

# UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO NO PARÁ: DESAFIOS E OPORTUNIDADES

## UFPA E O ESTUDOS PARA A BACIA DA ESTRADA NOVA - ESGOTAMENTO SANITÁRIO -

Prof. Dr Neyson Martins Mendonça

Realização:



**SINDUSCON**  
PARÁ

Apoio:





UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA

INSTITUTO DE TECNOLOGIA-ITEC

FACULDADE DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**GRUPO DE ESTUDOS EM GERENCIAMENTO DE ÁGUA E REÚSO DE EFLUENTES**



## UFPA E O ESTUDOS PARA A BACIA DA ESTRADA NOVA

### UFPA-ITEC-FAESA

Prof. Dr Neyson Martins Mendonça

Profa Dra. Luiza Carla Girard

Prof. Dr Giovanni Chaves Penner

Profa Dr. André Luiz S.Coelho

Profa Dr. Katiucia Adasm Nascimento

### UFPA-IG/ICB

Prof.Dr. Ricardo de Deus

Profa Dra. Sury de Moura Monteiro

Profa Dr. Marcelo Rollnic

### IPL-LISBOA

Prof Dr. Ramiro Joaquim de Jesus Neves

Prof Dr. Guilherme A. Stefanelo Franz

Profa Dra. Maria Manuela Fraga Juliano

### IP-Viena do Castelo- Revisor *ad doc*

Prof Dr. Mario Augusto Tavares Russo



UNIDADE  
COORDENADORA  
DO PROGRAMA

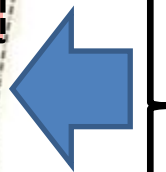
**UCP**



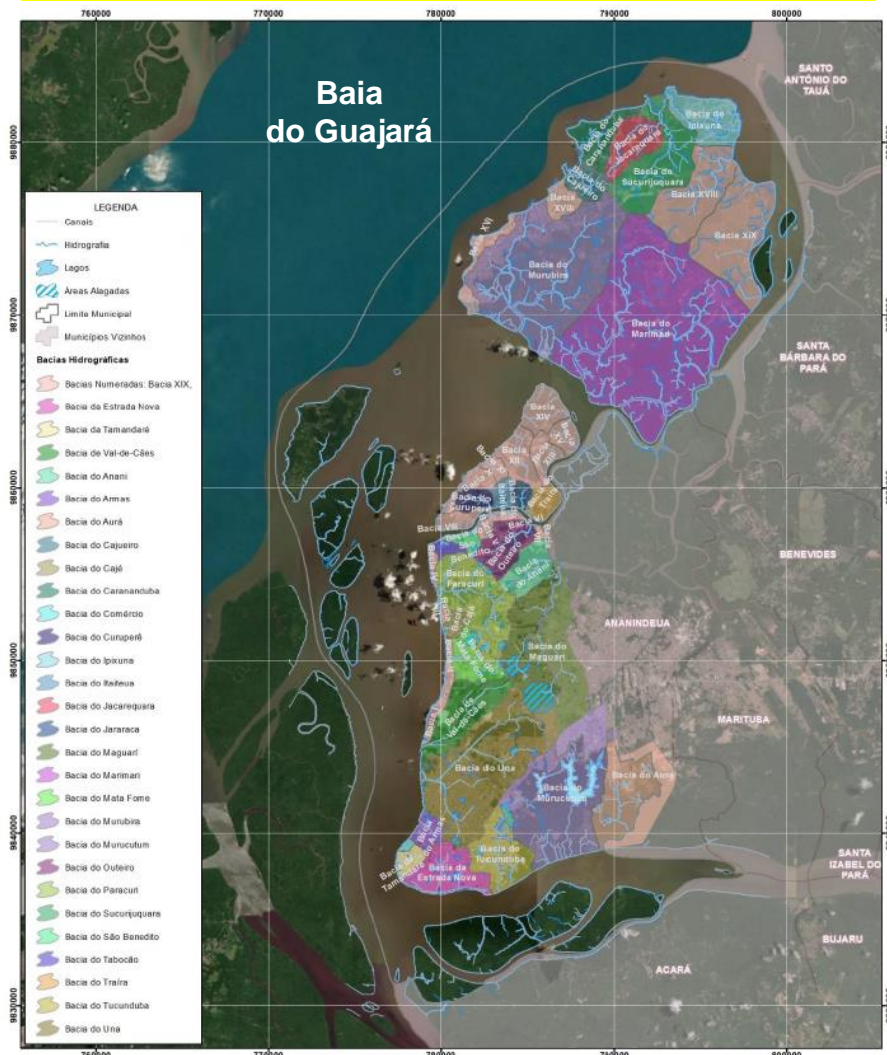
PREFEITURA DE  
**BELEM**

PROGRAMA DE SANEAMENTO DA BACIA DA ESTRADA NOVA

## Bacia hidrográfica urbana - IDEAL



## Belém (PA) – 29 BHU





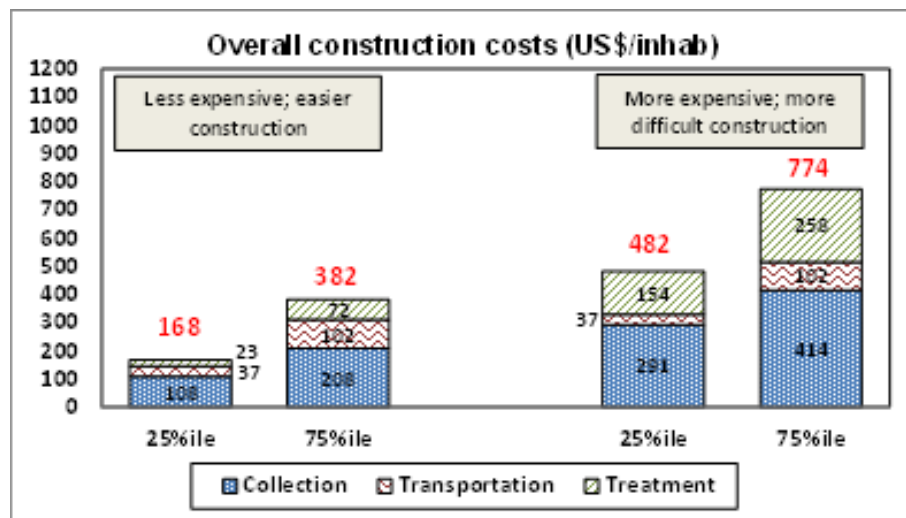


## QUESTIONAMENTO – 1) QUAL MODELO DE SES ? 2) QUANTO CUSTA O SES ?

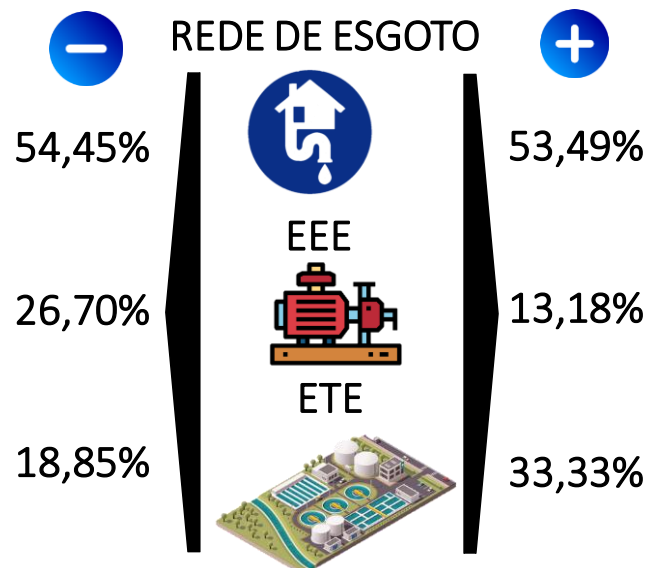
### SES DESCENTRALIZADO



### SES CENTRALIZADO



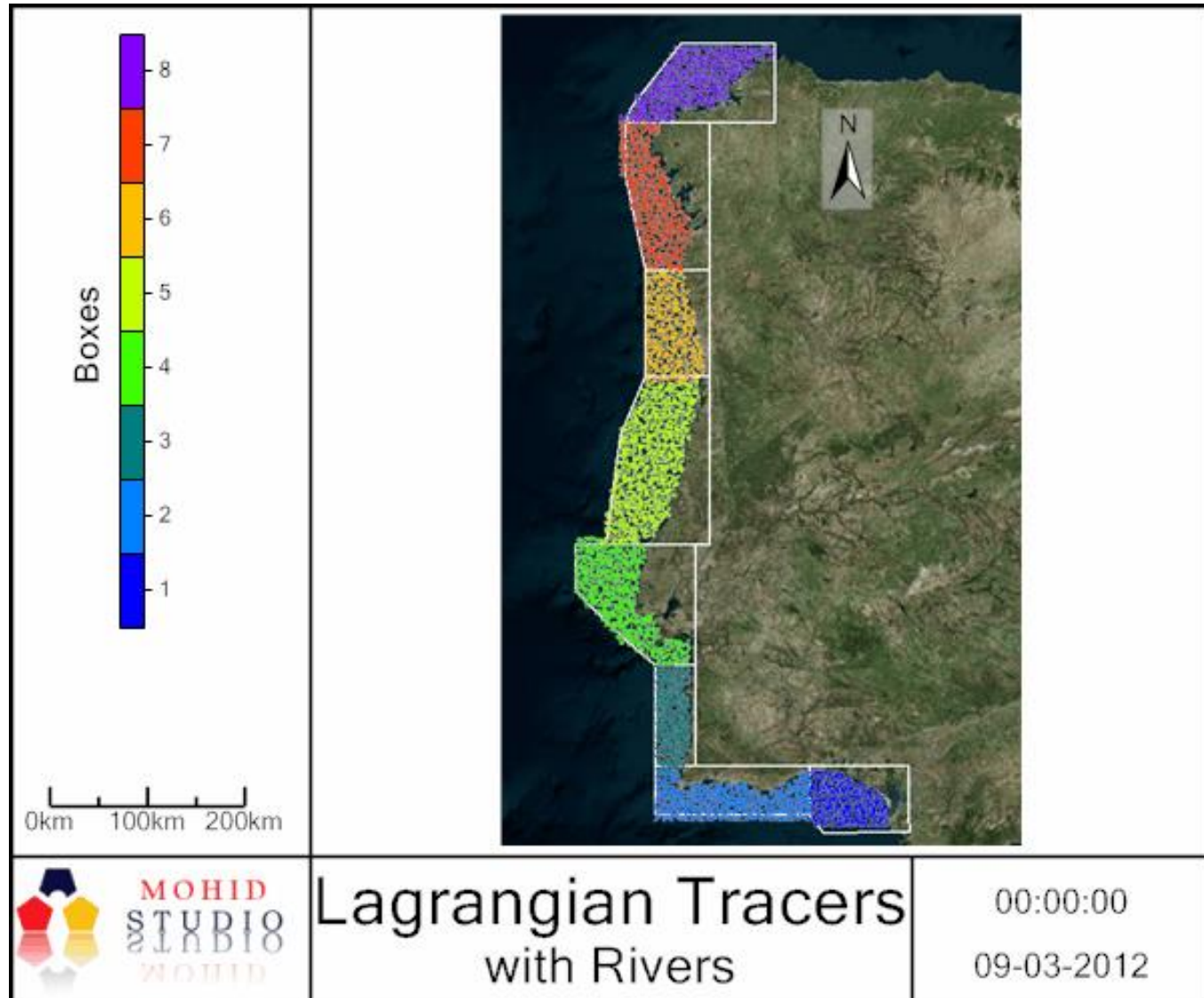
Marcos von Sperling, Bruno Lopes Salazar (2013)





## QUESTIONAMENTO – 3) QUAL É O REAL PROBLEMA ?

### RIVERS





## DELINEAMENTO DE EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DO PROJETO DE PESQUISA

### ETAPA 1

Avaliação das condições de lançamento de efluente da ETE da BHEN para fins de outorga preventiva



$$Q_{\text{Indisponível}} = \frac{(Q_{\text{efluente}} + Q_{\text{diluição}}) \cdot \text{DBO}_{\text{classell}} \cdot e^{-k_1 \cdot t}}{\text{DBO}_{\text{classell}}}$$

Outorga de lançamento

Qualidade da água ?  
Qualidade do esgoto?  
- 1º Etapa de monitoramento-

### ETAPA 2

Estudo do índice municipal de saneamento e avaliação do protocolo de licenciamento ambiental do SES da BHEN

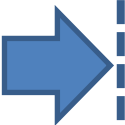


$$\text{IMS} = (i\text{SAAP} \cdot p1) + (i\text{SES} \cdot p2) + (i\text{RS} \cdot p3) + (i\text{DU} \cdot p4) + (i\text{CM} \cdot p5) + (i\text{SE} \cdot p6) + (i\text{SA} \cdot p7)$$

Banco de dados de saneamento básico

### ETAPA 3

Levantamento de informações hidro-sedimentológicas para subsidiar as intervenções de saneamento da BHEN



Dados batimétricos e sedimentológicos  
Maré e correntes e transporte de volume

### ETAPA 4

Levantamento das atuais dados poluição/contaminação dos recursos hídricos e o nível necessário de tratamento da ETE



Canais na BHEN e  
Rio Guamá

Qual o grau de poluição ?  
Qualidade da água ?  
- 2º e 3º Etapa de monitoramento -

### ETAPA 5

Construção de modelo matemático e simulação numérica do comportamento dos corpos receptores diante dos lançamentos de poluentes pré e pós instalação do SES



MOHID - Water Modelling System  
(aspectos qualitativos e quantitativos)





UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA

INSTITUTO DE TECNOLOGIA-ITEC

FACULDADE DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

GRUPO DE ESTUDOS EM GERENCIAMENTO DE ÁGUA E REÚSO DE EFLUENTES



## DELINEAMENTO DE EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DO PROJETO DE PESQUISA

### ETAPA 1

Avaliação das condições de lançamento de efluente da BHEN para fins de outorga preventiva

### ETAPA 2

Estudo do índice municipal de saneamento e avaliação do protocolo de licenciamento ambiental do SES da BHEN

### ETAPA 3

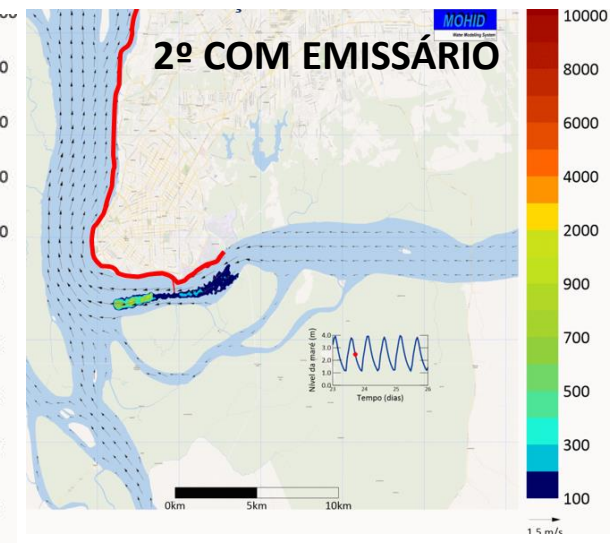
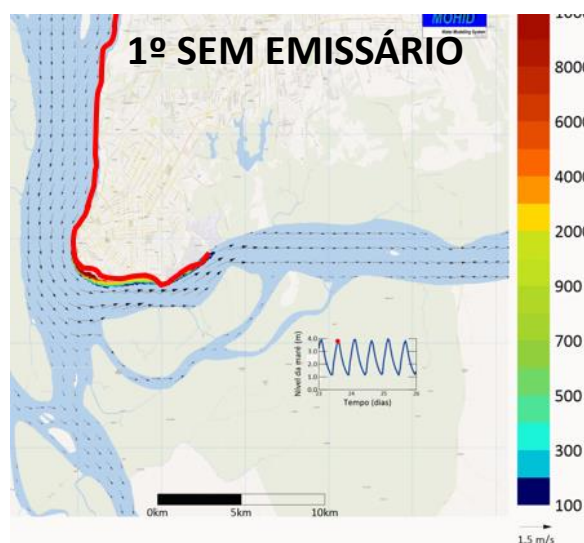
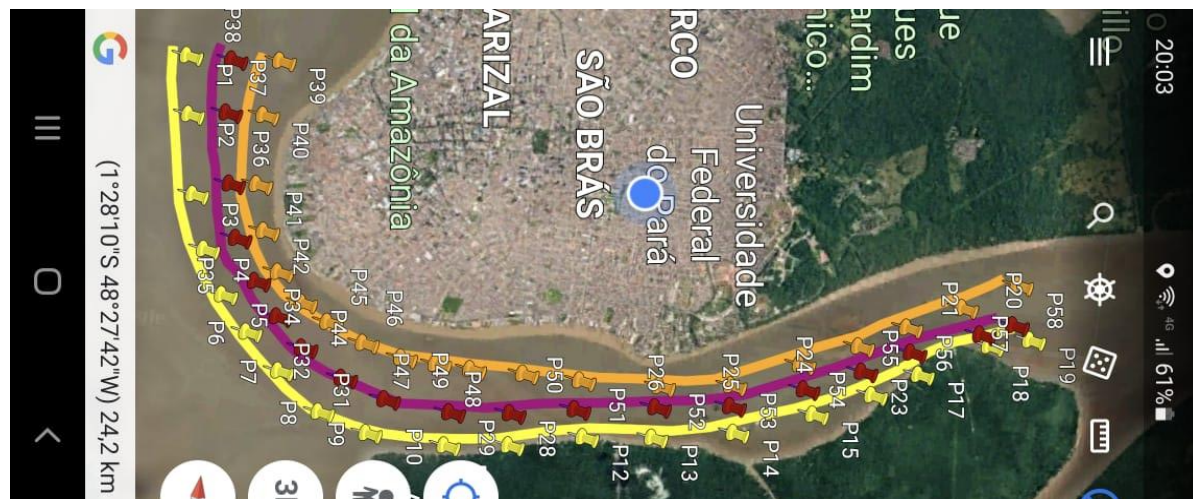
Levantamento de informações hidro-sedimentológicas para subsidiar as intervenções de saneamento da BHEN

### ETAPA 4

Levantamento das atuais dados poluição/contaminação dos recursos hídricos e o nível necessário de tratamento da ETE

### ETAPA 5

Construção de modelo matemático e simulação numérica do comportamento dos corpos receptores diante dos lançamentos de poluentes pré e pós instalação do SES







## DELINEAMENTO DE EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DO PROJETO DE PESQUISA

### ETAPA 1

Avaliação das condições de lançamento de efluente da ETE da BHEN para fins de outorga preventiva

### ETAPA 2

Estudo do índice municipal de saneamento e avaliação do protocolo de licenciamento ambiental do SES da BHEN

### ETAPA 3

Levantamento de informações hidro-sedimentológicas para subsidiar as intervenções de saneamento da BHEN

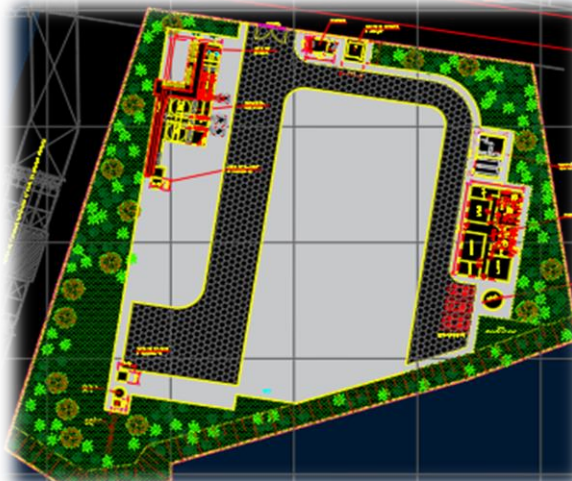
### ETAPA 4

Levantamento das atuais dados poluição/contaminação dos recursos hídricos e o nível necessário de tratamento da ETE

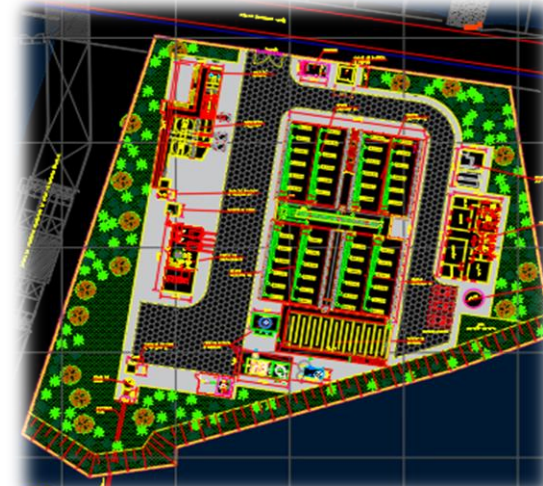
### ETAPA 5

Construção de modelo matemático e simulação numérica do comportamento dos corpos receptores diante dos lançamentos de poluentes pré e pós instalação do SES

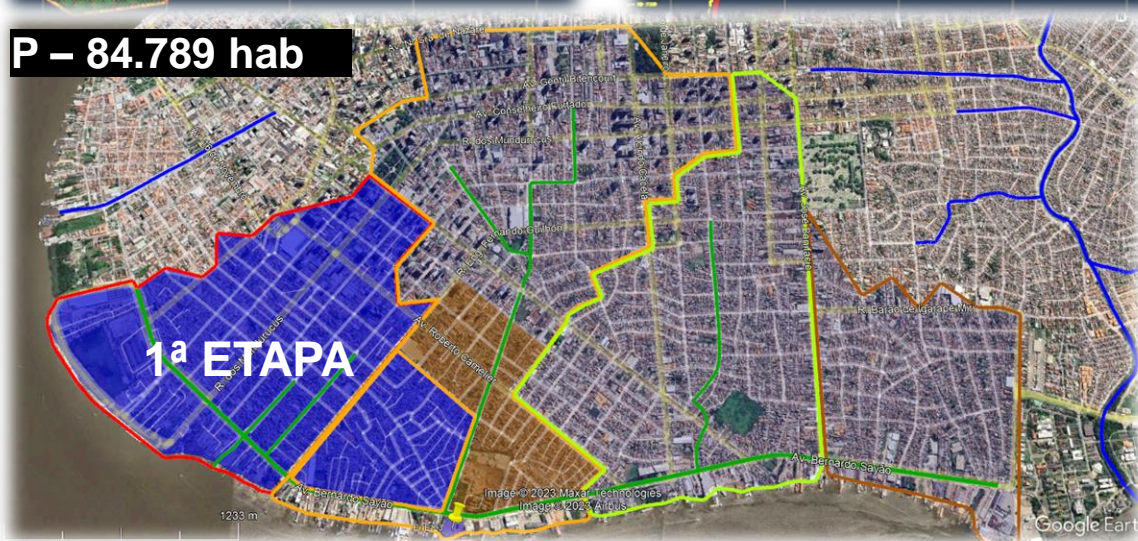
### 1ª ETAPA – 150 L/s



### 2ª ETAPA- 150 L/s



P – 84.789 hab







UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA-ITEC  
FACULDADE DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL



**GRUPO DE ESTUDOS EM GERENCIAMENTO DE ÁGUA E REÚSO DE EFLUENTES**

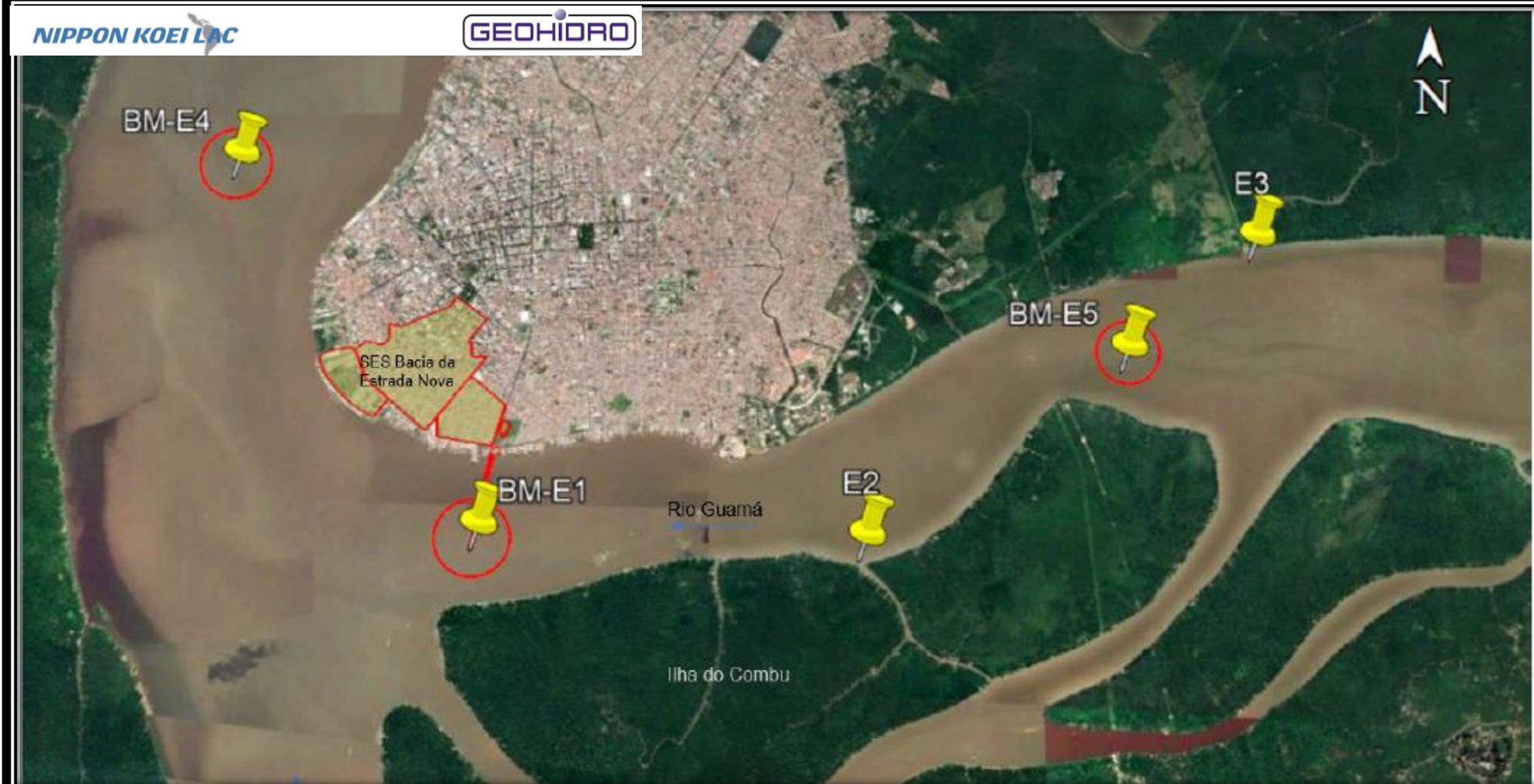
## DELINEAMENTO DE EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DO PROJETO DE PESQUISA

PROJETO BÁSICO DO SES DA BACIA DA ESTRADA NOVA:

1ª ETAPA DO PROJETO DA ETE + EMISSÁRIO + **SISTEMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA**

NIPPON KOEI LAC

GEOHIDRO





## DELINEAMENTO DE EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DO PROJETO DE PESQUISA

### ETAPA 1

Avaliação das condições de lançamento de efluente da ETE da BHEN para fins de outorga preventiva

### ETAPA 2

Estudo do índice municipal de saneamento e avaliação do protocolo de licenciamento ambiental do SES da BHEN

### ETAPA 3

Levantamento de informações hidro-sedimentológicas para subsidiar as intervenções de saneamento da BHEN

### ETAPA 4

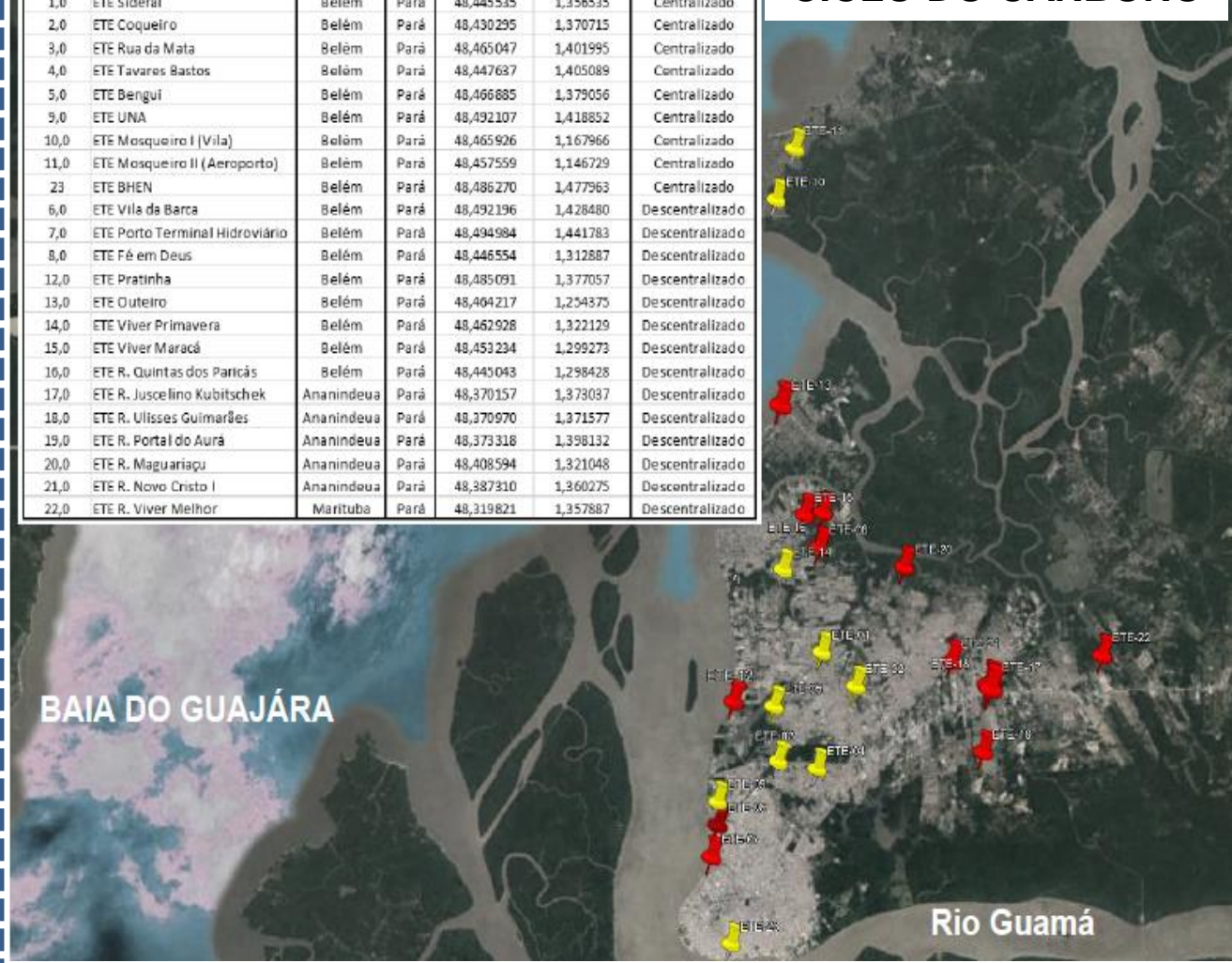
Levantamento das atuais dados poluição/contaminação dos recursos hídricos e o nível necessário de tratamento da ETE

### ETAPA 5

Construção de modelo matemático e simulação numérica do comportamento dos corpos receptores diante dos lançamentos de poluentes pré e pós instalação do SES

Nº da ETE	ETE - ID	Município	Estado	Longitude	Latitude	Tipo de SES
1,0	ETE Sideral	Belém	Pará	48,445535	1,356535	Centralizado
2,0	ETE Coqueiro	Belém	Pará	48,430295	1,370715	Centralizado
3,0	ETE Rua da Mata	Belém	Pará	48,465047	1,401995	Centralizado
4,0	ETE Tavares Bastos	Belém	Pará	48,447637	1,405089	Centralizado
5,0	ETE Bengui	Belém	Pará	48,466885	1,379056	Centralizado
9,0	ETE UNA	Belém	Pará	48,492107	1,418852	Centralizado
10,0	ETE Mosqueiro I (Vila)	Belém	Pará	48,465926	1,167966	Centralizado
11,0	ETE Mosqueiro II (Aeroporto)	Belém	Pará	48,457559	1,146729	Centralizado
23	ETE BHEN	Belém	Pará	48,486270	1,477963	Centralizado
6,0	ETE Vila da Barca	Belém	Pará	48,492196	1,428480	Descentralizado
7,0	ETE Porto Terminal Hidroviário	Belém	Pará	48,494984	1,441783	Descentralizado
8,0	ETE Fé em Deus	Belém	Pará	48,446554	1,312887	Descentralizado
12,0	ETE Pratinha	Belém	Pará	48,485091	1,377057	Descentralizado
13,0	ETE Outeiro	Belém	Pará	48,404217	1,254375	Descentralizado
14,0	ETE Viver Primavera	Belém	Pará	48,462928	1,322129	Descentralizado
15,0	ETE Viver Maracá	Belém	Pará	48,453234	1,299273	Descentralizado
16,0	ETE R. Quintas dos Paricás	Belém	Pará	48,445043	1,298428	Descentralizado
17,0	ETE R. Juscelino Kubitschek	Ananindeua	Pará	48,370157	1,373037	Descentralizado
18,0	ETE R. Ulisses Guimarães	Ananindeua	Pará	48,370970	1,371577	Descentralizado
19,0	ETE R. Portal do Aura	Ananindeua	Pará	48,373318	1,398132	Descentralizado
20,0	ETE R. Maguariagu	Ananindeua	Pará	48,408594	1,321048	Descentralizado
21,0	ETE R. Novo Cristo I	Ananindeua	Pará	48,387310	1,360275	Descentralizado
22,0	ETE R. Viver Melhor	Marituba	Pará	48,319821	1,357887	Descentralizado

### CICLO DO CARBONO





## DELINEAMENTO DE EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DO PROJETO DE PESQUISA

- FLUXOGRAMA DE POSSÍVEIS ETAPAS DO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO DA BACIA DA ESTRADA NOVA – BELÉM (PA)

- DESINFECÇÃO -

-TRATAMENTO SECUNDÁRIO-

METANO  
(Queima + secagem)

Escuma

-Tratamento + acondicionamento-



-Disposição Final-



ATERRO SANITÁRIO

-Acondicionamento-  
em container de PEAD  
com cal ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )  
tempo recomendado

Sólidos  
grosseiros



ESGOTO  
BRUTO

$P_{\text{inicial}} = 62.602 \text{ hab}$   
 $P_{\text{final}} = 73.927 \text{ hab}$

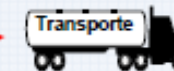
$Q_{\text{inicial}} = 115 \text{ L/s}$   
 $Q_{\text{final}} = 131 \text{ L/s}$

Extensão da rede = 54.374 m

- TRATAMENTO PRELIMINAR -

Areia

-Acondicionamento-  
em container de PEAD  
com cal ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )  
tempo recomendado



-Disposição Final-

Uso para produção de  
agregado no setor da  
construção civil

-Tratamento-  
Areia deverá sofrer  
secagem, lavagem,  
higienizada e  
peneirada

-Projeto de paisagismo de área verde do município de Belém (PA)  
-Jardinagem de empreendimentos habitacionais de interesse social  
Condicionador de solo  
- agricultura familiar na área insular,  
- plantação de grama  
- recuperação de área degradada  
- revegetação de ADRS, etc.

-Disposição Final-

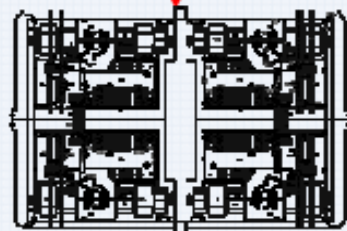
Em que área será  
realizada?

Área  
interna

Área  
externa



lodo seco



- TRATAMENTO DO LODO -  
(Condicionamento + Desaguamento + Higienização)

lodo de  
excesso

- recirculação do lodo-

Existe central  
de valorização da  
areia

NÃO

SIM

Esgoto tratado

EFLUENTE  
DESINFECTADO  
FINAL

Esgoto Desarenado





## DELINEAMENTO DE EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DO PROJETO DE PESQUISA

### BASE DE DADOS DE PLANEJAMENTO E OPERAÇÃO DAS ETE'S DE ESGOTO SANITÁRIO NA RMB-SES(C)/ETE SIDERAL (ETE 01)



#### INFORMAÇÕES BÁSICAS:

- Vazão e População: 92,36 L/s e 53.200 hab
- Município: Belém
- Localização georreferenciada: (long.: 48,445290; lat.: 1,356535)
- Sistema de tratamento de esgoto: Centralizado
- Tratamento preliminar: GM/PRC/DHCD/MQP
- Processo de tratamento: UASB
- Tratamento do lodo: LSC + HQ
- Tratamento do biogás: NTU

#### TRATAMENTO PRELIMINAR:

Produção de sólidos grosseiros (kg/d):  $58,20 \pm 2,65$   
Produção de areia (kg/d):  $245,78 \pm 11,17$   
Produção de espuma (kg/d):  $2,05 \pm 0,093$

#### BALANÇO DE CARGA ORGÂNICA - UASB:

Carga DQO afluente (kgDQO/d): 3.319,70  
Carga DQO efluente (kgDQO/d):  $1.161,9 \pm 166$   
Carga DQO removida (kgDQO/d):  $2.157,8 \pm 166$   
Carga DQO convertida em lodo (kgDQO-lodo/d):  $459,6 \pm 35,4$   
Carga DQO convertida em CH<sub>4</sub> (kgDQO-CH<sub>4</sub>/d):  $1.426,7 \pm 148,8$

#### PRODUÇÃO E HIZIENIZAÇÃO DE LODO - UASB:

Produção de lodo (kgSST/d):  $498,0 \pm 166,0$   
Volume de lodo (m<sup>3</sup>/d):  $10,67 \pm 2,45$   
Massa de lodo desaguada (kg/d):  $442,6 \pm 157,8$   
Produção de torta (kgSST/d):  $2213 \pm 789$   
Quantidade de PQ para caleação ( $Q_{CaO}$ ):  $132,8 \pm 47,3$   
Quantidade de PQ aplicada ( $Q_{CaI}$ ):  $166,0 \pm 59,2$   
Quantidade de biossólido produzido ( $Q_{bio+lodo}$ ):  $2379 \pm 848$

#### POTENCIAL DE GEE E EMISSÃO DE MENTANO - UASB:

Produção normalizada de metano (Nm<sup>3</sup>/d):  $261,6 \pm 110,9$   
Taxa de emissão de metano (CO<sub>2</sub> equivalente):  $1718 \pm 728$   
Produção normalizada de biogás (Nm<sup>3</sup>/d):  $380,9 \pm 161,5$   
Energia química disponível (kWh/d):  $2589 \pm 1098$



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA

INSTITUTO DE TECNOLOGIA-ITEC

FACULDADE DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**GRUPO DE ESTUDOS EM GERENCIAMENTO DE ÁGUA E REÚSO DE EFLUENTES**



## Conclusão

### Belém - atual



### Belém - futuro





UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA

INSTITUTO DE TECNOLOGIA-ITEC

FACULDADE DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**GRUPO DE ESTUDOS EM GERENCIAMENTO DE ÁGUA E REÚSO DE EFLUENTES**



**Obrigado.....**



**Prof.Dr.Neyson Martins Mendonça**

[neysonmm@ufpa.br](mailto:neysonmm@ufpa.br)

Tel: (91)3201-8925