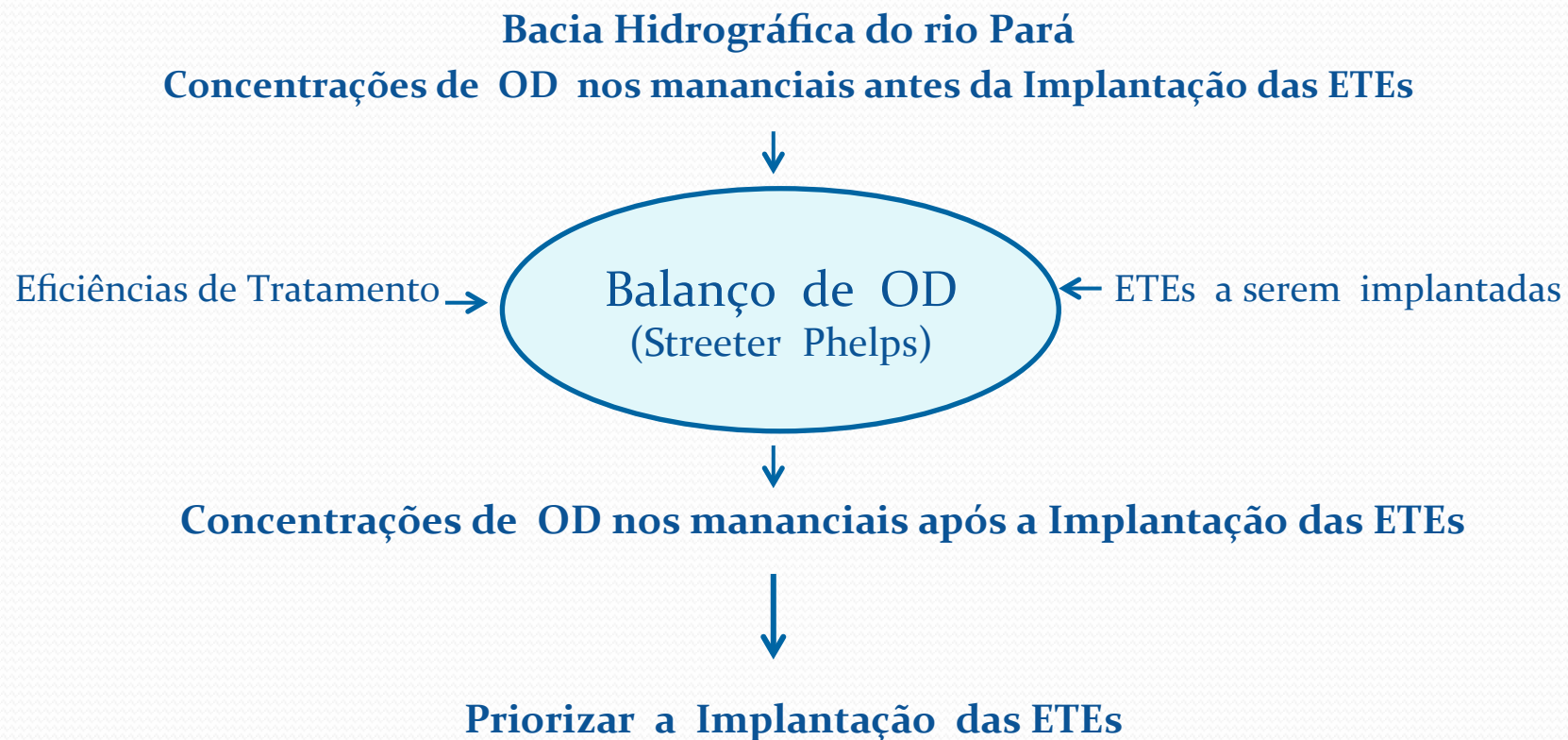


ESTUDO DOS IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA PROVOCADOS PELA IMPLANTAÇÃO DO TRATAMENTO DE ESGOTOS NA BACIA DO RIO PARÁ

Ana Maria Alvim & Célia Regina Alves Rennó
COPASA/MG



METODOLOGIA

Balço de Oxigênio Dissolvido → Modelo de Streeter - Phelps

EQUACIONAMENTO

Modelo de Streeter-Phelps :

cinéticas da desoxigenação acontecem somente sob o efeito da dispersão longitudinal

$$C_t = C_s - \left\{ \frac{K_d \cdot L_0}{K_2 - K_d} \cdot (e^{-K_d \cdot t} - e^{-K_2 \cdot t}) + (C_s - C_0) \cdot e^{-K_2 \cdot t} \right\}$$

Onde:

$C_t =$ Concentração de oxigênio em um instante de tempo t (mg/l)

$C_0 =$ Concentração inicial de oxigênio, logo após a mistura (mg/l)

$C_s =$ Concentração de saturação de oxigênio (mg/l)

$K_2 =$ Coeficiente de reaeração (base e) (dia^{-1})

$K_d =$ Coeficiente de remoção da DBO (base e) (dia^{-1})

CARACTERIZAÇÃO DO TRECHO ESTUDADO

Divisão em trechos sequenciais de acordo com a entrada de tributários
Áreas das bacias e distâncias entre os nós → programa Map-Info e base cartográfica digitalizada do Geominas

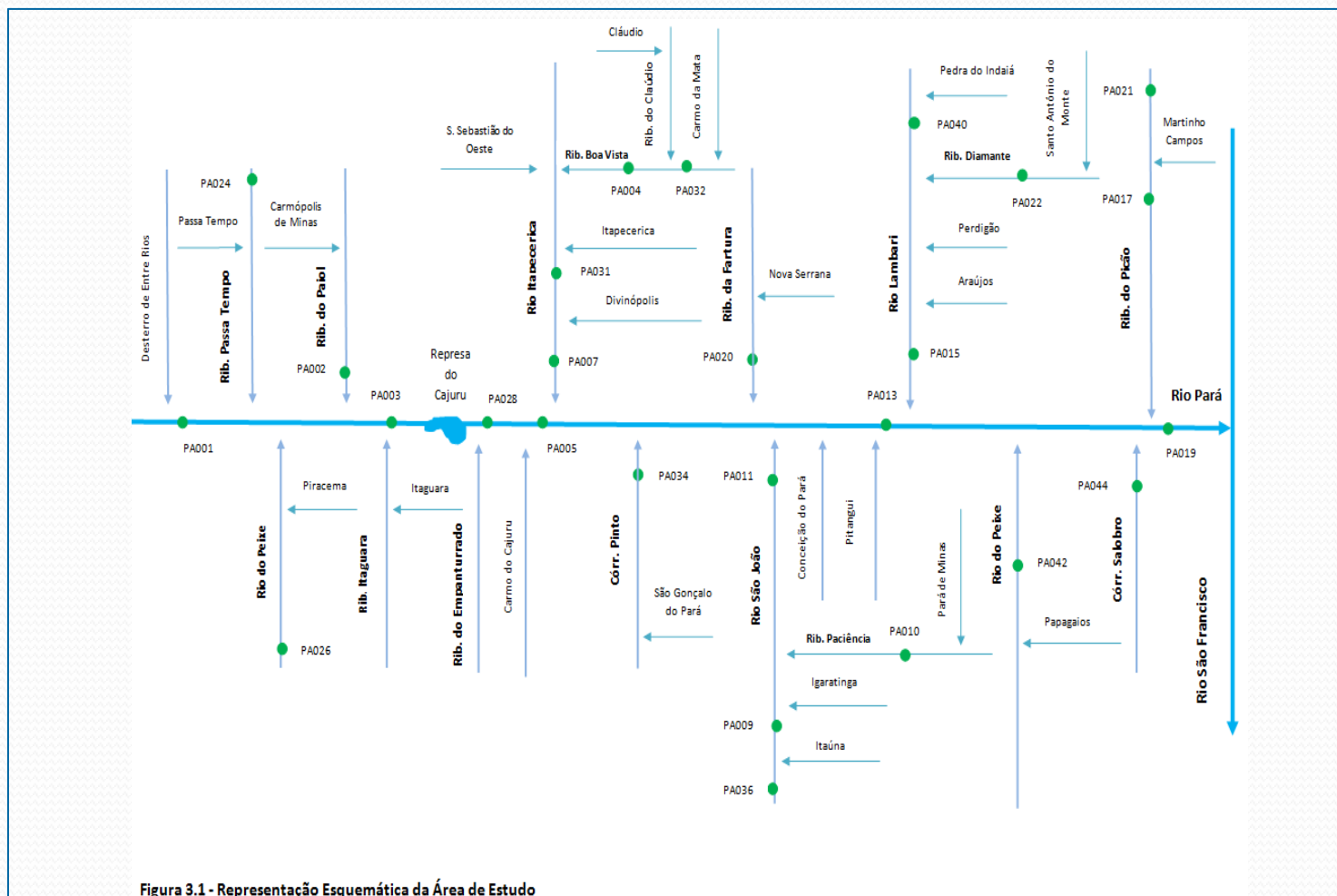
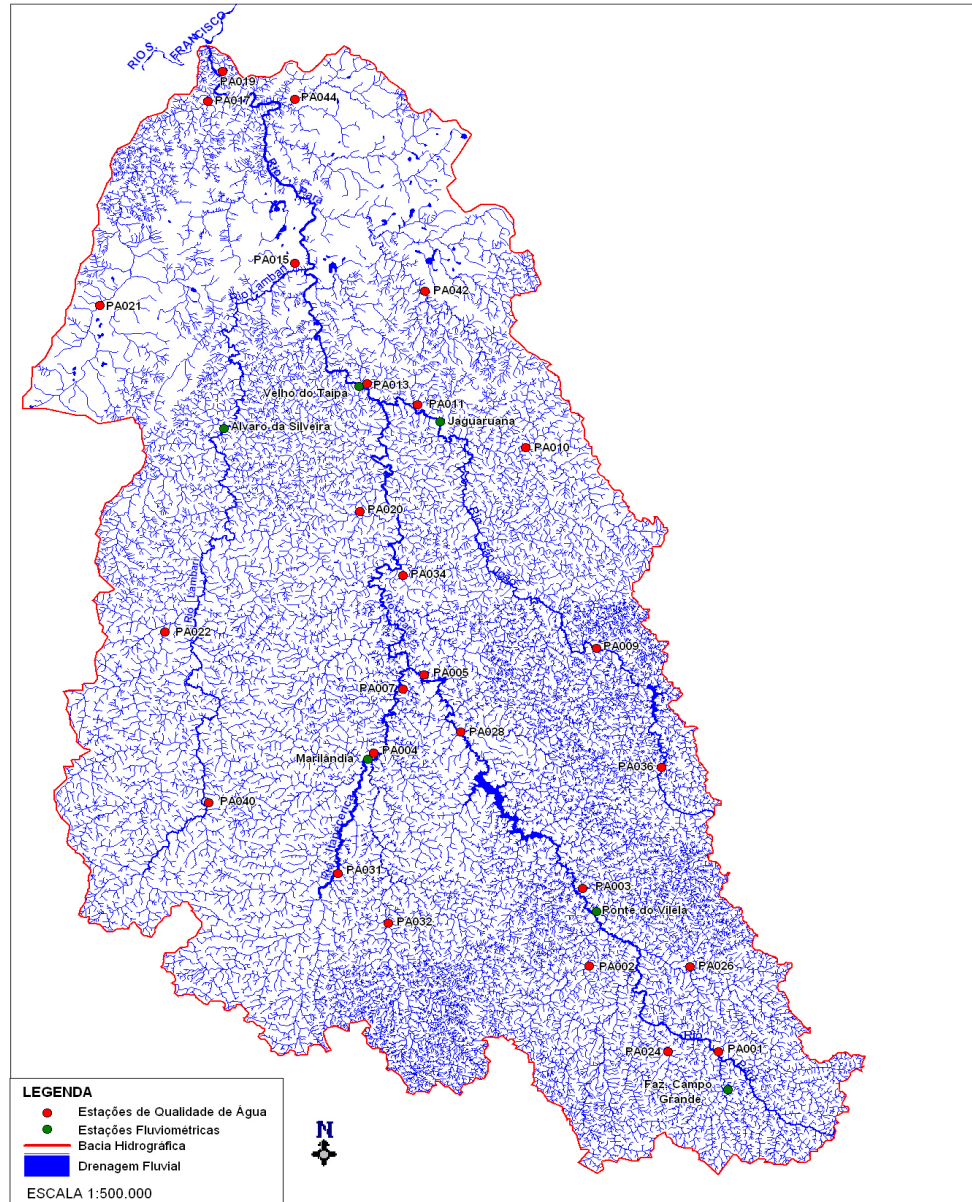


Figura 3.1 - Representação Esquemática da Área de Estudo



HIDROGRAFIA - RIO PARÁ

PONTOS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE E QUANTIDADE



VARIÁVEIS HIDRÁULICAS E HIDROLÓGICAS

Características Hidráulicas das seções → Monitoramento do rio Pará e Tributários
Agência Nacional de Águas

Estações Fluviométricas Estudadas - Vazões $Q_{7,10}$

Manancial	Estação	Vazão $Q_{7,10}$ (m ³ /s)	Área de Drenagem (Km ²)	Vazão específica $q_{7,10}$ (l/s/Km ²)
Rio Pará	Fazenda Campo Grande	1,63	361	4,06
Rio Pará	Ponte do Vilela	6,58	1650	3,59
Rio Pará	Velho da Taipa	26,0	7330	3,2
Rio Pará	Carmo do Cajuru	12,51	2500	4,5
Rio Lambari	Álvaro da Silveira	5,0	1820	2,5
Rio São João	Jaguaruna-Jusante	4,5	1525	2,7
Rib. Fartura	Lamounier	3,29	1040	2,9
Rio Picão	Martinho Campos	0,53	157	3,04
Rio Itapecerica	Marilândia	1,5	769	1,76

- Os Registros das Estações foram Utilizados:
- Na estimativa das vazões nas seções do trecho estudado
- No cálculo dos coeficientes de reaeração K_2 (Vazão x Profundidade x Velocidade)
- Na calibração do coeficiente K_2 Vazões nos dias de Amostragem de OD
- Na estimativa das vazões $Q_{7,10}$ nos cenários de interesse

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Calibração do Balanço de OD → Registros de qualidade da água do Programa Águas de Minas (IGAM) – 25 estações de qualidade – rio Pará e Tributários

Estações de Qualidade – dados observados- rio Pará e principais tributários				
Manancial	Estação	Período	OD min (mg/l)	OD max (mg/l)
Rio Pará	PA-01 Passa Tempo	2000 / 2009	7,0	8,1
Rio Pará	PA-03 Enc. rib. Itaguara	2000 / 2009	6,4	8,1
Rio Pará	PA-05 Enc. rio Itapecerica	2000 / 2009	6,5	7,8
Rio Pará	PA-013 Enc. rio S. João	2000 / 2009	6,4	7,8
Rio Pará	PA-019 Enc. rib. Picão	2000 / 2009	6,0	8,8
Rio Pará	PA-028 Carmo do Cajuru	2007 / 2009	6,4	7,3
Rio Itapecerica	PA-031 Itapecerica	2008 / 2009	6,4	6,6
Rio Itapecerica	PA-004 Enc.rib.Boa Vista	2000 / 2009	6,4	7,2
Rio Itapecerica	PA-007 Divinópolis	2000 / 2009	5,2	6,9
Rio São João	PA-036 São João	2007 / 2009	6,7	7,3
Rio São João	PA-009 Itaúna	2000 / 2009	5,0	6,3
Rio São João	PA-011 Enc. Rib. Paciência	2000 / 2009	5,4	6,6
Rio Lambarí	PA-040 Pedra do Indaiá	2007 / 2009	6,3	6,8
Rio Lambarí	PA-15 Perdigão	2000 / 2009	6,8	8,0

VAZÕES DE ESGOTO

Estimadas a partir do consumo de água (relatórios operacionais da COPASA)

Equivalentes a 80% do Consumo de água

Vazões de Esgoto das Principais Comunidades da Bacia Hidrográfica

Município	Corpo Receptor do Esgoto	Per Capita	População 2010	População 2030	Vazão de esgoto de 2010 (l/s)	Vazão de esgoto de 2030 (l/s)
Carmópolis de Minas	Rib. Paiol	124	11 823	16 696	13,57	19,17
Itaguara	Rib. Itaguara	124	9 530	11 419	10,94	13,11
Cláudio	Rib. do Cláudio	125	21 160	27 718	24,49	32,08
Itapecerica	Rio Itapecerica	109	16 495	16 717	16,65	16,87
Divinópolis	Rio Itapecerica	150	207 573	278 473	288,3	386,77
Nova Serrana	Rib. Fartura	120	69 711	270 164	77,46	300,18
Itaúna	Rio S. João	124	80 391	99 234	92,3	113,94
Igaratinga	Rio S. João	146	7 677	12 183	10,38	16,47
Pará de Minas	Rib. Paciência	152	79 646	106 073	112,09	149,29
Perdigão	Rio Lambarí	141	7 862	19 169	10,26	25,03
S. Antônio do Monte	Rib. Diamante	141	22 205	27 221	28,99	35,54
Papagaios	Rio do Peixe	124	11 916	15 385	13,68	17,66
Martinho Campos	Rib. Picão	119	10 986	12 469	12,1	13,74
Carmo do Cajuru	Rio Pará	124	17 341	23 605	19,91	27,1

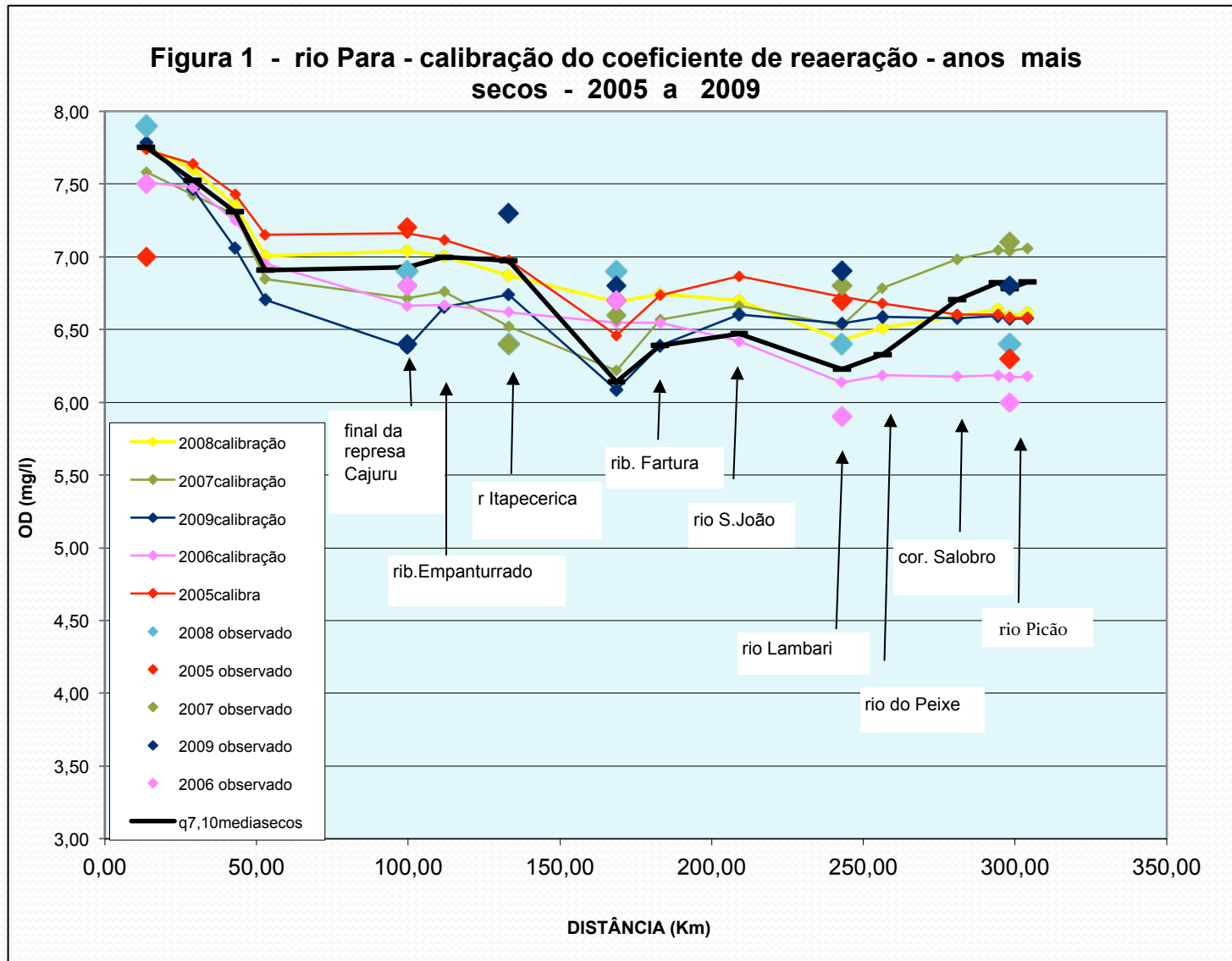
COEFICIENTES DE REAERAÇÃO K_2

Modelo de O'Connor & Dobbins → K_2 em função da velocidade (v) e profundidade (h)
calibração → melhor ajuste nos anos mais secos

Calibração do coeficiente K_2							
Manancial	Coef. de ajuste médio	Valores do coeficiente K_2 – Anos Mais Secos					
		2005	2006	2007	2008	2009	$Q_{7,10}$
Desterro de Entre Rios	0,44	0,98	1,54	1,58	1,41	1,6	2,11
Encontro c/ rib. Passa Tempo	0,14	2,22	1,59	1,22	2,0	1,03	1,97
Encontro com rio do Peixe	0,14	1,57	1,11	0,89	1,44	0,71	1,53
Encontro com ribeirão Paiol	0,14	1,11	0,78	0,64	1,03	0,54	1,24
Encontro com rib. Itaguara	0,13	1,0	0,46	0,58	0,93	0,48	1,05
Final da represa Cajuru	0,19	0,65	0,52	0,67	0,63	1,27	1,12
Enc. c/ rib. Empanturrado Carmo do Cajuru	0,19	0,6	0,48	0,62	0,58	1,17	1,04
Encontro com rio Itapecerica	0,72	0,93	0,90	0,69	1,23	0,49	1,1
Encontro com córrego Pinto S. Gonçalo do Pará	1,0	1,53	0,87	1,35	1,32	1,28	1,49
Encontro com ribeirão Fartura	1,0	1,52	0,86	1,33	1,31	1,27	1,48
Enc. com rio S. João Pitangui e Conceição do Pará	1,0	1,38	0,78	1,22	1,19	1,13	1,39
Encontro com rio Lambari	1,0	1,03	0,69	1,66	1,07	1,00	1,37
Encontro com rio do Peixe	1,0	1,0	0,68	1,62	1,05	0,97	1,71
Encontro com córrego Salobro	1,0	0,97	0,66	1,58	1,02	0,94	1,67
Encontro com ribeirão Picão	1,0	0,94	0,63	1,53	0,99	0,91	1,63
Foz no rio São Francisco	1,0	0,94	0,63	1,52	0,98	0,91	1,63

Calibração do coeficiente K_2

Figura 1 - rio Para - calibração do coeficiente de reaeração - anos mais secos - 2005 a 2009



RESULTADOS

- **Simulações do Balanço de OD para o Cenário Crítico de Ocorrência da Vazão $Q_{7,10}$:**
 - **Antes e Após a Implantação das ETEs – rio Pará - População 2010**
 - **Antes e Após a Implantação das ETEs – rio Pará – População 2030**
 - **Antes e Após a Implantação das ETEs – Principais Tributários – População 2010**

Rio Pará → Classe 2 → Concentração mínima de OD de 5,0 mg/l

FIGURA 2 - EVOLUÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO AO LONGO DO RIO PARÁ ANTES E APÓS A IMPLANTAÇÃO DAS ETES - VAZÃO Q 7,10 - POPULAÇÃO 2010

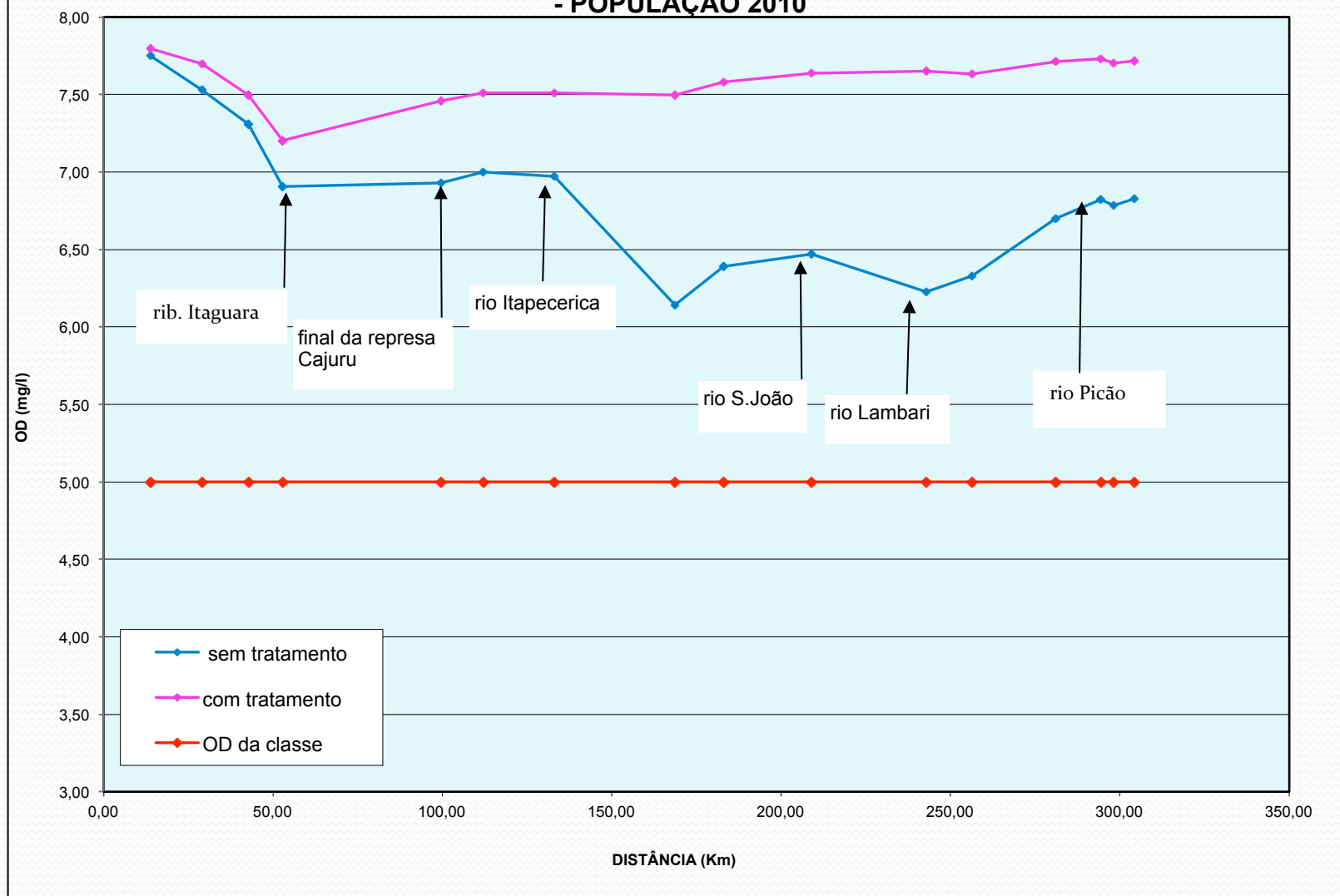


FIGURA 3 - EVOLUÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO AO LONGO DO RIO PARÁ ANTES E APÓS A IMPLANTAÇÃO DAS ETES - VAZÃO Q 7,10 - POPULAÇÃO 2030

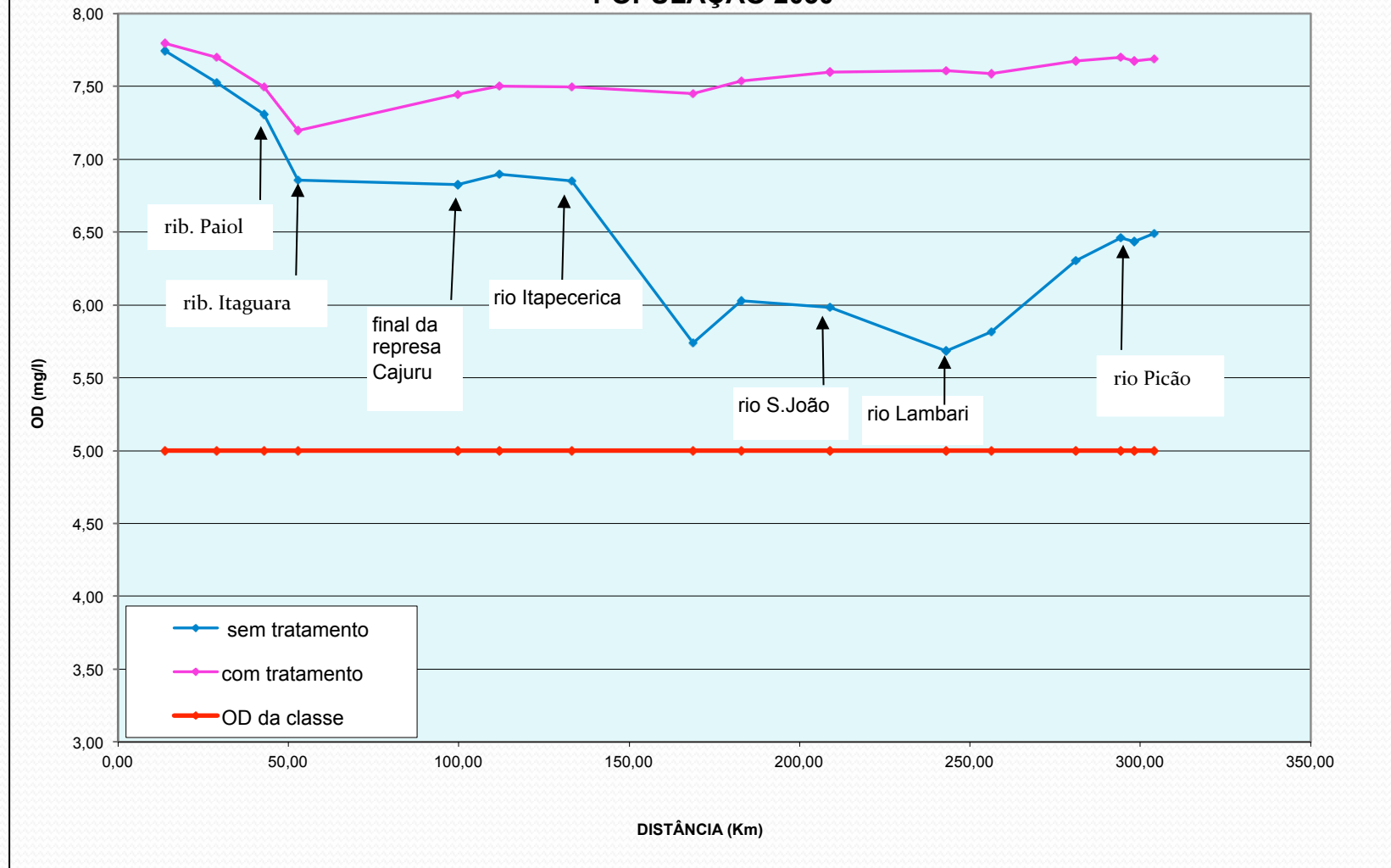
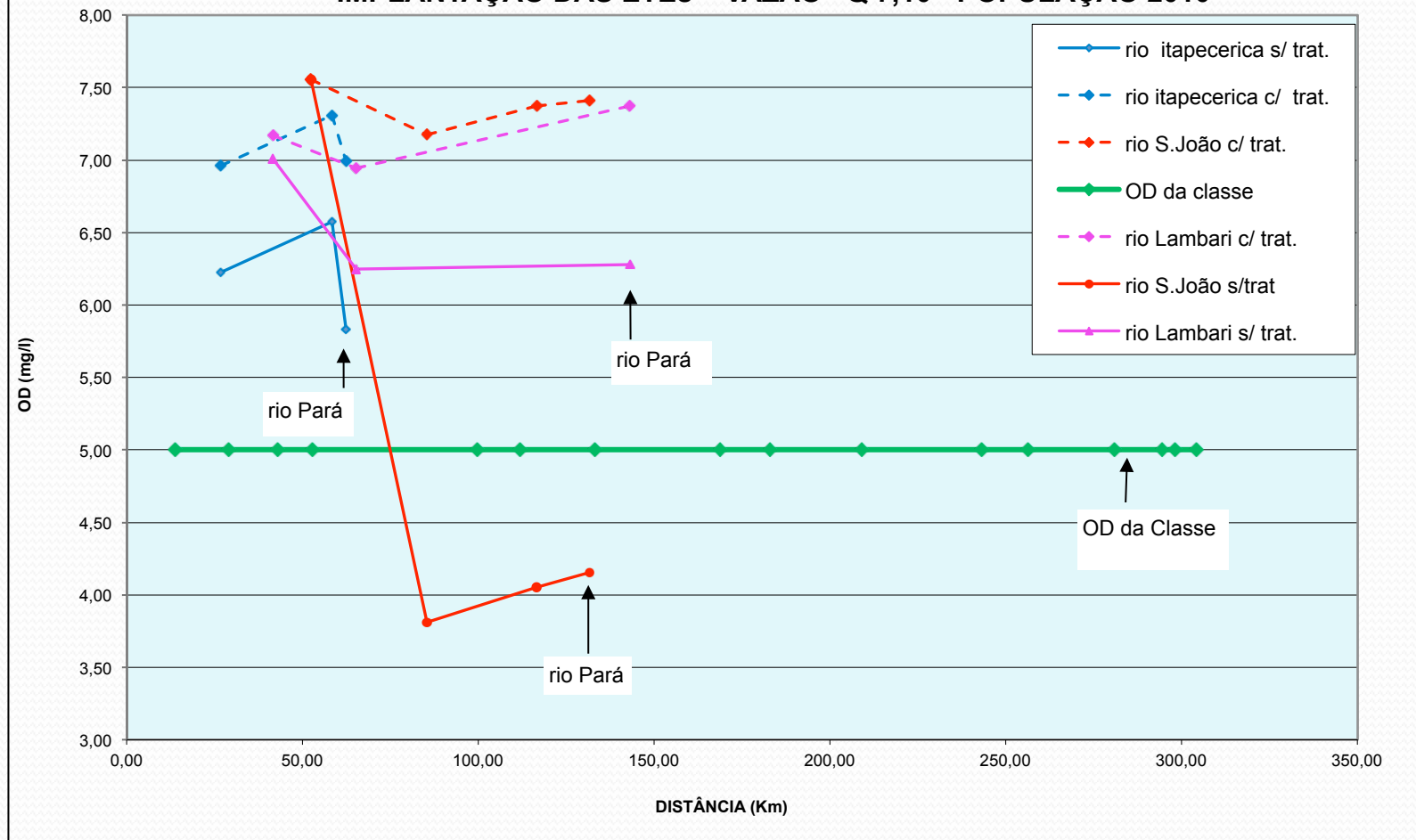


FIGURA 4 - EVOLUÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO AO LONGO DOS PRINCIPAIS TRIBUTÁRIOS DO RIO PARÁ ANTES E APÓS A IMPLANTAÇÃO DAS ETES – VAZÃO Q 7,10 - POPULAÇÃO 2010



CONCLUSÕES

- A Implantação das ETEs se mostrou relevante para o incremento dos níveis de OD dos mananciais. Com exceção do rio S. João, os níveis de OD dos mananciais já se encontram acima de 5,0 mg/l antes do tratamento de esgotos.
- Tais resultados fornecem um subsídio para a COPASA na priorização da implantação do tratamento de esgotos nas diversas localidades desta e de outras bacias hidrográficas.
- É importante fazer o balanço de OD de forma integrada em toda a bacia, considerando-se todas as cargas de DBO e com calibração do K_2 . Tal procedimento mostrou que os valores deste parâmetro calculados pelas fórmulas existentes na literatura se distanciam muito daqueles estimados por calibração.



OBRIGADA !

Ana.alvim@copasa.com.br

Celia.renno@copasa.com.br