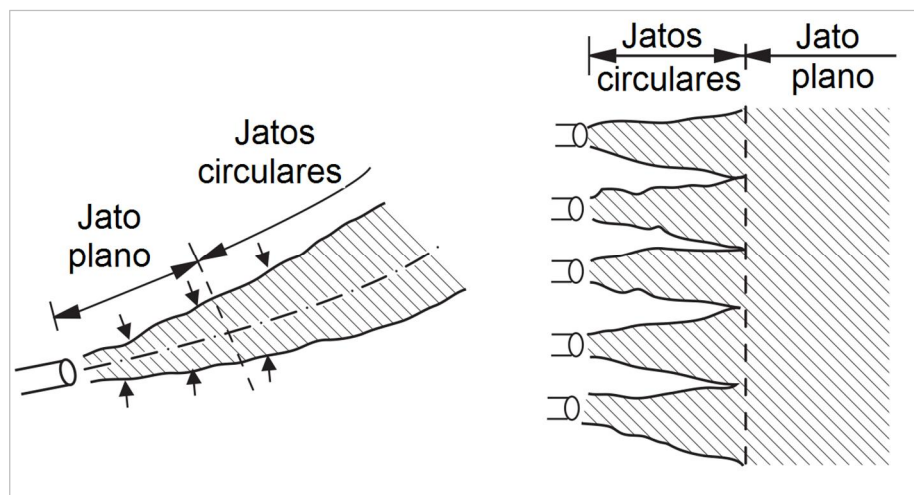


**Figura 4 – Exemplo de risers.**



O efluente tratado é descarregado paralelamente ao fluxo do rio, se mantendo inicialmente como jatos cilíndricos, e posteriormente, como um jato plano único. A figura a seguir apresenta de forma ilustrativa esse tipo de diluição.

Para o presente estudo, foi utilizado o CORMIX 2, que analisa as descargas abaixo da superfície da água, lançadas por um emissário subaquático com múltiplos difusores.



**Figura 5 – Lançamento do efluente pelos difusores.**

### 3.2.3 Parâmetros do CORMIX

O CORMIX permite trabalhar com três tipos de parâmetros:

- Conservativo: o parâmetro não sofre qualquer processo de decaimento;
- Não conservativo: o parâmetro sofre um decaimento de primeira ordem; e,
- Descargas de altas temperaturas.

Normalmente, o comportamento do campo próximo é bastante insensível com a escolha destes valores, mas pode afetar a previsão dos resultados em distâncias maiores, nos casos de campo afastado.

No presente caso foi adotado que o efluente tratado da fábrica é do tipo conservativo para DBO, ou seja, não foi considerado decaimento da carga orgânica por reaeração ou degradação biológica.

## 4 SIMULAÇÃO DA ZONA DE MISTURA

### 4.1 Premissas

O tipo de lançamento dos efluentes no Rio Araguari será do tipo jato de mistura por múltiplos lançamentos multipontuais (difusores) abaixo da superfície (*submerged multipoint diffuser discharges*).

Em função do tipo de descarga, foi utilizado o CORMIX 2, ou seja, quando um efluente é lançado através de múltiplos lançamentos multipontuais (difusores).

## 4.2 Dados de Entrada

Existem três tipos de dados de entrada que são necessários para a utilização do modelo CORMIX: dados ambientais, dados do efluente e informações sobre o tipo de descarte.

Os dados ambientais consistem em informações de temperatura, coeficiente de Manning, profundidade do rio, vazão do rio, distância entre as margens do rio, entre outros.

Algumas propriedades físico-químicas do efluente em estudo são incluídas, tais como: concentração do parâmetro em estudo, vazão e temperatura.

O último conjunto de dados de entrada do modelo é composto pelas informações sobre o tipo de descarte, características do difusor, profundidade e vazão de descarte, duração de lançamento e da simulação, etc.

Na modelagem de dispersão do presente estudo foram utilizados os dados apresentados nas tabelas a seguir

**Tabela 3 – Dados ambientais**

Variável	Unidade	Valor
Vazão Mínima ( $Q_{7,10}$ )	m <sup>3</sup> /s	40
Vazão Média ( $Q_{Média}$ )	m <sup>3</sup> /s	430
Profundidade na vazão $Q_{7,10}$	m	11
Profundidade na vazão $Q_m$	m	12
Largura do rio	m	600
Temperatura da água	°C	25

**Tabela 4 – Dados do efluente tratado**

Variável	Unidade	Valor
Vazão	m <sup>3</sup> /s	0,61
Concentração da DBO	mg/L	40
Concentração da cor	mg/L	1.000
Concentração de fósforo total	mg/L	1,5
Temperatura do Efluente	°C	35

**Tabela 5 – Dados do emissário subaquático**

Variável	Unidade	Valor
Tipo do lançamento	-	CORMIX2
Margem do lançamento	-	Direita
Distância da margem	m	70
Número de ramais	-	2+1 (reserva)
Número de difusores por ramal	-	3
Comprimento de cada ramal	m	15
Altura dos bicos de pato	m	0,50
Diâmetro dos bicos de pato	m	0,56

As concentrações de DBO, de cor e de fósforo total do efluente tratado, consideradas nesse estudo, são os valores máximos, ou seja, de pico de projeto.

O modelo matemático leva em consideração a concentração de DBO, cor e fósforo do Rio Araguari na situação inicial como zero, isto é, ele não considera carga do rio ao longo do trecho em estudo o que varia pela autodepuração e pelas cargas que o rio já apresenta. Assim sendo, o modelo apresenta os resultados do que ocorre com o efluente tratado da fábrica e o acréscimo que ele provoca neste rio em termos de carga orgânica e cor.

Para esse estudo foram considerados 6 cenários, variando a vazão do rio (vazão mínima de 40 m<sup>3</sup>/s e vazão média de 430 m<sup>3</sup>/s) e as variáveis estudadas (DBO, cor e fósforo total), conforme apresentado na tabela a seguir.

Como resultado, foram verificadas as distâncias nas quais a qualidade do Rio Araguari se enquadra nos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (para rios de classe 2) e Deliberação Normativa COPAM/CERH n° 01/2008, posteriormente ao lançamento do efluente tratado da fábrica de celulose solúvel.

**Tabela 6 – Cenários avaliados no presente estudo**

Variável	Cenário n°	Vazão do rio (m <sup>3</sup> /s)
DBO	1	40 (Q <sub>7,10</sub> )
	2	430 (Q <sub>m</sub> )
Cor	3	40 (Q <sub>7,10</sub> )
	4	430 (Q <sub>m</sub> )
Fósforo total	5	40 (Q <sub>7,10</sub> )
	6	430 (Q <sub>m</sub> )

### 4.3 Resultados dos Cenários Avaliados

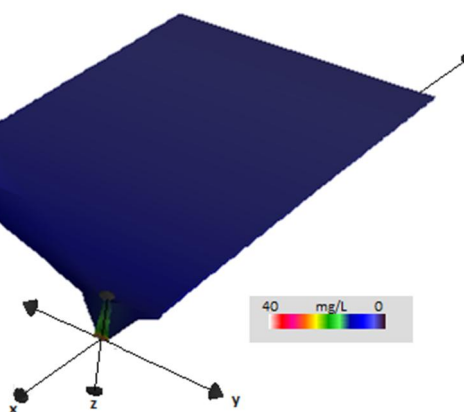
#### 4.3.1 Cenário 1 (DBO, Vazão mínima - $Q_{7,10}$ )

Os dados utilizados no cenário 1 são apresentados na tabela a seguir.

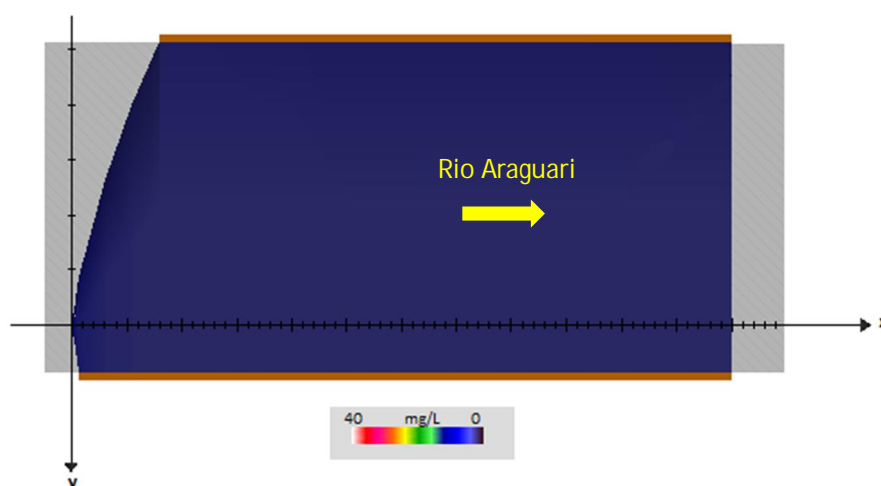
**Tabela 7 – Dados utilizados no cenário 1**

Variável	Vazão do rio	Vazão do efluente	Concentração da DBO
DBO	40 m <sup>3</sup> /s	0,61 m <sup>3</sup> /s	40 mg/L

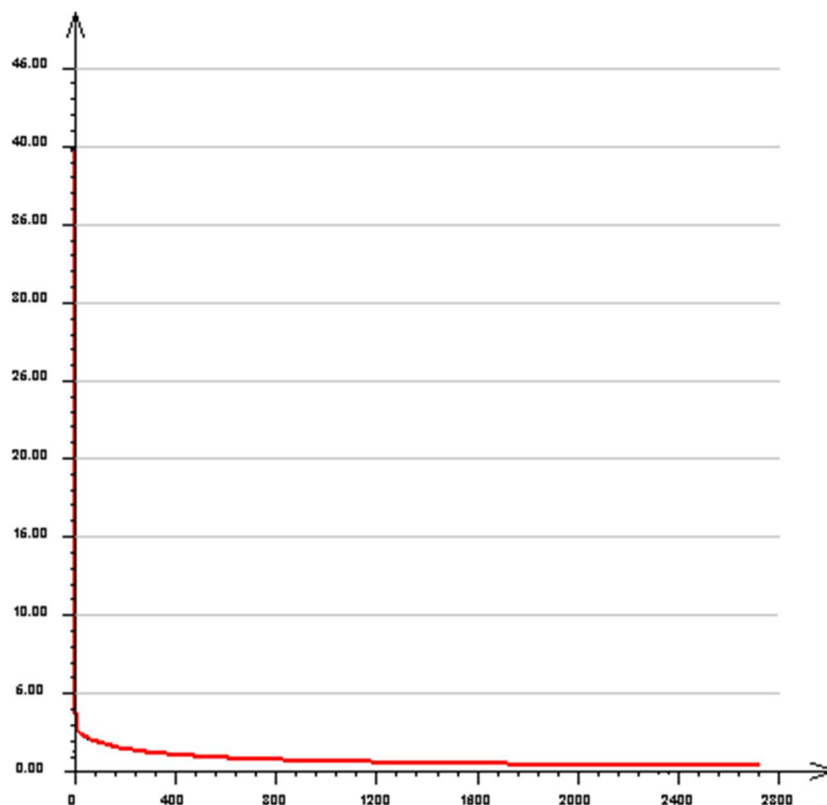
Os resultados da simulação são apresentados nas figuras e na tabela a seguir.



**Figura 6 – Simulação da pluma de dispersão em 3 dimensões.**



**Figura 7 – Simulação da pluma de dispersão da DBO em vista superior.**



**Figura 8 – Gráfico da diluição da DBO (vezes) X distância (m).**

**Tabela 8 – Resultados do cenário 1**

Variável	Padrão de Qualidade <sup>1</sup>	Comprimento da pluma ao atingir o padrão de qualidade (zona de mistura)
DBO	5 mg/L	3,76 m

<sup>1</sup>Padrão de qualidade para rio classe 2, conforme Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/2008.

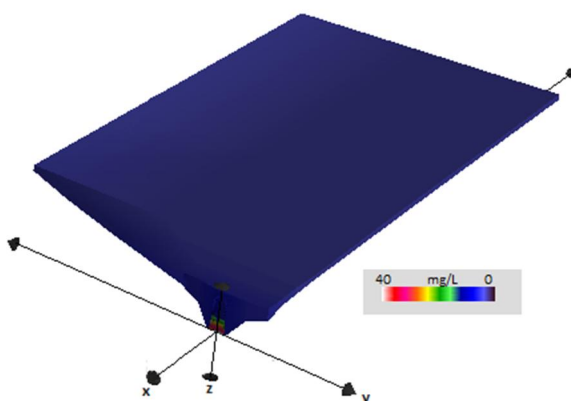
### 4.3.2 Cenário 2 (DBO, Vazão média - $Q_m$ )

Os dados utilizados no cenário 2 são apresentados na tabela a seguir.

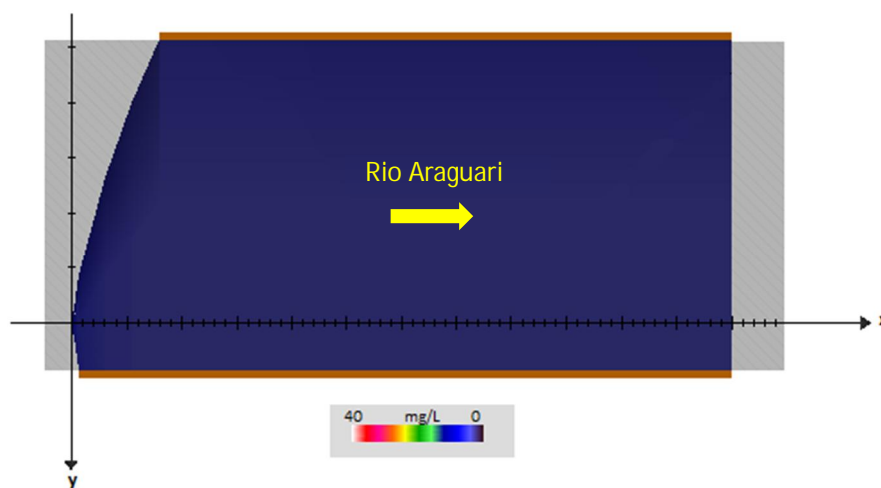
**Tabela 9 – Dados utilizados no cenário 2**

Variável	Vazão do rio	Vazão do efluente	Concentração da DBO
DBO	430 m <sup>3</sup> /s	0,61 m <sup>3</sup> /s	40 mg/L

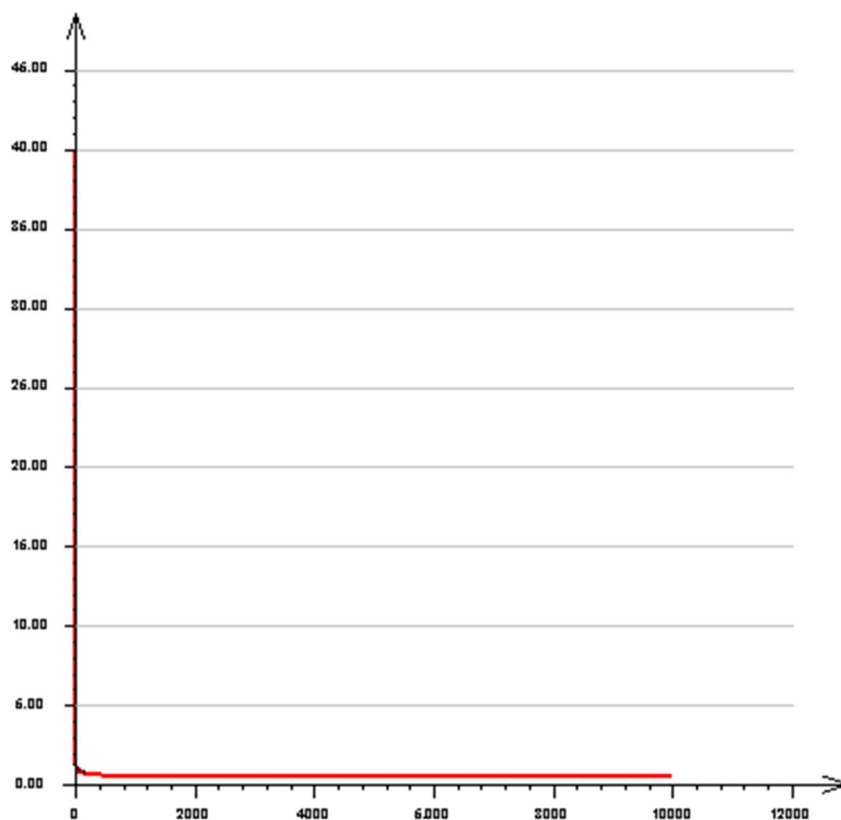
Os resultados da simulação são apresentados nas figuras e na tabela a seguir.



**Figura 9 – Simulação da pluma de dispersão em 3 dimensões.**



**Figura 10 – Simulação da pluma de dispersão da DBO em vista superior.**



**Figura 11 – Gráfico da diluição da DBO (vezes) X distância (m).**

**Tabela 10 – Resultados do cenário 2**

Variável	Padrão de Qualidade <sup>1</sup>	Comprimento da pluma ao atingir o padrão de qualidade (zona de mistura)
DBO	5 mg/L	0,52 m

<sup>1</sup>Padrão de qualidade para rio classe 2, conforme Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/2008.

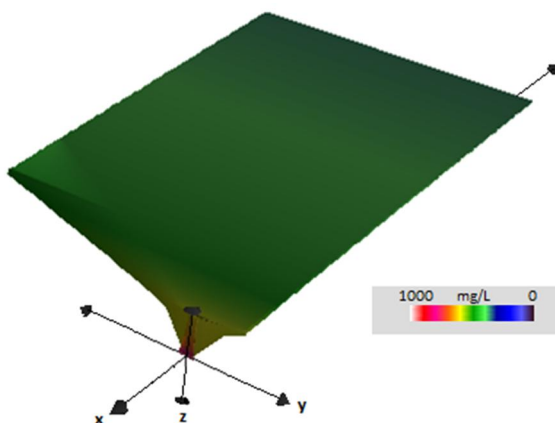
### 4.3.3 Cenário 3 (Cor, Vazão mínima - $Q_{7,10}$ )

Os dados utilizados no cenário 3 são apresentados na tabela a seguir.

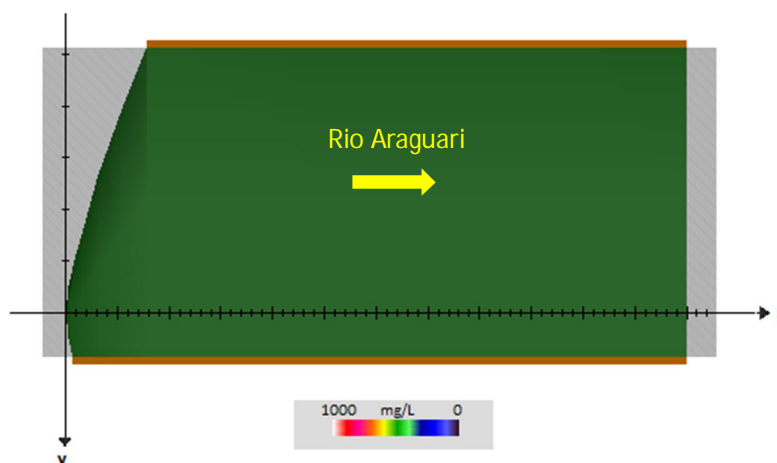
**Tabela 11 – Dados utilizados no cenário 3**

Variável	Vazão do rio	Vazão do efluente	Concentração da Cor
Cor	40 m <sup>3</sup> /s	0,61 m <sup>3</sup> /s	1.000 mg/L

Os resultados da simulação são apresentados nas figuras e na tabela a seguir.

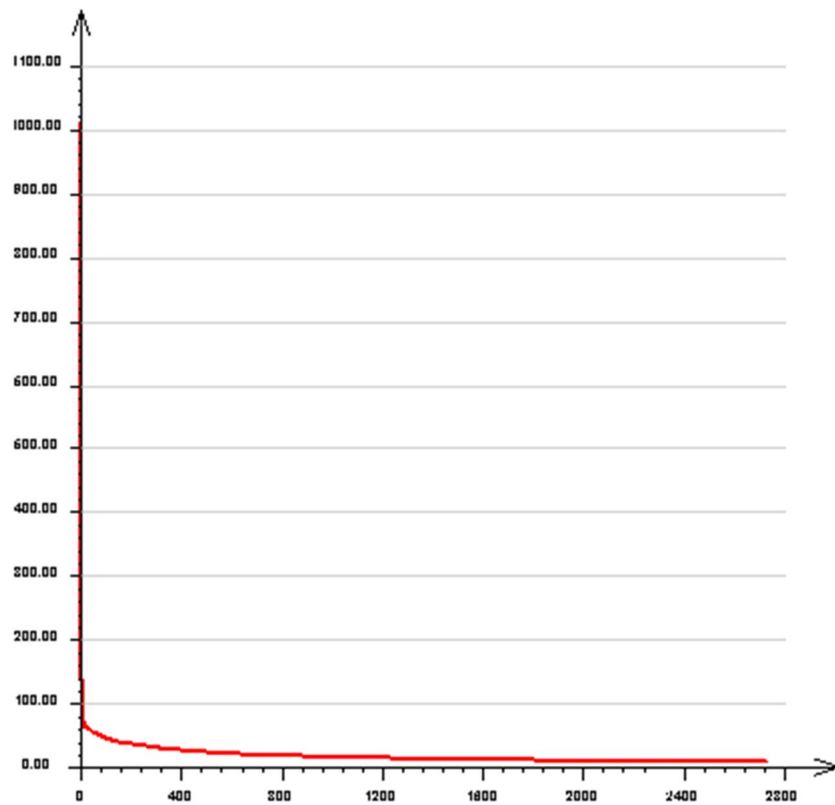


**Figura 12 – Simulação da pluma de dispersão em 3 dimensões.**



**Figura 13 – Simulação da pluma de dispersão da Cor em vista superior.**





**Figura 14 – Gráfico da diluição da Cor (vezes) X distância (m).**

**Tabela 12 – Resultados do cenário 3**

Variável	Padrão de Qualidade <sup>1</sup>	Comprimento da pluma ao atingir o padrão de qualidade (zona de mistura)
Cor	75 mg/L	11,67 m

<sup>1</sup>Padrão de qualidade para rio classe 2, conforme Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/2008.

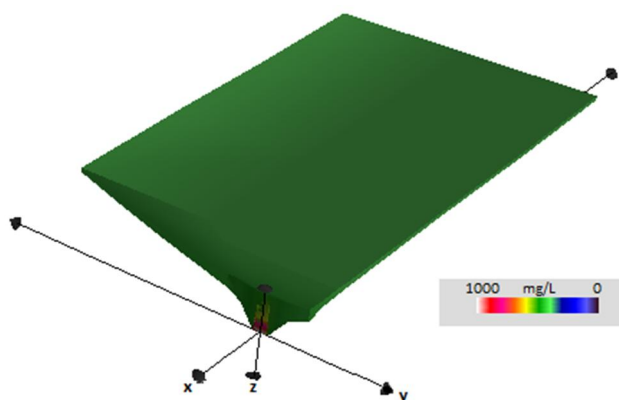
#### 4.3.4 Cenário 4 (Cor, Vazão média - $Q_m$ )

Os dados utilizados no cenário 4 são apresentados na tabela a seguir.

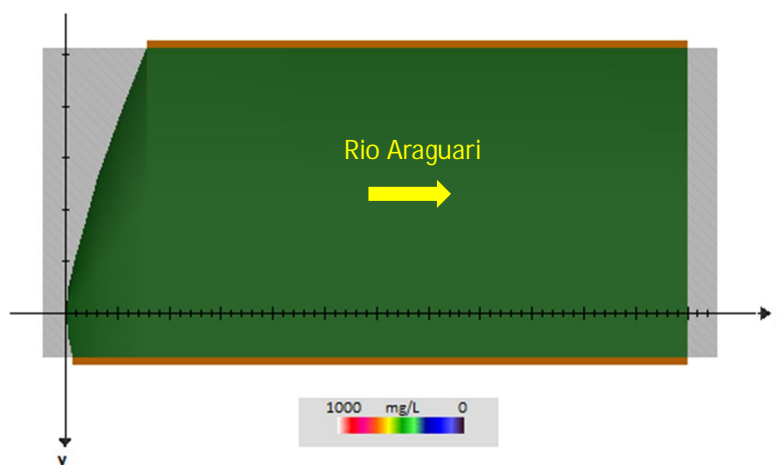
**Tabela 13 – Dados utilizados no cenário 4**

Variável	Vazão do rio	Vazão do efluente	Concentração da Cor
Cor	430 m <sup>3</sup> /s	0,61 m <sup>3</sup> /s	1.000 mg/L

Os resultados da simulação são apresentados nas figuras e na tabela a seguir.



**Figura 15 – Simulação da pluma de dispersão em 3 dimensões.**



**Figura 16 – Simulação da pluma de dispersão da Cor em vista superior.**

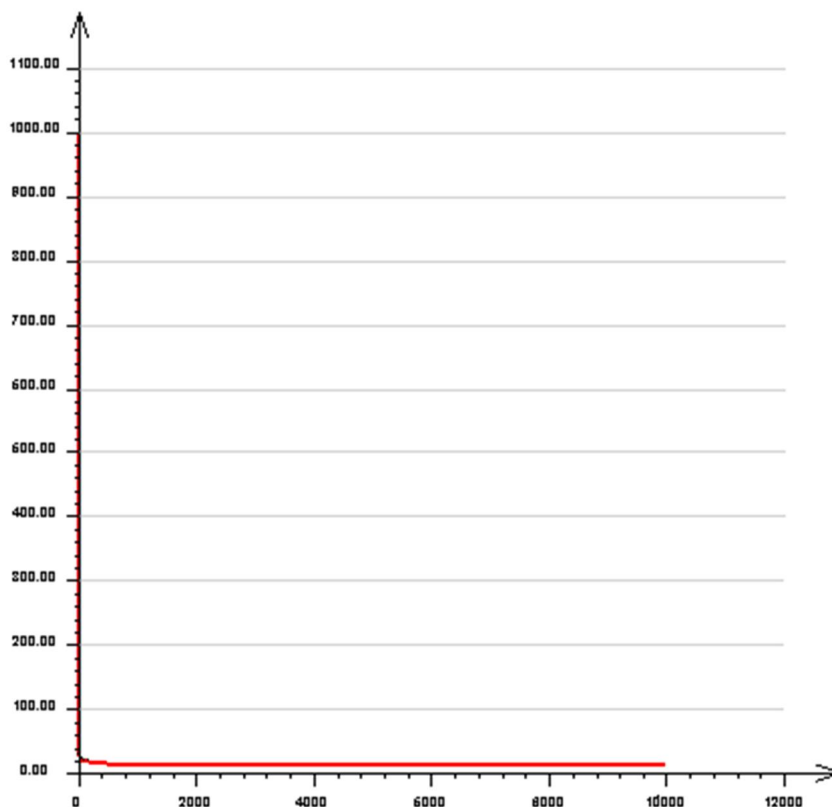


Figura 17 – Gráfico da diluição da Cor (vezes) X distância (m).

Tabela 14 – Resultados do cenário 4

Variável	Padrão de Qualidade <sup>1</sup>	Comprimento da pluma ao atingir o padrão de qualidade (zona de mistura)
Cor	75 mg/L	1,60 m

<sup>1</sup>Padrão de qualidade para rio classe 2, conforme Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/2008.

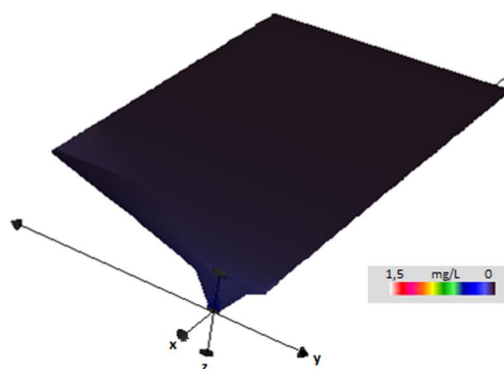
#### 4.3.5 Cenário 5 (Fósforo, Vazão mínima - $Q_{7,10}$ )

Os dados utilizados no cenário 5 são apresentados na tabela a seguir.

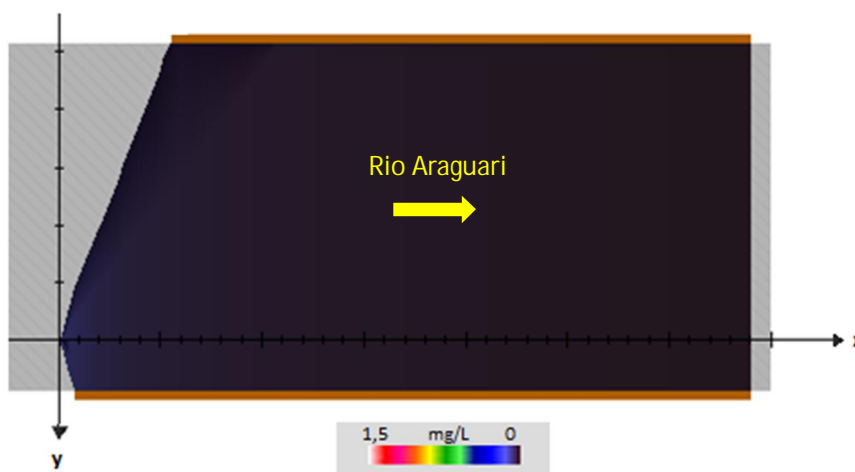
**Tabela 15 – Dados utilizados no cenário 5**

Variável	Vazão do rio	Vazão do efluente	Concentração de fósforo
Fósforo	40 m <sup>3</sup> /s	0,61 m <sup>3</sup> /s	1,5 mg/L

Os resultados da simulação são apresentados nas figuras e na tabela a seguir.



**Figura 18 – Simulação da pluma de dispersão em 3 dimensões.**



**Figura 19 – Simulação da pluma de dispersão de fósforo total em vista superior.**

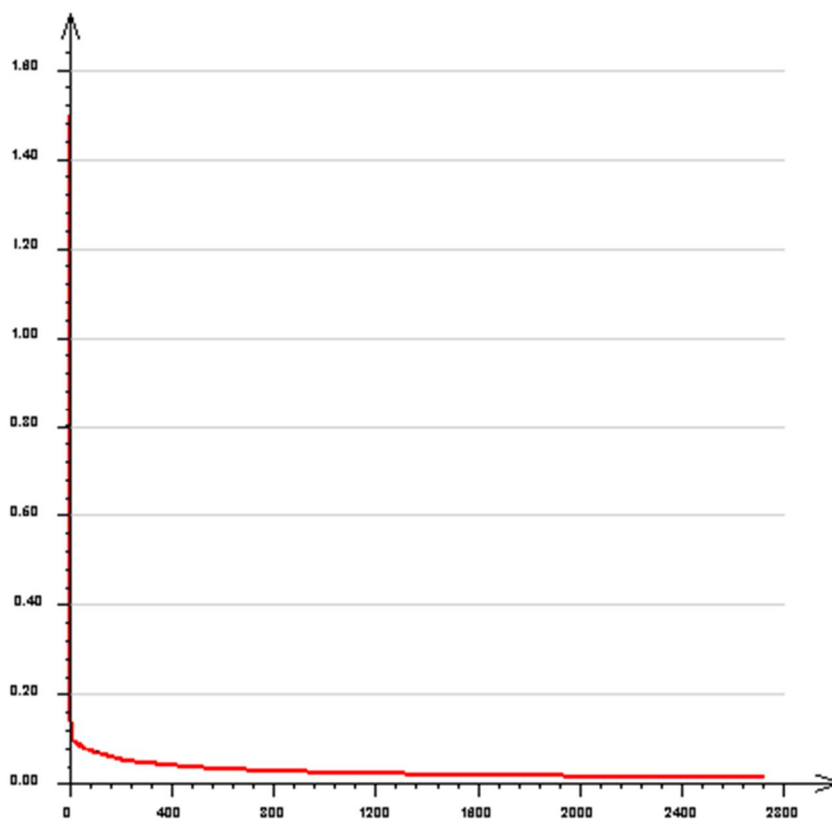


Figura 20 – Gráfico da diluição de fósforo total (vezes) X distância (m).

Tabela 16 – Resultados do cenário 5

Variável	Padrão de Qualidade <sup>1</sup>	Comprimento da pluma ao atingir o padrão de qualidade (zona de mistura)
Fósforo	0,03 mg/L	1.009,85 m

<sup>1</sup>Padrão de qualidade para rio classe 2 (ambiente lântico), conforme Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/2008.

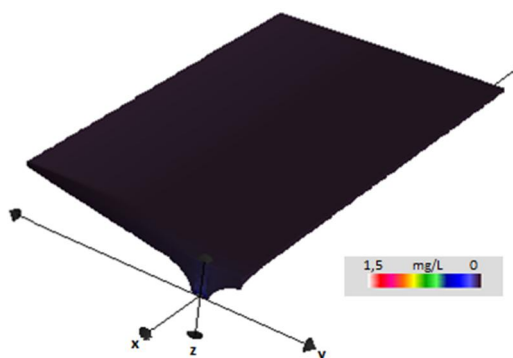
#### 4.3.6 Cenário 6 (Fósforo, Vazão média - $Q_m$ )

Os dados utilizados no cenário 6 são apresentados na tabela a seguir.

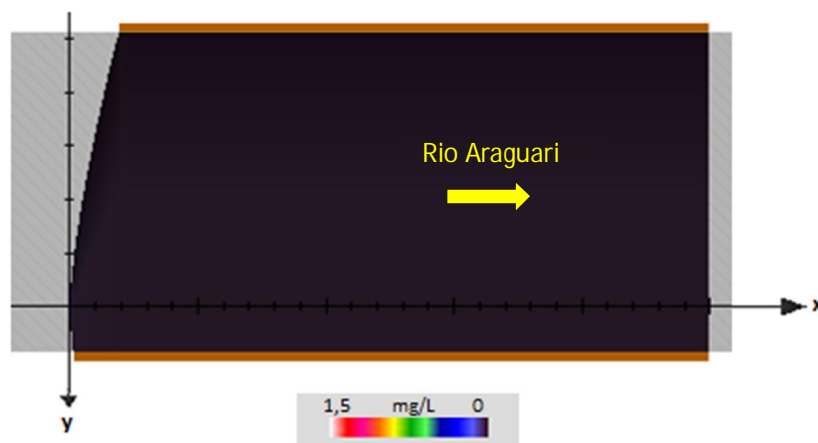
**Tabela 17 – Dados utilizados no cenário 6**

Variável	Vazão do rio	Vazão do efluente	Concentração de fósforo
Fósforo	430 m <sup>3</sup> /s	0,61 m <sup>3</sup> /s	1,5 mg/L

Os resultados da simulação são apresentados nas figuras e na tabela a seguir.



**Figura 21 – Simulação da pluma de dispersão em 3 dimensões.**



**Figura 22 – Simulação da pluma de dispersão de fósforo total em vista superior.**

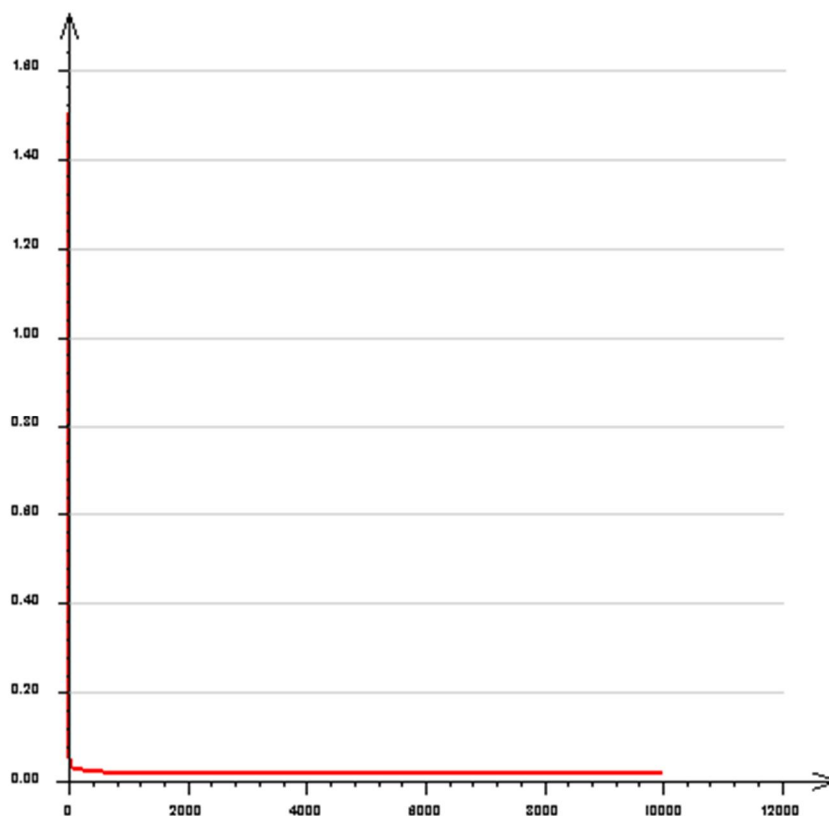


Figura 23 – Gráfico da diluição de fósforo total (vezes) X distância (m).

Tabela 18 – Resultados do cenário 6

Variável	Padrão de Qualidade <sup>1</sup>	Comprimento da pluma ao atingir o padrão de qualidade (zona de mistura)
Fósforo	0,03 mg/L	51,99 m

<sup>1</sup>Padrão de qualidade para rio classe 2 (ambiente lântico), conforme Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/2008.

## 5 CONCLUSÕES

Para o estudo da zona de mistura do rio Araguari foram rodadas 6 simulações, variando a vazão do rio (vazão média de 430 m<sup>3</sup>/s e vazão Q<sub>7,10</sub> de 40 m<sup>3</sup>/s), os parâmetros em estudo (DBO, cor e fósforo total), no qual foram verificadas as distâncias em que a qualidade do rio atende aos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 e Deliberação Normativa COPAM/CERH n° 01/2008 para rios classe 2. Os resultados das modelagens são apresentados na tabela a seguir.

**Tabela 19 – Resultados das simulações do CORMIX.**

Variável	Cenário n°	Concentração do efluente	Vazão do rio	Comprimento da pluma ao atingir o padrão de qualidade (zona de mistura) <sup>1</sup>
DBO	1	40 mg/L	40 m <sup>3</sup> /s (Q <sub>7,10</sub> )	3,76 m
	2	40 mg/L	430 m <sup>3</sup> /s (Q <sub>m</sub> )	0,52 m
Cor	3	1.000 mg/L	40 m <sup>3</sup> /s (Q <sub>7,10</sub> )	11,67 m
	4	1.000 mg/L	430 m <sup>3</sup> /s (Q <sub>m</sub> )	1,60 m
Fósforo total	5	1,5 mg/L	40 m <sup>3</sup> /s (Q <sub>7,10</sub> )	1.009,85 m
	6	1,5 mg/L	430 m <sup>3</sup> /s (Q <sub>m</sub> )	51,99 m

<sup>1</sup> Padrão de qualidade conforme Resolução CONAMA n° 357/2005 e Deliberação Normativa COPAM/CERH n° 01/2008 (rio Classe 2) para DBO = 5,0 mg/L, para cor = 75 mg/L e para fósforo total = 0,03 mg/L (ambiente lântico).

De acordo com os resultados das simulações, verifica-se que para atendimento dos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 e pela Deliberação Normativa COPAM/CERH n° 01/2008, no tocante aos parâmetros DBO, cor e fósforo total tanto nas condições mais críticas (vazão mínima - Q<sub>7,10</sub>) quanto nas condições de vazão média, tem-se que as distâncias necessárias para a zona de mistura dos efluentes tratados da LD CELULOSE no rio Araguari varia de 0,52 a 1.009,85 m.

Os cenários mais críticos consistem no cenário do fósforo total, tanto na vazão mínima quanto na vazão média. No cenário de vazão mínima, o comprimento da pluma necessário para se atingir o padrão de qualidade do fósforo total (0,030 mg/L) foi de 1.009,85 m.

De acordo com os resultados das campanhas de qualidade das águas do Rio Araguari realizadas para o EIA/RIMA do projeto da fábrica, a concentração de fósforo total já está em desacordo com o padrão de qualidade para rio classe 2 (ambiente lântico), conforme Resolução CONAMA n° 357/2005 e Deliberação Normativa COPAM/CERH n° 01/2008.

Pode-se concluir baseando-se nas simulações realizadas no presente estudo que a DBO e a cor presente no efluente tratado da fábrica da LD CELULOSE não impactará a qualidade da água do Rio Araguari, sendo demonstrado que rapidamente atinge o padrão de qualidade da água estabelecido pela legislação ambiental. No caso do fósforo total, verificou-se que seria necessário mais de 1.000 m para se atingir o



padrão de qualidade do fósforo total (0,030 mg/L), isto sem considerar a concentração de fósforo existente no Rio Araguari, que já está acima do padrão de qualidade.

Em termos de abastecimento verificou-se que à jusante do ponto de lançamento, até 2,5 km, não existe captação de água para abastecimento. Neste sentido é importante pontuar que o fósforo não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento (VON SPERLING, 2007).

Ainda, com relação ao fósforo, sabe-se que este é um elemento químico indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas (ambiente lântico), pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos, levando ao processo de eutrofização (VON SPERLING, 2007).

## **6 REFERÊNCIAS**

DONEKER, R. L.; JIRKA, G. H. Cormix User Manual - A Hydrodynamic Mixing Zone Model and Decision Support System for Pollutant Discharges into Surface Waters. Washington D. C: MixZon Inc, 2007.

MMA. Resolução CONAMA nº 357/2005 – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

MATO GROSSO DO SUL. Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/2008 – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

VON SPERLING, M. Estudos e Modelagem de Qualidade da Água de Rios. Belo Horizonte: DESA, 2007. 588 p.

**ANEXO I**  
**RELATÓRIO DA SIMULAÇÃO**

CORMIX SESSION REPORT:

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

CORMIX MIXING ZONE EXPERT SYSTEM

CORMIX Version 9.0E

HYDRO2:Version-9.0.0.0 September,2014

SITE NAME/LABEL: LD CELULOSE  
 DESIGN CASE: DBO  
 FILE NAME: C:\Program Files (x86)\CORMIX 9.0\Sample  
 Using subsystem CORMIX2: Multiport Diffuser Discharges  
 Start of session: 09/12/2018--08:48:06

\*\*\*\*\*

SUMMARY OF INPUT DATA:

-----  
 AMBIENT PARAMETERS:

Cross-section = bounded  
 Width BS = 600 m  
 Channel regularity ICHREG = 2  
 Ambient flowrate QA = 40 m<sup>3</sup>/s  
 Average depth HA = 11 m  
 Depth at discharge HD = 10.5 m  
 Ambient velocity UA = 0.0061 m/s  
 Darcy-Weisbach friction factor F = 0.0318  
 Calculated from Manning's n = 0.03  
 Wind velocity UW = 2 m/s  
 Stratification Type STRCND = U  
 Surface temperature = 25 degC  
 Bottom temperature = 25 degC  
 Calculated FRESH-WATER DENSITY values:  
 Surface density RHOAS = 997.0456 kg/m<sup>3</sup>  
 Bottom density RHOAB = 997.0456 kg/m<sup>3</sup>

-----  
 DISCHARGE PARAMETERS:

Submerged Multiport Diffuser Discharge  
 Diffuser type DITYPE = unidirectional perpendicular  
 Diffuser length LD = 30 m  
 Nearest bank = right  
 Diffuser endpoints YB1 = 70 m; YB2 = 100 m  
 Number of openings NOPEN = 6  
 Number of Risers NRISER = 6  
 Ports/Nozzles per Riser NPPERR = 1  
 Spacing between risers/openings SPAC = 6 m  
 Port/Nozzle diameter D0 = 0.4338 m  
 with contraction ratio = 0.6  
 Equivalent slot width B0 = 0.0296 m  
 Total area of openings TAO = 0.8867 m<sup>2</sup>  
 Discharge velocity U0 = 0.69 m/s  
 Total discharge flowrate Q0 = 0.61 m<sup>3</sup>/s  
 Discharge port height H0 = 0.5 m  
 Nozzle arrangement BETYPE = unidirectional without fanning  
 Diffuser alignment angle GAMMA = 90 deg  
 Vertical discharge angle THETA = 0 deg  
 Actual Vertical discharge angle THEAC = 0 deg  
 Horizontal discharge angle SIGMA = 0 deg  
 Relative orientation angle BETA = 90 deg  
 Discharge temperature (freshwater) = 35 degC  
 Corresponding density RHO0 = 994.0294 kg/m<sup>3</sup>  
 Density difference DRHO = 3.0161 kg/m<sup>3</sup>  
 Buoyant acceleration GP0 = 0.0297 m/s<sup>2</sup>  
 Discharge concentration C0 = 40 mg/l  
 Surface heat exchange coeff. KS = 0 m/s  
 Coefficient of decay KD = 0 /s

-----  
 FLUX VARIABLES PER UNIT DIFFUSER LENGTH:

Discharge (volume flux) q0 = 0.020333 m<sup>2</sup>/s

Discharge (volume flow)  $q_0$  = 0.020000 m<sup>3</sup>/s  
Momentum flux  $m_0$  = 0.013988 m<sup>3</sup>/s<sup>2</sup>  
Buoyancy flux  $j_0$  = 0.000603 m<sup>3</sup>/s<sup>3</sup>

-----  
DISCHARGE/ENVIRONMENT LENGTH SCALES:

LQ = 0.03 m                    Lm = 380.84 m                    LM = 1.96 m  
lm' = 99999 m                    Lb' = 99999 m                    La = 99999 m  
(These refer to the actual discharge/environment length scales.)

-----  
NON-DIMENSIONAL PARAMETERS:

Slot Froude number                    FRO = 23.23  
Port/nozzle Froude number            FRD0 = 6.06  
Velocity ratio                        R = 113.51

-----  
MIXING ZONE / TOXIC DILUTION ZONE / AREA OF INTEREST PARAMETERS:

Toxic discharge                        = no  
Water quality standard specified      = yes  
Water quality standard                CSTD = 5 mg/l  
Regulatory mixing zone                 = no  
Region of interest                      = 10000 m downstream

\*\*\*\*\*  
HYDRODYNAMIC CLASSIFICATION:

\*-----\*  
| FLOW CLASS = MU2 |  
\*-----\*  
This flow configuration applies to a layer corresponding to the full water depth at the discharge site.  
Applicable layer depth = water depth = 10.5 m  
  
Limiting Dilution S = (QA/Q0)+ 1.0 = 66.6

\*\*\*\*\*  
MIXING ZONE EVALUATION (hydrodynamic and regulatory summary):

-----  
X-Y-Z Coordinate system:  
Origin is located at the BOTTOM below the port/diffuser center:  
85 m from the right bank/shore.  
Number of display steps NSTEP = 100 per module.

-----  
NEAR-FIELD REGION (NFR) CONDITIONS :  
Note: The NFR is the zone of strong initial mixing. It has no regulatory implication. However, this information may be useful for the discharge designer because the mixing in the NFR is usually sensitive to the discharge design conditions.

Pollutant concentration at NFR edge c = 0.4989 mg/l  
Dilution at edge of NFR                s = 80.2  
NFR Location:                            x = 2727.27 m  
                                              y = 0 m  
                                              z = 10.5 m  
NFR plume dimensions: half-width (bh) = 3640.85 m  
                                              thickness (bv) = 0.52 m

Cumulative travel time:                888762.5 sec.  
WARNING:

The LIMITING DILUTION (given by ambient flow/discharge ratio) is = 66.57  
This value is below the computed dilution of 80.18 at the end of the Near Field Region (NFR). Mixing for this discharge configuration is constrained by the ambient flow.  
Please carefully review the prediction file for additional warnings and information.

-----  
Buoyancy assessment:  
The effluent density is less than the surrounding ambient water density at the discharge level.

Therefore, the effluent is POSITIVELY BUOYANT and will tend to rise towards the surface.

-----  
Near-field instability behavior:

The diffuser flow will experience instabilities with full vertical mixing in the near-field.

There may be benthic impact of high pollutant concentrations.

-----  
FAR-FIELD MIXING SUMMARY:

Plume becomes vertically fully mixed WITHIN NEAR-FIELD at 0 m downstream, but RE-STRATIFIES LATER and is not mixed in the far-field.

-----  
PLUME BANK CONTACT SUMMARY:

Plume in bounded section contacts nearest bank at 2727.27 m downstream.

Plume contacts second bank at 2727.27 m downstream.

\*\*\*\*\* TOXIC DILUTION ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No TDZ was specified for this simulation.

\*\*\*\*\* REGULATORY MIXING ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No RMZ has been specified.

However:

The ambient water quality standard was encountered at the following

plume position:

Water quality standard = 5 mg/l

Corresponding dilution s = 8.0

Plume location: x = 3.76 m

(centerline coordinates) y = 0 m

z = 0.84 m

Plume dimensions: half-width (bh) = 11.46 m

thickness (bv) = 2.63 m

CORMIX SESSION REPORT:

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

CORMIX MIXING ZONE EXPERT SYSTEM

CORMIX Version 9.0E

HYDRO2:Version-9.0.0.0 September,2014

SITE NAME/LABEL: LD CELULOSE
DESIGN CASE: DBO
FILE NAME: C:\Program Files (x86)\CORMIX 9.0\Sample
Using subsystem CORMIX2: Multiport Diffuser Discharges
Start of session: 09/08/2018--20:47:18

\*\*\*\*\*

SUMMARY OF INPUT DATA:

AMBIENT PARAMETERS:

Cross-section = bounded
Width BS = 600 m
Channel regularity ICHREG = 3
Ambient flowrate QA = 430 m^3/s
Average depth HA = 12 m
Depth at discharge HD = 11.5 m
Ambient velocity UA = 0.0597 m/s
Darcy-Weisbach friction factor F = 0.0309
Calculated from Manning's n = 0.03
Wind velocity UW = 2 m/s
Stratification Type STRCND = U
Surface temperature = 25 degC
Bottom temperature = 25 degC
Calculated FRESH-WATER DENSITY values:
Surface density RHOAS = 997.0456 kg/m^3
Bottom density RHOAB = 997.0456 kg/m^3

DISCHARGE PARAMETERS:

Submerged Multiport Diffuser Discharge
Diffuser type DITYPE = unidirectional perpendicular
Diffuser length LD = 30 m
Nearest bank = right
Diffuser endpoints YB1 = 70 m; YB2 = 100 m
Number of openings NOPEN = 6
Number of Risers NRISER = 6
Ports/Nozzles per Riser NPPERR = 1
Spacing between risers/openings SPAC = 6 m
Port/Nozzle diameter D0 = 0.4338 m
with contraction ratio = 0.6
Equivalent slot width B0 = 0.0296 m
Total area of openings TAO = 0.8867 m^2
Discharge velocity U0 = 0.69 m/s
Total discharge flowrate Q0 = 0.61 m^3/s
Discharge port height H0 = 0.5 m
Nozzle arrangement BETYPE = unidirectional without fannin
Diffuser alignment angle GAMMA = 90 deg
Vertical discharge angle THETA = 0 deg
Actual Vertical discharge angle THEAC = 0 deg
Horizontal discharge angle SIGMA = 0 deg
Relative orientation angle BETA = 90 deg
Discharge temperature (freshwater) = 35 degC
Corresponding density RHO0 = 994.0294 kg/m^3
Density difference DRHO = 3.0161 kg/m^3
Buoyant acceleration GP0 = 0.0297 m/s^2
Discharge concentration C0 = 40 mg/l
Surface heat exchange coeff. KS = 0 m/s

-----  
Coefficient of decay            KD        = 0 /s  
-----

FLUX VARIABLES PER UNIT DIFFUSER LENGTH:

Discharge (volume flux)        q0        = 0.020333 m<sup>2</sup>/s  
Momentum flux                    m0        = 0.013988 m<sup>3</sup>/s<sup>2</sup>  
Buoyancy flux                    j0        = 0.000603 m<sup>3</sup>/s<sup>3</sup>  
-----

DISCHARGE/ENVIRONMENT LENGTH SCALES:

LQ = 0.03 m                    Lm = 3.92 m                    LM = 1.96 m  
lm' = 99999 m                  Lb' = 99999 m                  La = 99999 m  
(These refer to the actual discharge/environment length scales.)  
-----

NON-DIMENSIONAL PARAMETERS:

Slot Froude number                FRO        = 23.23  
Port/nozzle Froude number        FRD0       = 6.06  
Velocity ratio                    R           = 11.52

MIXING ZONE / TOXIC DILUTION ZONE / AREA OF INTEREST PARAMETERS:

Toxic discharge                    = no  
Water quality standard specified   = yes  
Water quality standard            CSTD       = 5 mg/l  
Regulatory mixing zone             = no  
Region of interest                 = 10000 m downstream

\*\*\*\*\*  
HYDRODYNAMIC CLASSIFICATION:

\*-----\*  
| FLOW CLASS    = MU2 |  
\*-----\*

This flow configuration applies to a layer corresponding to the full w  
depth at the discharge site.  
Applicable layer depth = water depth = 11.5 m

Limiting Dilution S = (QA/Q0)+ 1.0 = 705.9

\*\*\*\*\*  
MIXING ZONE EVALUATION (hydrodynamic and regulatory summary):  
-----

X-Y-Z Coordinate system:

Origin is located at the BOTTOM below the port/diffuser center:  
85 m from the right bank/shore.  
Number of display steps NSTEP = 100 per module.  
-----

NEAR-FIELD REGION (NFR) CONDITIONS :

Note: The NFR is the zone of strong initial mixing. It has no regulator  
implication. However, this information may be useful for the discharg  
designer because the mixing in the NFR is usually sensitive to the  
discharge design conditions.

Pollutant concentration at NFR edge    c = 1.0311 mg/l  
Dilution at edge of NFR                s = 38.8  
NFR Location:                            x = 15 m  
                                          y = 0 m  
                                          z = 11.5 m

NFR plume dimensions: half-width (bh) = 13.29 m  
                                          thickness (bv) = 11.5 m

Cumulative travel time:                193.6567 sec.  
-----

Buoyancy assessment:

The effluent density is less than the surrounding ambient water

density at the discharge level.

Therefore, the effluent is POSITIVELY BUOYANT and will tend to rise to the surface.

---

Near-field instability behavior:

The diffuser flow will experience instabilities with full vertical mix in the near-field.

There may be benthic impact of high pollutant concentrations.

---

FAR-FIELD MIXING SUMMARY:

Plume becomes vertically fully mixed WITHIN NEAR-FIELD at 0 m downstream, but RE-STRATIFIES LATER and is not mixed in the far-field. Plume becomes laterally fully mixed at 1485.33 m downstream.

---

PLUME BANK CONTACT SUMMARY:

Plume in bounded section contacts nearest bank at 118.73 m downstream.

Plume contacts second bank at 1485.33 m downstream.

\*\*\*\*\* TOXIC DILUTION ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No TDZ was specified for this simulation.

\*\*\*\*\* REGULATORY MIXING ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No RMZ has been specified.

However:

The ambient water quality standard was encountered at the following

plume position:

Water quality standard = 5 mg/l

Corresponding dilution s = 8.0

Plume location: x = 0.52 m

(centerline coordinates) y = 0 m

z = 0.55 m

Plume dimensions: half-width (bh) = 14.83 m

thickness (bv) = 0.40 m



CORMIX SESSION REPORT:

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

CORMIX MIXING ZONE EXPERT SYSTEM

CORMIX Version 9.0E

HYDRO2:Version-9.0.0.0 September,2014

SITE NAME/LABEL: LD CELULOSE  
 DESIGN CASE: COR  
 FILE NAME: C:\Program Files (x86)\CORMIX 9.0\Sample Files  
 Using subsystem CORMIX2: Multiport Diffuser Discharges  
 Start of session: 09/12/2018--08:51:35

\*\*\*\*\*

SUMMARY OF INPUT DATA:

-----  
 AMBIENT PARAMETERS:

Cross-section = bounded  
 Width BS = 600 m  
 Channel regularity ICHREG = 2  
 Ambient flowrate QA = 40 m<sup>3</sup>/s  
 Average depth HA = 11 m  
 Depth at discharge HD = 10.5 m  
 Ambient velocity UA = 0.0061 m/s  
 Darcy-Weisbach friction factor F = 0.0318  
 Calculated from Manning's n = 0.03  
 Wind velocity UW = 2 m/s  
 Stratification Type STRCND = U  
 Surface temperature = 25 degC  
 Bottom temperature = 25 degC  
 Calculated FRESH-WATER DENSITY values:  
 Surface density RHOAS = 997.0456 kg/m<sup>3</sup>  
 Bottom density RHOAB = 997.0456 kg/m<sup>3</sup>

-----  
 DISCHARGE PARAMETERS:

Submerged Multiport Diffuser Discharge  
 Diffuser type DITYPE = unidirectional perpendicular  
 Diffuser length LD = 30 m  
 Nearest bank = right  
 Diffuser endpoints YB1 = 70 m; YB2 = 100 m  
 Number of openings NOPEN = 6  
 Number of Risers NRISER = 6  
 Ports/Nozzles per Riser NPPERR = 1  
 Spacing between risers/openings SPAC = 6 m  
 Port/Nozzle diameter D0 = 0.4338 m  
 with contraction ratio = 0.6  
 Equivalent slot width B0 = 0.0296 m  
 Total area of openings TAO = 0.8867 m<sup>2</sup>  
 Discharge velocity U0 = 0.69 m/s  
 Total discharge flowrate Q0 = 0.61 m<sup>3</sup>/s  
 Discharge port height H0 = 0.5 m  
 Nozzle arrangement BETYPE = unidirectional without fanning  
 Diffuser alignment angle GAMMA = 90 deg  
 Vertical discharge angle THETA = 0 deg  
 Actual Vertical discharge angle THEAC = 0 deg  
 Horizontal discharge angle SIGMA = 0 deg  
 Relative orientation angle BETA = 90 deg  
 Discharge temperature (freshwater) = 35 degC  
 Corresponding density RHO0 = 994.0294 kg/m<sup>3</sup>  
 Density difference DRHO = 3.0161 kg/m<sup>3</sup>  
 Buoyant acceleration GP0 = 0.0297 m/s<sup>2</sup>  
 Discharge concentration C0 = 1000 mg/l  
 Surface heat exchange coeff. KS = 0 m/s  
 Coefficient of decay KD = 0 /s

-----  
 FLUX VARIABLES PER UNIT DIFFUSER LENGTH:

Discharge (volume flux) q0 = 0.020333 m<sup>2</sup>/s

Momentum flux m0 = 0.013988 m<sup>3</sup>/s<sup>2</sup>  
Buoyancy flux j0 = 0.000603 m<sup>3</sup>/s<sup>3</sup>

DISCHARGE/ENVIRONMENT LENGTH SCALES:

LQ = 0.03 m Lm = 380.84 m LM = 1.96 m  
lm' = 99999 m Lb' = 99999 m La = 99999 m  
(These refer to the actual discharge/environment length scales.)

NON-DIMENSIONAL PARAMETERS:

Slot Froude number FRO = 23.23  
Port/nozzle Froude number FRD0 = 6.06  
Velocity ratio R = 113.51

MIXING ZONE / TOXIC DILUTION ZONE / AREA OF INTEREST PARAMETERS:

Toxic discharge = no  
Water quality standard specified = yes  
Water quality standard CSTD = 75 mg/l  
Regulatory mixing zone = no  
Region of interest = 10000 m downstream

HYDRODYNAMIC CLASSIFICATION:

\*-----\*  
| FLOW CLASS = MU2 |  
\*-----\*

This flow configuration applies to a layer corresponding to the full water depth at the discharge site.  
Applicable layer depth = water depth = 10.5 m

Limiting Dilution S = (QA/Q0)+ 1.0 = 66.6

MIXING ZONE EVALUATION (hydrodynamic and regulatory summary):

X-Y-Z Coordinate system:

Origin is located at the BOTTOM below the port/diffuser center:  
85 m from the right bank/shore.  
Number of display steps NSTEP = 100 per module.

NEAR-FIELD REGION (NFR) CONDITIONS :

Note: The NFR is the zone of strong initial mixing. It has no regulatory implication. However, this information may be useful for the discharge designer because the mixing in the NFR is usually sensitive to the discharge design conditions.

Pollutant concentration at NFR edge c = 12.4719 mg/l  
Dilution at edge of NFR s = 80.2  
NFR Location: x = 2727.27 m  
(centerline coordinates) y = 0 m  
z = 10.5 m

NFR plume dimensions: half-width (bh) = 3640.85 m  
thickness (bv) = 0.52 m

Cumulative travel time: 888762.5 sec.

WARNING:

The LIMITING DILUTION (given by ambient flow/discharge ratio) is = 66.57  
This value is below the computed dilution of 80.18 at the end of the Near Field Region (NFR). Mixing for this discharge configuration is constrained by the ambient flow.  
Please carefully review the prediction file for additional warnings and inform

Buoyancy assessment:

The effluent density is less than the surrounding ambient water density at the discharge level.  
Therefore, the effluent is POSITIVELY BUOYANT and will tend to rise towards

therefore, the effluent is positively buoyant and will tend to rise towards the surface.

-----  
Near-field instability behavior:

The diffuser flow will experience instabilities with full vertical mixing in the near-field.

There may be benthic impact of high pollutant concentrations.

-----  
FAR-FIELD MIXING SUMMARY:

Plume becomes vertically fully mixed WITHIN NEAR-FIELD at 0 m downstream, but RE-STRATIFIES LATER and is not mixed in the far-field.

-----  
PLUME BANK CONTACT SUMMARY:

Plume in bounded section contacts nearest bank at 2727.27 m downstream.

Plume contacts second bank at 2727.27 m downstream.

\*\*\*\*\* TOXIC DILUTION ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No TDZ was specified for this simulation.

\*\*\*\*\* REGULATORY MIXING ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No RMZ has been specified.

However:

The ambient water quality standard was encountered at the following

plume position:

Water quality standard = 75 mg/l

Corresponding dilution s = 13.3

Plume location: x = 11.67 m

(centerline coordinates) y = 0 m

z = 1.56 m

Plume dimensions: half-width (bh) = 8.59 m

thickness (bv) = 8.17 m

CORMIX SESSION REPORT:

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

CORMIX MIXING ZONE EXPERT SYSTEM

CORMIX Version 9.0E

HYDRO2:Version-9.0.0.0 September, 2014

SITE NAME/LABEL: LD CELULOSE
DESIGN CASE: COR
FILE NAME: C:\Program Files (x86)\CORMIX 9.0\Sample
Using subsystem CORMIX2: Multiport Diffuser Discharges
Start of session: 09/08/2018--20:54:14

\*\*\*\*\*

SUMMARY OF INPUT DATA:

AMBIENT PARAMETERS:

Cross-section = bounded
Width BS = 600 m
Channel regularity ICHREG = 3
Ambient flowrate QA = 430 m^3/s
Average depth HA = 12 m
Depth at discharge HD = 11.5 m
Ambient velocity UA = 0.0597 m/s
Darcy-Weisbach friction factor F = 0.0309
Calculated from Manning's n = 0.03
Wind velocity UW = 2 m/s
Stratification Type STRCND = U
Surface temperature = 25 degC
Bottom temperature = 25 degC
Calculated FRESH-WATER DENSITY values:
Surface density RHOAS = 997.0456 kg/m^3
Bottom density RHOAB = 997.0456 kg/m^3

DISCHARGE PARAMETERS:

Submerged Multiport Diffuser Discharge
Diffuser type DITYPE = unidirectional perpendicular
Diffuser length LD = 30 m
Nearest bank = right
Diffuser endpoints YB1 = 70 m; YB2 = 100 m
Number of openings NOPEN = 6
Number of Risers NRISER = 6
Ports/Nozzles per Riser NPPERR = 1
Spacing between risers/openings SPAC = 6 m
Port/Nozzle diameter D0 = 0.4338 m
with contraction ratio = 0.6
Equivalent slot width B0 = 0.0296 m
Total area of openings TAO = 0.8867 m^2
Discharge velocity U0 = 0.69 m/s
Total discharge flowrate Q0 = 0.61 m^3/s
Discharge port height H0 = 0.5 m
Nozzle arrangement BETYPE = unidirectional without fannir
Diffuser alignment angle GAMMA = 90 deg
Vertical discharge angle THETA = 0 deg
Actual Vertical discharge angle THEAC = 0 deg
Horizontal discharge angle SIGMA = 0 deg
Relative orientation angle BETA = 90 deg
Discharge temperature (freshwater) = 35 degC
Corresponding density RHO0 = 994.0294 kg/m^3
Density difference DRHO = 3.0161 kg/m^3
Buoyant acceleration GP0 = 0.0297 m/s^2
Discharge concentration C0 = 1000 mg/l
Surface heat exchange coeff. KS = 0 m/s

Coefficient of decay                    KD       = 0 /s

-----  
FLUX VARIABLES PER UNIT DIFFUSER LENGTH:

Discharge (volume flux)                q0       = 0.020333 m<sup>2</sup>/s  
Momentum flux                            m0       = 0.013988 m<sup>3</sup>/s<sup>2</sup>  
Buoyancy flux                             j0       = 0.000603 m<sup>3</sup>/s<sup>3</sup>

-----  
DISCHARGE/ENVIRONMENT LENGTH SCALES:

LQ = 0.03 m                                Lm = 3.92 m                                LM = 1.96 m  
lm' = 99999 m                               Lb' = 99999 m                               La = 99999 m  
(These refer to the actual discharge/environment length scales.)

-----  
NON-DIMENSIONAL PARAMETERS:

Slot Froude number                        FRO       = 23.23  
Port/nozzle Froude number                FRDO      = 6.06  
Velocity ratio                              R          = 11.52

MIXING ZONE / TOXIC DILUTION ZONE / AREA OF INTEREST PARAMETERS:

Toxic discharge                            = no  
Water quality standard specified           = yes  
Water quality standard                    CSTD      = 75 mg/l  
Regulatory mixing zone                    = no  
Region of interest                         = 10000 m downstream

\*\*\*\*\*  
HYDRODYNAMIC CLASSIFICATION:

\*-----\*  
| FLOW CLASS    = MU2 |  
\*-----\*

This flow configuration applies to a layer corresponding to the full w  
depth at the discharge site.  
Applicable layer depth = water depth = 11.5 m

Limiting Dilution S = (QA/Q0)+ 1.0 = 705.9

\*\*\*\*\*  
MIXING ZONE EVALUATION (hydrodynamic and regulatory summary):

-----  
X-Y-Z Coordinate system:

Origin is located at the BOTTOM below the port/diffuser center:  
85 m from the right bank/shore.  
Number of display steps NSTEP = 100 per module.

-----  
NEAR-FIELD REGION (NFR) CONDITIONS :

Note: The NFR is the zone of strong initial mixing. It has no regulator  
implication. However, this information may be useful for the discharg  
designer because the mixing in the NFR is usually sensitive to the  
discharge design conditions.

Pollutant concentration at NFR edge    c = 25.778300 mg/l  
Dilution at edge of NFR                s = 38.8  
NFR Location:                             x = 15 m  
                                              y = 0 m  
                                              z = 11.5 m  
NFR plume dimensions: half-width (bh) = 13.29 m  
                                              thickness (bv) = 11.5 m  
Cumulative travel time:                  193.6567 sec.

-----  
Buoyancy assessment:

The effluent density is less than the surrounding ambient water

density at the discharge level.

Therefore, the effluent is POSITIVELY BUOYANT and will tend to rise to the surface.

---

Near-field instability behavior:

The diffuser flow will experience instabilities with full vertical mix in the near-field.

There may be benthic impact of high pollutant concentrations.

---

FAR-FIELD MIXING SUMMARY:

Plume becomes vertically fully mixed WITHIN NEAR-FIELD at 0 m downstream, but RE-STRATIFIES LATER and is not mixed in the far-field. Plume becomes laterally fully mixed at 1485.33 m downstream.

---

PLUME BANK CONTACT SUMMARY:

Plume in bounded section contacts nearest bank at 118.73 m downstream.

Plume contacts second bank at 1485.33 m downstream.

\*\*\*\*\* TOXIC DILUTION ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No TDZ was specified for this simulation.

\*\*\*\*\* REGULATORY MIXING ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No RMZ has been specified.

However:

The ambient water quality standard was encountered at the following

plume position:

Water quality standard = 75 mg/l

Corresponding dilution s = 13.3

Plume location: x = 1.60 m

(centerline coordinates) y = 0 m

z = 0.65 m

Plume dimensions: half-width (bh) = 14.53 m

thickness (bv) = 1.23 m

CORMIX SESSION REPORT:

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

CORMIX MIXING ZONE EXPERT SYSTEM

CORMIX Version 9.0E

HYDRO2:Version-9.0.0.0 September,2014

SITE NAME/LABEL: LD CELULOSE  
 DESIGN CASE: FÓSFORO TOTAL  
 FILE NAME: C:\Program Files (x86)\CORMIX 9.0\Sample Files'  
 Using subsystem CORMIX2: Multiport Diffuser Discharges  
 Start of session: 09/12/2018--08:36:09

\*\*\*\*\*

SUMMARY OF INPUT DATA:

-----  
 AMBIENT PARAMETERS:

Cross-section = bounded  
 Width BS = 600 m  
 Channel regularity ICHREG = 3  
 Ambient flowrate QA = 40 m<sup>3</sup>/s  
 Average depth HA = 11 m  
 Depth at discharge HD = 10.5 m  
 Ambient velocity UA = 0.0061 m/s  
 Darcy-Weisbach friction factor F = 0.0318  
 Calculated from Manning's n = 0.03  
 Wind velocity UW = 2 m/s  
 Stratification Type STRCND = U  
 Surface temperature = 25 degC  
 Bottom temperature = 25 degC  
 Calculated FRESH-WATER DENSITY values:  
 Surface density RHOAS = 997.0456 kg/m<sup>3</sup>  
 Bottom density RHOAB = 997.0456 kg/m<sup>3</sup>

-----  
 DISCHARGE PARAMETERS:

Submerged Multiport Diffuser Discharge  
 Diffuser type DITYPE = unidirectional perpendicular  
 Diffuser length LD = 30 m  
 Nearest bank = right  
 Diffuser endpoints YB1 = 70 m; YB2 = 100 m  
 Number of openings NOPEN = 6  
 Number of Risers NRISER = 6  
 Ports/Nozzles per Riser NPPERR = 1  
 Spacing between risers/openings SPAC = 6 m  
 Port/Nozzle diameter D0 = 0.4338 m  
 with contraction ratio = 0.6  
 Equivalent slot width B0 = 0.0296 m  
 Total area of openings TAO = 0.8867 m<sup>2</sup>  
 Discharge velocity U0 = 0.69 m/s  
 Total discharge flowrate Q0 = 0.61 m<sup>3</sup>/s  
 Discharge port height H0 = 0.5 m  
 Nozzle arrangement BETYPE = unidirectional without fanning  
 Diffuser alignment angle GAMMA = 90 deg  
 Vertical discharge angle THETA = 0 deg  
 Actual Vertical discharge angle THEAC = 0 deg  
 Horizontal discharge angle SIGMA = 0 deg  
 Relative orientation angle BETA = 90 deg  
 Discharge temperature (freshwater) = 35 degC  
 Corresponding density RHO0 = 994.0294 kg/m<sup>3</sup>  
 Density difference DRHO = 3.0161 kg/m<sup>3</sup>  
 Buoyant acceleration GPO = 0.0297 m/s<sup>2</sup>  
 Discharge concentration C0 = 1.5 mg/l  
 Surface heat exchange coeff. KS = 0 m/s  
 Coefficient of decay KD = 0 /s

-----  
 FLUX VARIABLES PER UNIT DIFFUSER LENGTH:

Discharge (volume flux) α0 = 0.020333 m<sup>2</sup>/s

Discharge (volume flow) q0 = 0.020000 m^3/s  
Momentum flux m0 = 0.013988 m^3/s^2  
Buoyancy flux j0 = 0.000603 m^3/s^3

-----  
DISCHARGE/ENVIRONMENT LENGTH SCALES:

LQ = 0.03 m                      Lm = 380.84 m                      LM = 1.96 m  
lm' = 99999 m                      Lb' = 99999 m                      La = 99999 m  
(These refer to the actual discharge/environment length scales.)

-----  
NON-DIMENSIONAL PARAMETERS:

Slot Froude number                      FRO = 23.23  
Port/nozzle Froude number              FRD0 = 6.06  
Velocity ratio                          R = 113.51

MIXING ZONE / TOXIC DILUTION ZONE / AREA OF INTEREST PARAMETERS:

Toxic discharge                          = no  
Water quality standard specified        = yes  
Water quality standard                  CSTD = 0.03 mg/l  
Regulatory mixing zone                   = no  
Region of interest                       = 10000 m downstream

\*\*\*\*\*  
HYDRODYNAMIC CLASSIFICATION:

\*-----\*  
| FLOW CLASS = MU2 |  
\*-----\*

This flow configuration applies to a layer corresponding to the full water depth at the discharge site.  
Applicable layer depth = water depth = 10.5 m

Limiting Dilution S = (QA/Q0)+ 1.0 = 66.6

\*\*\*\*\*  
MIXING ZONE EVALUATION (hydrodynamic and regulatory summary):

-----  
X-Y-Z Coordinate system:

Origin is located at the BOTTOM below the port/diffuser center:  
85 m from the right bank/shore.  
Number of display steps NSTEP = 100 per module.

-----  
NEAR-FIELD REGION (NFR) CONDITIONS :

Note: The NFR is the zone of strong initial mixing. It has no regulatory implication. However, this information may be useful for the discharge designer because the mixing in the NFR is usually sensitive to the discharge design conditions.

Pollutant concentration at NFR edge    c = 0.0187 mg/l  
Dilution at edge of NFR                s = 80.2  
NFR Location:                            x = 2727.27 m  
                                            y = 0 m  
                                            z = 10.5 m

NFR plume dimensions:    half-width (bh) = 3640.85 m  
                                            thickness (bv) = 0.52 m

Cumulative travel time:                888762.5 sec.

WARNING:

The LIMITING DILUTION (given by ambient flow/discharge ratio) is = 66.57  
This value is below the computed dilution of 80.18 at the end of the Near Field Region (NFR). Mixing for this discharge configuration is constrained by the ambient flow.

Please carefully review the prediction file for additional warnings and info

-----  
Buoyancy assessment:

The effluent density is less than the surrounding ambient water density at the discharge level.  
Therefore, the effluent is POSITIVELY BUOYANT and will tend to rise towards



the surface.

---

Near-field instability behavior:

The diffuser flow will experience instabilities with full vertical mixing in the near-field.

There may be benthic impact of high pollutant concentrations.

---

FAR-FIELD MIXING SUMMARY:

Plume becomes vertically fully mixed WITHIN NEAR-FIELD at 0 m downstream, but RE-STRATIFIES LATER and is not mixed in the far-field.

---

PLUME BANK CONTACT SUMMARY:

Plume in bounded section contacts nearest bank at 2727.27 m downstream.

Plume contacts second bank at 2727.27 m downstream.

\*\*\*\*\* TOXIC DILUTION ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No TDZ was specified for this simulation.

\*\*\*\*\* REGULATORY MIXING ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No RMZ has been specified.

However:

The ambient water quality standard was encountered at the following

plume position:

Water quality standard = 0.03 mg/l

Corresponding dilution s = 50.0

Plume location: x = 1009.85 m

(centerline coordinates) y = 0 m

z = 10.5 m

Plume dimensions: half-width (bh) = 1223.62 m

thickness (bv) = 0.71 m

CORMIX SESSION REPORT:

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

CORMIX MIXING ZONE EXPERT SYSTEM

CORMIX Version 9.0E

HYDRO2:Version-9.0.0.0 September,2014

SITE NAME/LABEL: LD CELULOSE  
 DESIGN CASE: FÓSFORO TOTAL  
 FILE NAME: C:\Program Files (x86)\CORMIX 9.0\Sample  
 Using subsystem CORMIX2: Multiport Diffuser Discharges  
 Start of session: 09/08/2018--21:10:54

\*\*\*\*\*

SUMMARY OF INPUT DATA:

-----  
 AMBIENT PARAMETERS:

Cross-section = bounded  
 Width BS = 600 m  
 Channel regularity ICHREG = 3  
 Ambient flowrate QA = 430 m<sup>3</sup>/s  
 Average depth HA = 12 m  
 Depth at discharge HD = 11.5 m  
 Ambient velocity UA = 0.0597 m/s  
 Darcy-Weisbach friction factor F = 0.0309  
 Calculated from Manning's n = 0.03  
 Wind velocity UW = 2 m/s  
 Stratification Type STRCND = U  
 Surface temperature = 25 degC  
 Bottom temperature = 25 degC  
 Calculated FRESH-WATER DENSITY values:  
 Surface density RHOAS = 997.0456 kg/m<sup>3</sup>  
 Bottom density RHOAB = 997.0456 kg/m<sup>3</sup>

-----  
 DISCHARGE PARAMETERS:

Submerged Multiport Diffuser Discharge  
 Diffuser type DITYPE = unidirectional perpendicular  
 Diffuser length LD = 30 m  
 Nearest bank = right  
 Diffuser endpoints YB1 = 70 m; YB2 = 100 m  
 Number of openings NOPEN = 6  
 Number of Risers NRISER = 6  
 Ports/Nozzles per Riser NPPERR = 1  
 Spacing between risers/openings SPAC = 6 m  
 Port/Nozzle diameter D0 = 0.4338 m  
 with contraction ratio = 0.6  
 Equivalent slot width B0 = 0.0296 m  
 Total area of openings TAO = 0.8867 m<sup>2</sup>  
 Discharge velocity U0 = 0.69 m/s  
 Total discharge flowrate Q0 = 0.61 m<sup>3</sup>/s  
 Discharge port height H0 = 0.5 m  
 Nozzle arrangement BETYPE = unidirectional without fannin  
 Diffuser alignment angle GAMMA = 90 deg  
 Vertical discharge angle THETA = 0 deg  
 Actual Vertical discharge angle THEAC = 0 deg  
 Horizontal discharge angle SIGMA = 0 deg  
 Relative orientation angle BETA = 90 deg  
 Discharge temperature (freshwater) = 35 degC  
 Corresponding density RHO0 = 994.0294 kg/m<sup>3</sup>  
 Density difference DRHO = 3.0161 kg/m<sup>3</sup>  
 Buoyant acceleration GP0 = 0.0297 m/s<sup>2</sup>  
 Discharge concentration C0 = 1.5 mg/l  
 Surface heat exchange coeff. KS = 0 m/s

Coefficient of decay                    KD       = 0 /s

-----  
FLUX VARIABLES PER UNIT DIFFUSER LENGTH:

Discharge (volume flux)                q0       = 0.020333 m<sup>2</sup>/s  
Momentum flux                            m0       = 0.013988 m<sup>3</sup>/s<sup>2</sup>  
Buoyancy flux                             j0       = 0.000603 m<sup>3</sup>/s<sup>3</sup>

-----  
DISCHARGE/ENVIRONMENT LENGTH SCALES:

LQ = 0.03 m                                Lm = 3.92 m                                LM = 1.96 m  
lm' = 99999 m                               Lb' = 99999 m                               La = 99999 m  
(These refer to the actual discharge/environment length scales.)

-----  
NON-DIMENSIONAL PARAMETERS:

Slot Froude number                        FRO       = 23.23  
Port/nozzle Froude number                FRD0      = 6.06  
Velocity ratio                              R          = 11.52

MIXING ZONE / TOXIC DILUTION ZONE / AREA OF INTEREST PARAMETERS:

Toxic discharge                            = no  
Water quality standard specified           = yes  
Water quality standard                    CSTD      = 0.03 mg/l  
Regulatory mixing zone                    = no  
Region of interest                         = 10000 m downstream

\*\*\*\*\*  
HYDRODYNAMIC CLASSIFICATION:

\*-----\*  
| FLOW CLASS    = MU2 |  
\*-----\*

This flow configuration applies to a layer corresponding to the full v  
depth at the discharge site.  
Applicable layer depth = water depth = 11.5 m

Limiting Dilution S = (QA/Q0)+ 1.0 = 705.9

\*\*\*\*\*  
MIXING ZONE EVALUATION (hydrodynamic and regulatory summary):

-----  
X-Y-Z Coordinate system:

Origin is located at the BOTTOM below the port/diffuser center:  
85 m from the right bank/shore.  
Number of display steps NSTEP = 100 per module.

-----  
NEAR-FIELD REGION (NFR) CONDITIONS :

Note: The NFR is the zone of strong initial mixing. It has no regulator  
implication. However, this information may be useful for the discharge  
designer because the mixing in the NFR is usually sensitive to the  
discharge design conditions.

Pollutant concentration at NFR edge    c = 0.0387 mg/l  
Dilution at edge of NFR                s = 38.8  
NFR Location:                             x = 15 m  
                                              y = 0 m  
                                              z = 11.5 m

NFR plume dimensions: half-width (bh) = 13.29 m  
                                              thickness (bv) = 11.5 m

Cumulative travel time:                 193.6567 sec.

-----  
Buoyancy assessment:

The effluent density is less than the surrounding ambient water

density at the discharge level.

Therefore, the effluent is POSITIVELY BUOYANT and will tend to rise to the surface.

---

Near-field instability behavior:

The diffuser flow will experience instabilities with full vertical mix in the near-field.

There may be benthic impact of high pollutant concentrations.

---

FAR-FIELD MIXING SUMMARY:

Plume becomes vertically fully mixed WITHIN NEAR-FIELD at 0 m downstream, but RE-STRATIFIES LATER and is not mixed in the far-field. Plume becomes laterally fully mixed at 1485.33 m downstream.

---

PLUME BANK CONTACT SUMMARY:

Plume in bounded section contacts nearest bank at 118.73 m downstream.

Plume contacts second bank at 1485.33 m downstream.

\*\*\*\*\* TOXIC DILUTION ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No TDZ was specified for this simulation.

\*\*\*\*\* REGULATORY MIXING ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No RMZ has been specified.

However:

The ambient water quality standard was encountered at the following

plume position:

Water quality standard = 0.03 mg/l

Corresponding dilution s = 50

Plume location: x = 51.99 m

(centerline coordinates) y = 0 m

z = 11.5 m

Plume dimensions: half-width (bh) = 47.37 m

thickness (bv) = 5.38 m