

GEA Heat Exchangers



GEA Sistemas de Resfriamento



Encontro Técnico AESABESP

25º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM TRATAMENTO DE EFLUENTES

RENASCIMENTO DA TECNOLOGIA DE FILTROS PERCOLADORES

André G. Gomes
São Paulo, 01 Agosto 2014

SPONSORED BY THE



EXPOVAL

SPONSORED BY THE



EXPOVAL

Joint research project

Export-oriented research and development in the field of wastewater – validation of design algorithms on full-scale plants (EXPOVAL)

Extension

In general, the project aims to extend and validate design rules and algorithms, in particular for higher or lower wastewater temperatures as well as raised salinity levels. Furthermore, practical design and operation recommendations shall be complemented. For the purpose of comparisons and for further studies on specific questions, additional analyses on small-scale and semi-industrial pilot plants are planned.

Validation

The research development in the field of wastewater – validation on full-scale plants* (EXPOVAL) is a joined project of leading German universities and industrial partners. On full-scale plants all over the world specific research will be carried out to extend and validate design rules and algorithms, in particular for higher or lower wastewater temperatures as well as raised salinity levels. Furthermore, practical design and operation recommendations shall be complemented. For the purpose of comparisons and for further studies on specific questions, additional analyses on small-scale and semi-industrial pilot plants are planned.

Focus on municipal wastewater treatment

The project investigations focus on municipal wastewater treatment processes, relevant worldwide. These processes encompass activated sludge systems including specific aspects of pressure aeration systems, trickling filters, anaerobic treatment systems and wastewater ponds. Further research topics include disinfection of treated wastewater and recycling or disposal of sewage sludge.



Results will be published by DWA

The project aims for easily applicable design algorithms and rules. These will be published in a technical book by the DWA (as DWA Topics Issue), as a guide to a wide range of professionals and internationally operating suppliers or consultants in the wastewater sector.

Support by the German research ministry

The joint project is sponsored by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBWF) over a four-years-period from 2012 until 2015 (reference numbers: 02WA1252A – 02WA1252G).

Sub project 3: Trickling filters

- Universität Stuttgart (Frau Prof. Dr.-Ing. Steinmetz)
- GEA 2H Water Technologies GmbH, Hürth

Project partners in seven subprojects

Within the joint research project, 17 universities and industrial partners in Germany are involved in seven subprojects, each concentrating on a specific issue:

Sub project 1: Activated sludge systems

- Ruhr-Universität Bochum (Prof. Dr.-Ing. Wichem)
- Emscher Gesellschaft für Wassertechnik mbH, Essen
- Hach-Lange GmbH, Düsseldorf

Sub project 2: Aeration technology

- Ultrawaves Wasser- und Umwelttechnologien GmbH, Hamburg
- FUCHS Enprotec GmbH, Mayen
- WEDECO / Xylem Water Solutions Herford GmbH, Herford

Sub project 6: Sewage sludge management

- Technische Universität Braunschweig (Prof. Dr.-Ing. Dichtl)
- Huber SE, Berching
- Oswald Schulze Umwelttechnik GmbH, Gladbeck

Sub project 7: Disinfection and water reuse

- Technische Universität Darmstadt (Prof. Dr.-Ing. Comet)
- Huber SE, Berching

Contact

Emscher Gesellschaft für Wassertechnik mbH is responsible for the overall coordination and scientific-technical supervision of the joint project. The project coordination is supported by the two scientific subcoordinators Technische Universität Darmstadt and Leibniz Universität Hannover.

As main contact persons for the overall coordination, please contact:

- Prof. Dr.-Ing. Holger Scheer, Phone +49(0)201 3610-0, scheer@ewtw.de
- Dipl.-Ing. Tim Fuhrmann, Phone +49 (0)201 3610-555, fuhrmann@ewtw.de
- Dipl.-Ing. Peter Wulf, Phone +49 (0)201 3610-110, wulf@ewtw.de

Project website

More detailed information about the joint research project can be found at the project website: www.expoval.de.

Estudo 1: ETE Manágua, Nicarágua

Remoção de DBO



Estudo 1: ETE Manágua, Nicarágua

Remoção de DBO

AFLUENTE	Médio	Mínimo	Máximo	Unid.
Vazão	182.563,2	100.915,2	297.302,4	m ³ /d
Vazão	2.113	1.168	3.441	L/s
DBO total	231,3	231,3	231,3	mg/L
SST	83,5	51,1	150,5	mg/L
DBO sol.	184,3	108,6	220,5	mg/L

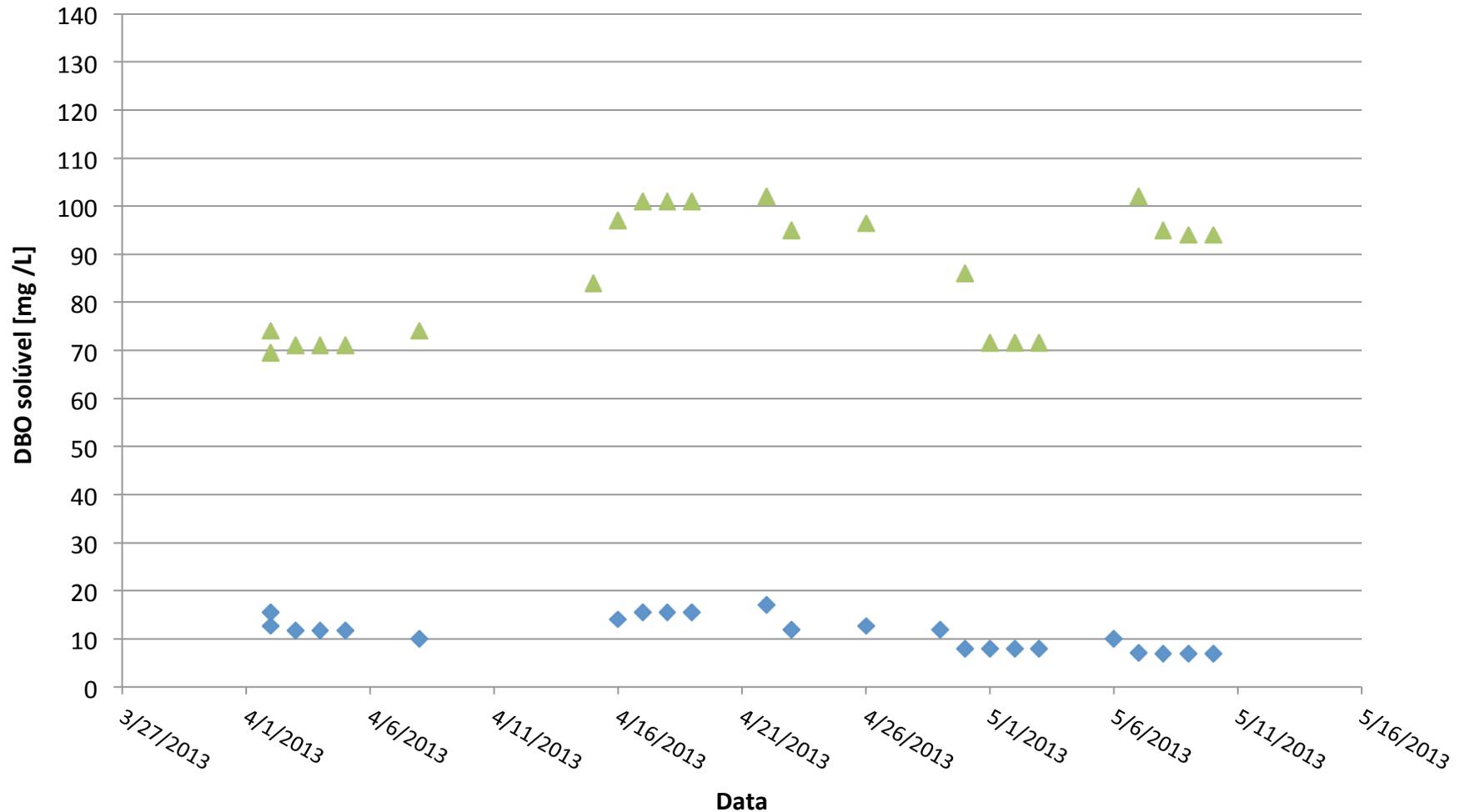
EFLUENTE	Limite	Unid.
DBO total	90	mg/L
DBO solúvel	30	mg/L

DIMENSIONAMENTO	Seleção	Unid.
Modelo de enchimento	BIODEK FB10.27	-
Tipo de enchimento	Canais cruzados	-
Área superficial específica	100	m ² /m ³
Filtros Percoladores	6	Filtros
Diâmetro	35,0	m
Diâmetro da coluna central	2,5	m
Profundidade do enchimento	5,1	m
Volume total de enchimento	29.440	m ³

Estudo 1: ETE Manágua, Nicarágua

Remoção de DBO

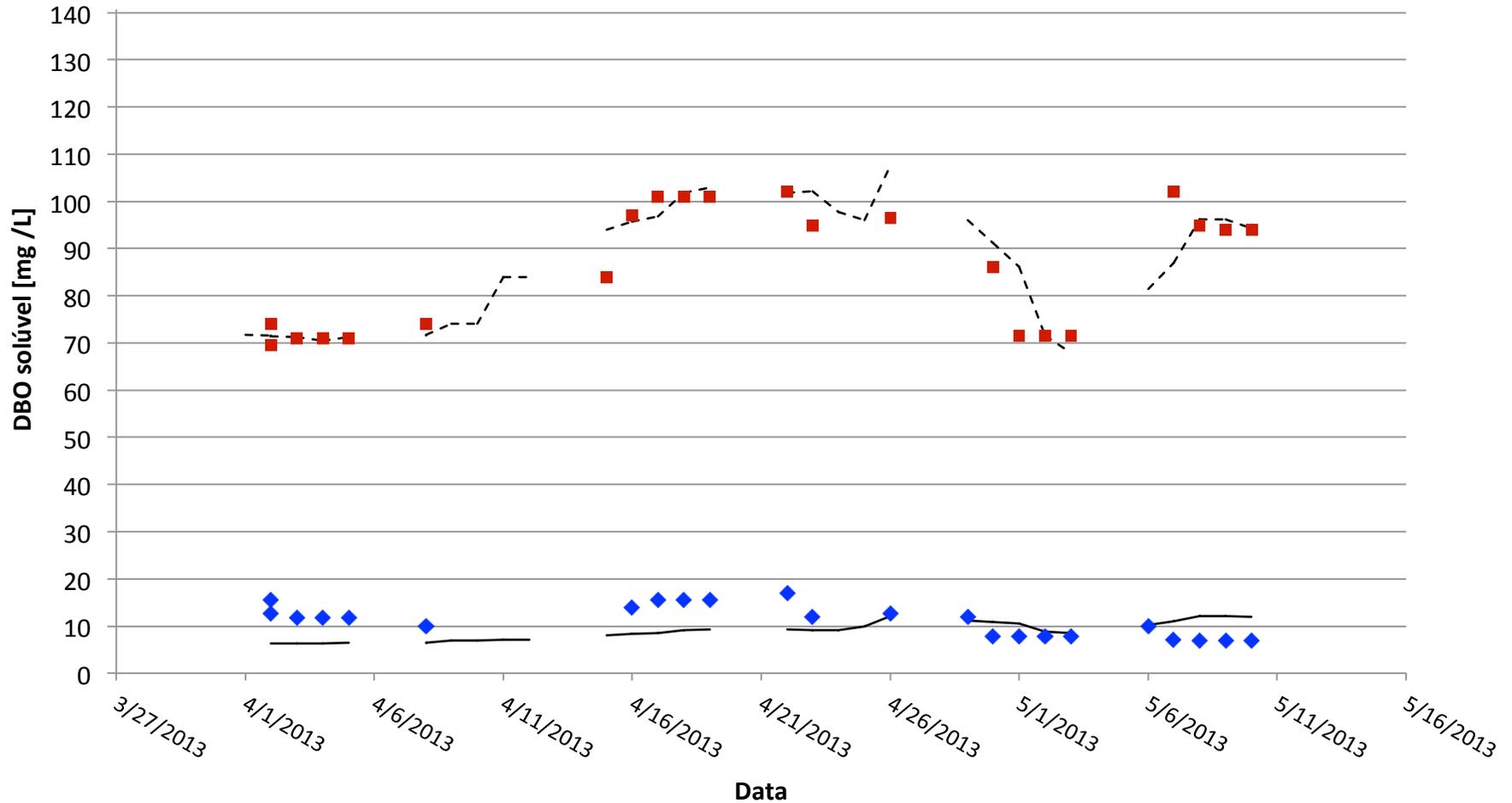
- ▲ DBO solúvel no afluente do FBP
- ◆ DBO solúvel no efluente do FBP



Estudo 1: ETE Manágua, Nicarágua

Remoção de DBO

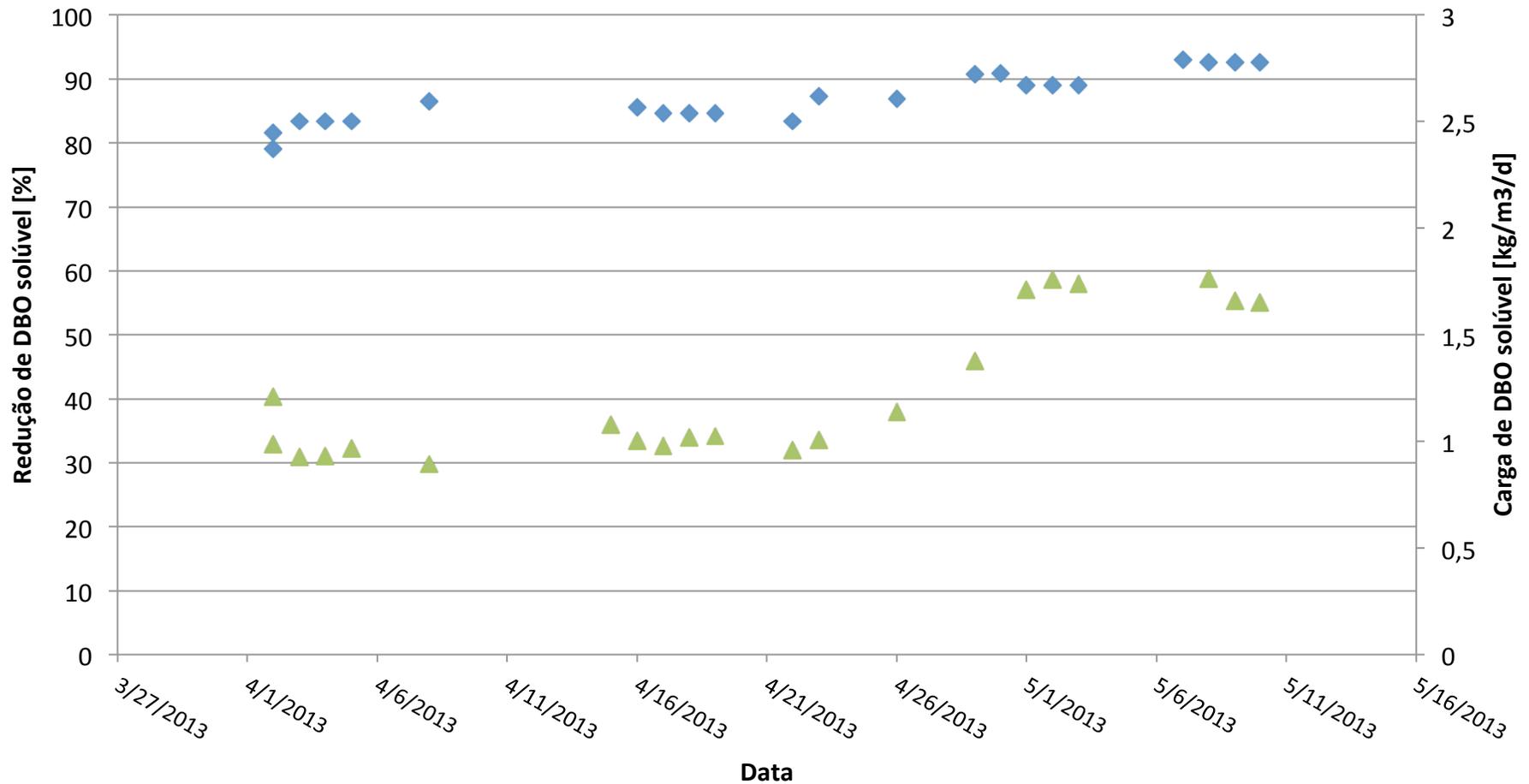
- DBO solúvel no afluente do FBP
- - - DBO solúvel média no afluente
- ◆ DBO solúvel no efluente do FBP
- Modelo modificado de Velz



Estudo 1: ETE Manágua, Nicarágua

Remoção de DBO

- ◆ Redução de DBO solúvel, %
- ▲ Taxa de DBO solúvel, kg/m³.d



Estudo 1: ETE Manágua, Nicarágua

Remoção de DBO

Filtros Percoladores (ETE com uma única etapa biológica!)

Taxa volumétrica aplicada:	1,4 kgDBO/m ³ .d
Remoção de DBO alcançada:	87% / 36.700 kg/d
Vazão incluindo recirculação:	205.000 m ³ /d
Altura de elevação:	9 m
Consumo energético:	7.735 kWh/d

Consumo energético / DBO removida

Calculado durante a operação
dos Filtros Percoladores:

0,21 kWh / kgDBO_{removido}

Como comparação:

Consumo elétrico se usado
Sistema de Lodos Ativados:

0,6 kWh / kgDBO_{removido}

Poupança anual com Filtros Percoladores

Em energia:

(36700 kg/d * 365d * (0,6 - 0,21) kWh/kg.d)

5.492.155 kWh / ano

Em custos:

(se 0,10 EUR / kWh; se 1,00 EUR = R\$ 3,00)

550.000 Euros / R\$ 1.650.000,00

Estudo 2: Main Filters, Dubai

Nitrificação (desenho para 10 mg/L devido a restrições de alcalinidade)



Filtro percolador operando com mídia randômica

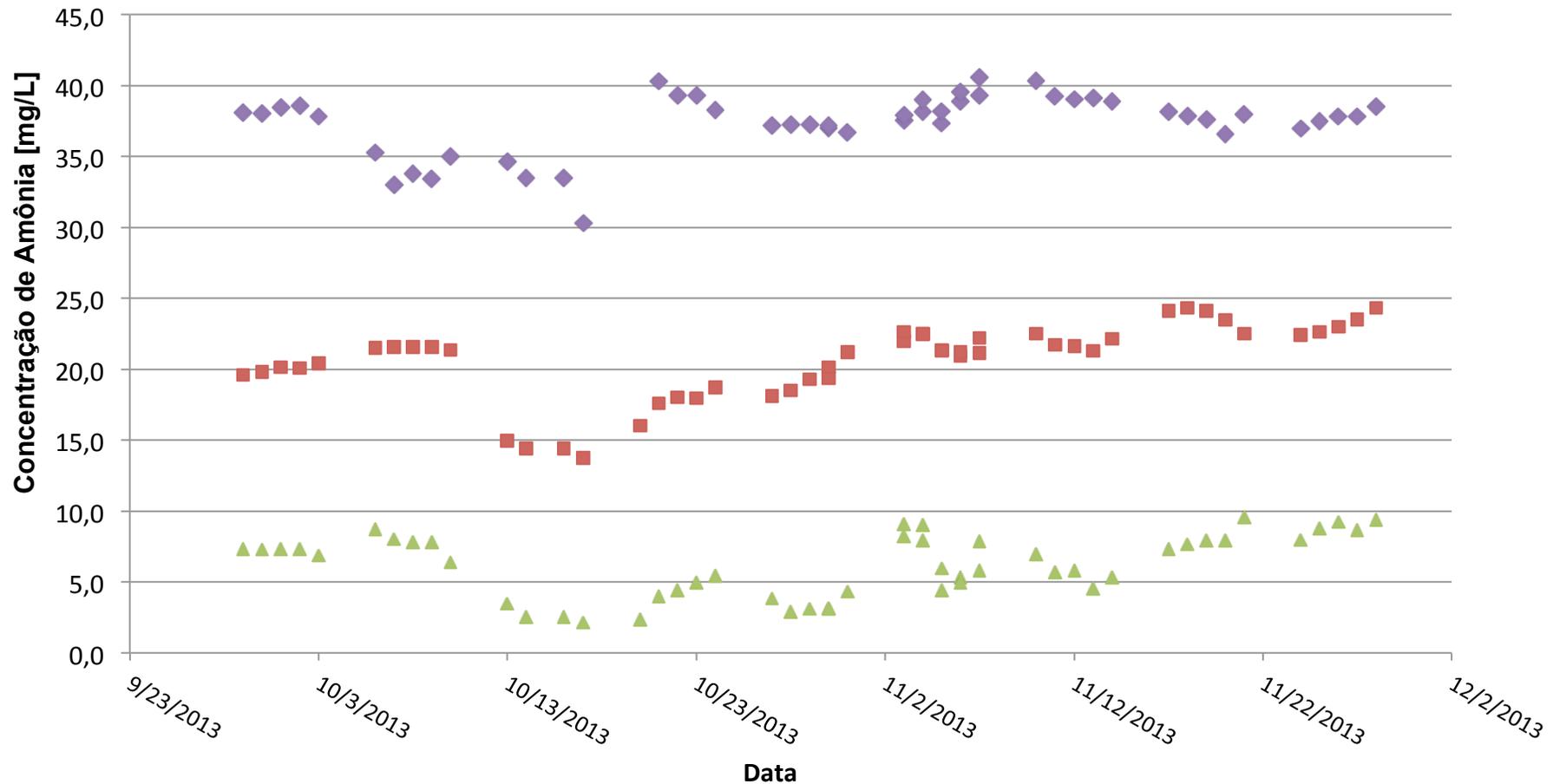
Filtro percolador operando com enchimento estruturado



Estudo 2: Main Filters, Dubai

Nitrificação (desenho para 10 mg/L devido a restrições de alcalinidade)

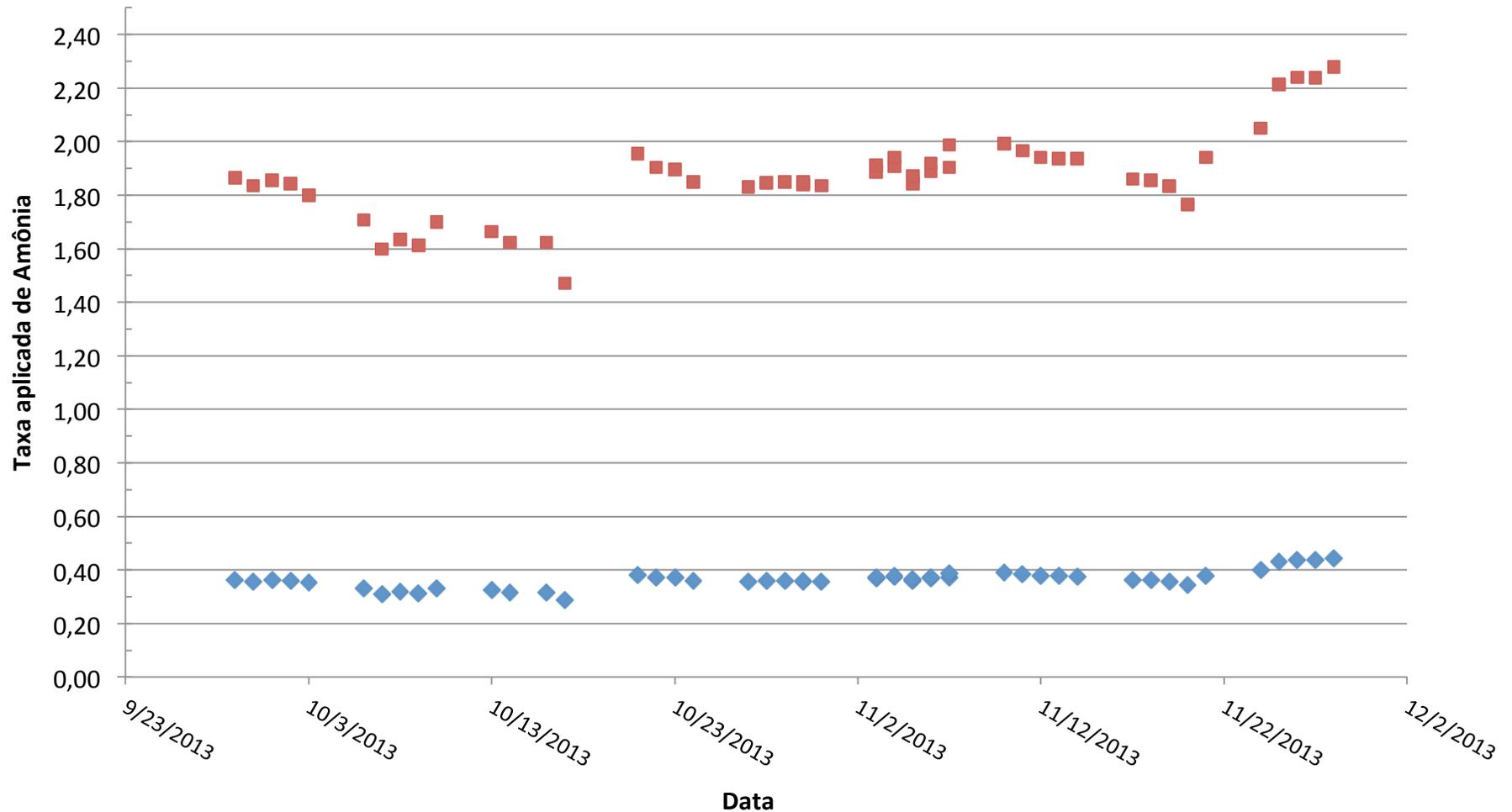
- ◆ Amônia no afluente dos FBP
- Concentração de Amônia no efluente usando recheio de mídia randômica
- ▲ Concentração de Amônia no efluente usando enchimento estruturado



Estudo 2: Main Filters, Dubai

Nitrificação (desenho para 10 mg/L devido a restrições de alcalinidade)

- Taxa superficial de Amônia, g/m².d
- ◆ Taxa volumétrica de Amônia, kg/m³.d



Estudo 3: Compact Filter, Dubai

Remoção de DBO e nitrificação combinada



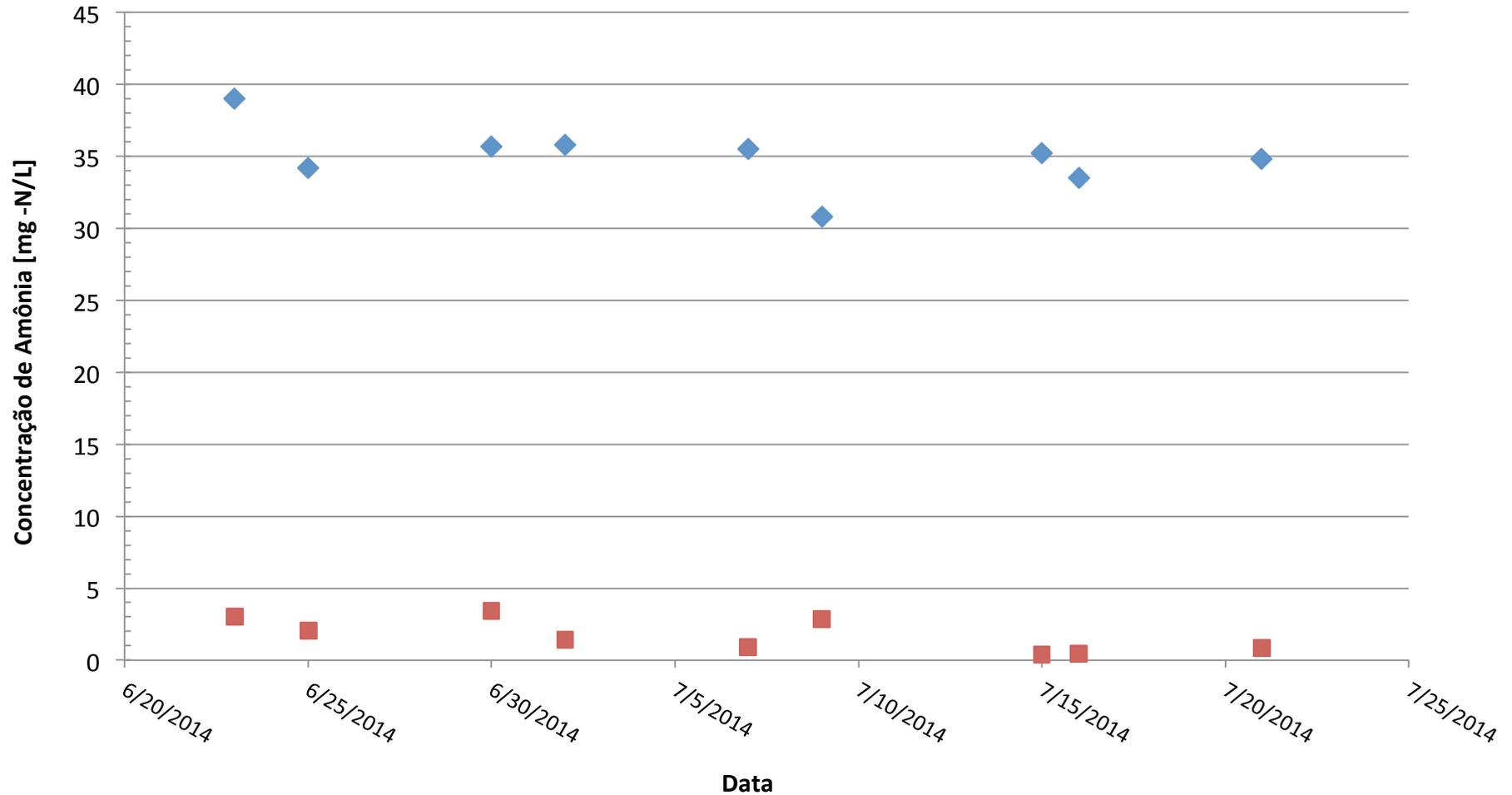
Filtro percolador compacto com enchimento estruturado GEA – Programa EXPOVAL



Estudo 3: Compact Filter, Dubai – Teste 1

Remoção de DBO e nitrificação combinada

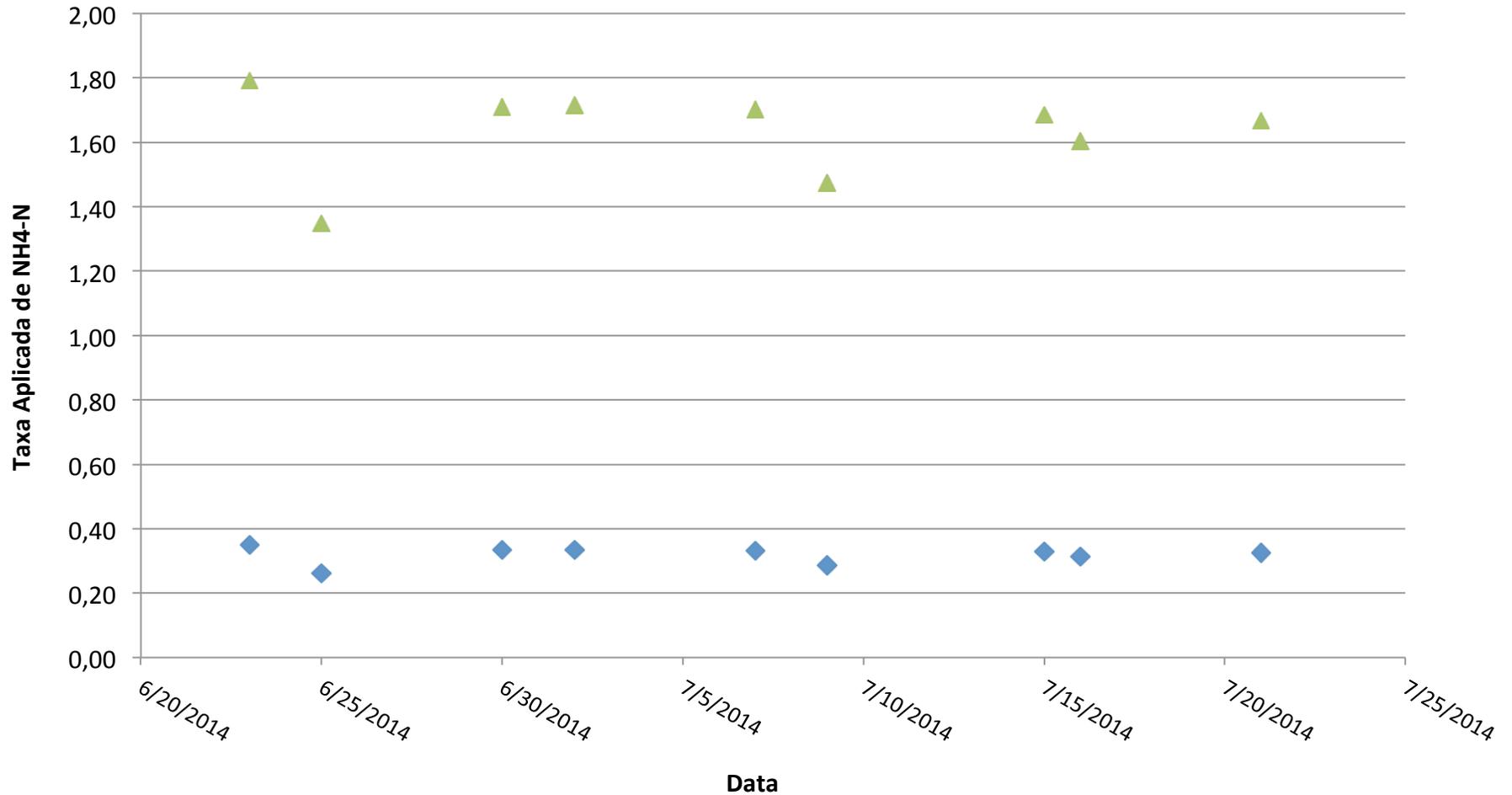
- ◆ NH₄-N no afluente
- NH₄-N no efluente



Estudo 3: Compact Filter, Dubai – Teste 1

Remoção de DBO e nitrificação combinada

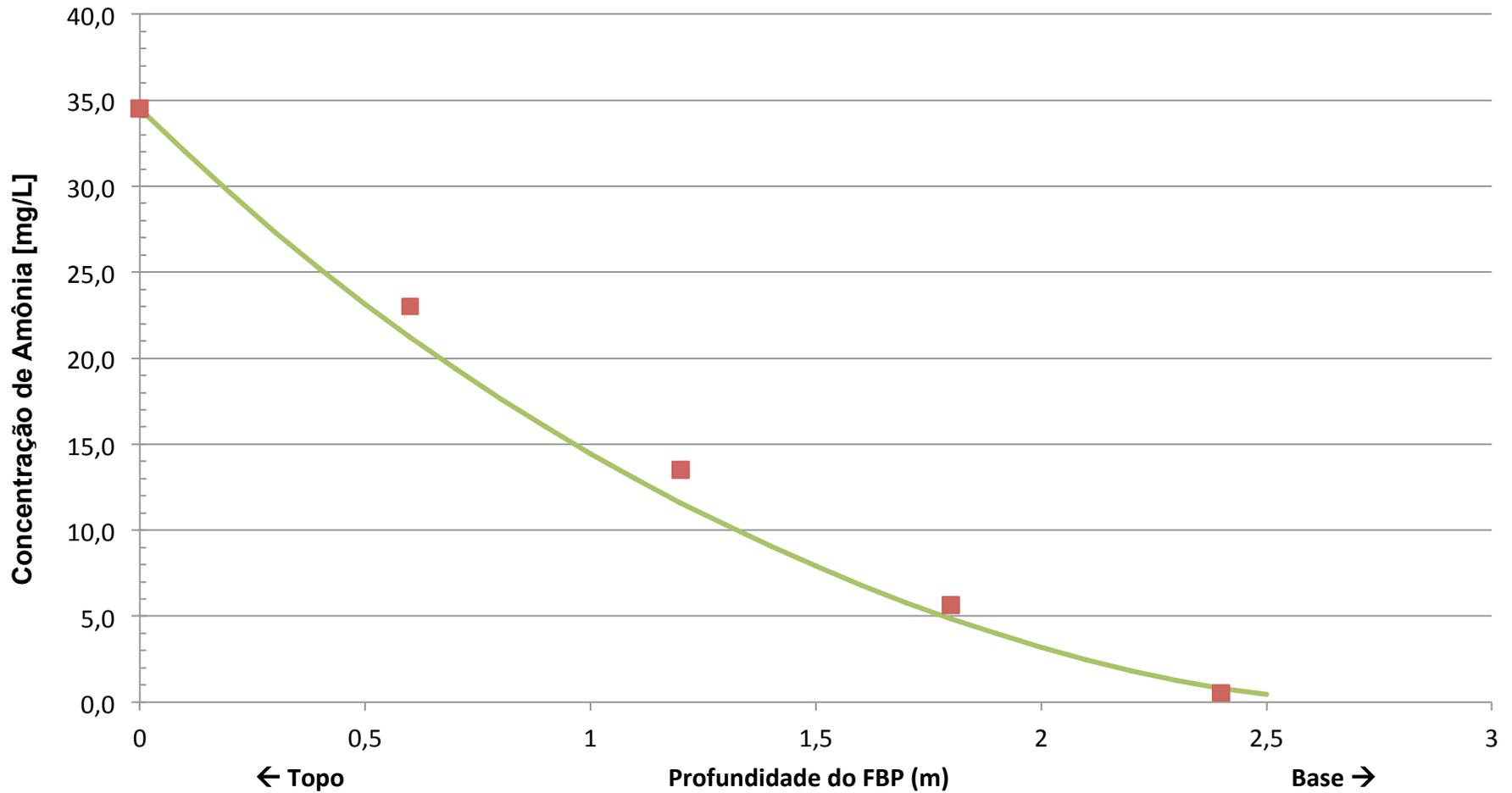
- ▲ Taxa superficial NH4-N, g/m².d
- ◆ Taxa volumétrica NH4-N, kg/m³.d



Estudo 3: Compact Filter, Dubai – Teste 1

Remoção de DBO e nitrificação combinada

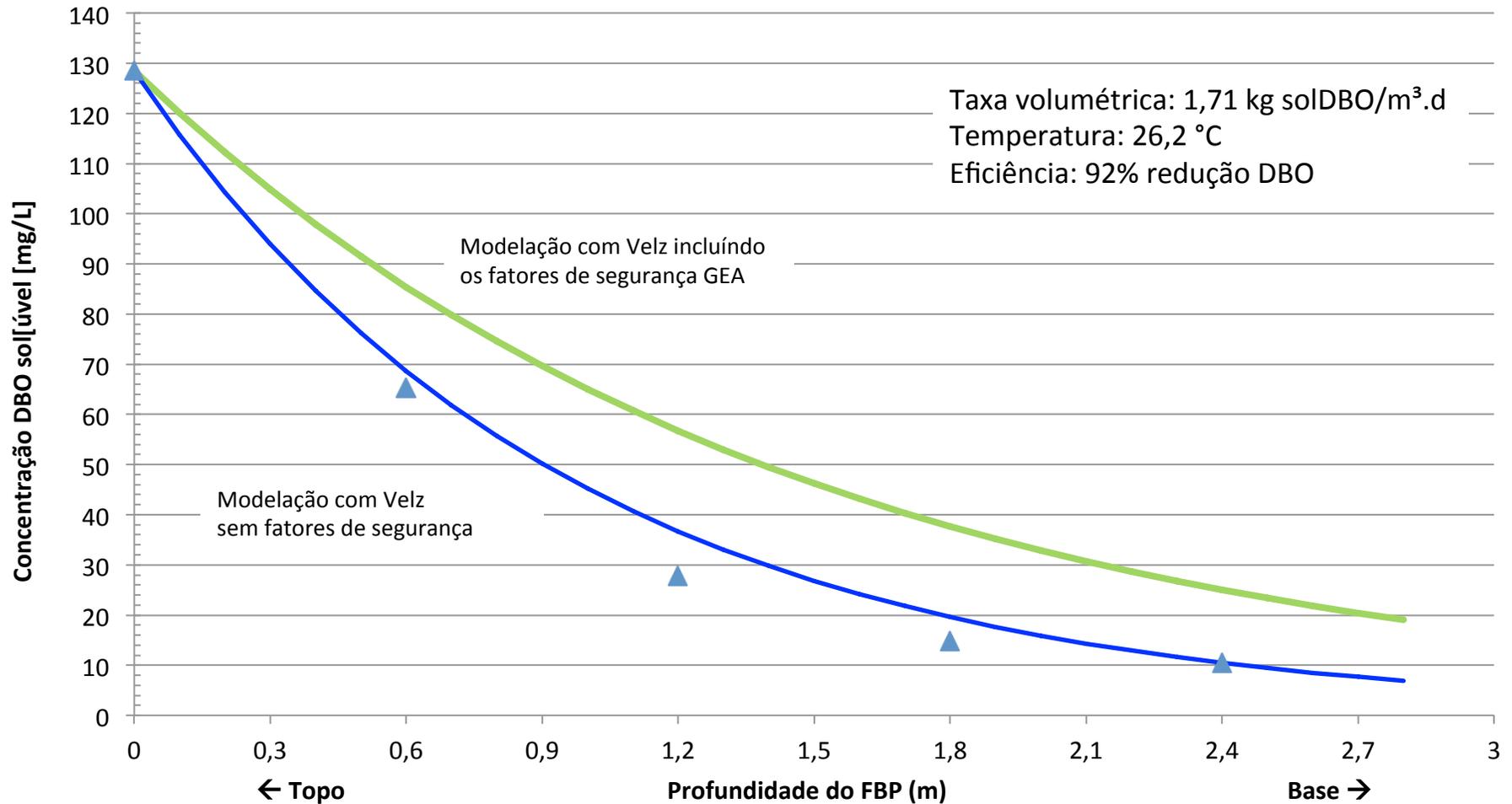
■ Média de amostragens de NH₄-N
 — NH₄-N modelado por Gujer & Boller (com k modificado)



Estudo 3: Compact Filter, Dubai – Teste 2

Remoção de DBO e nitrificação combinada

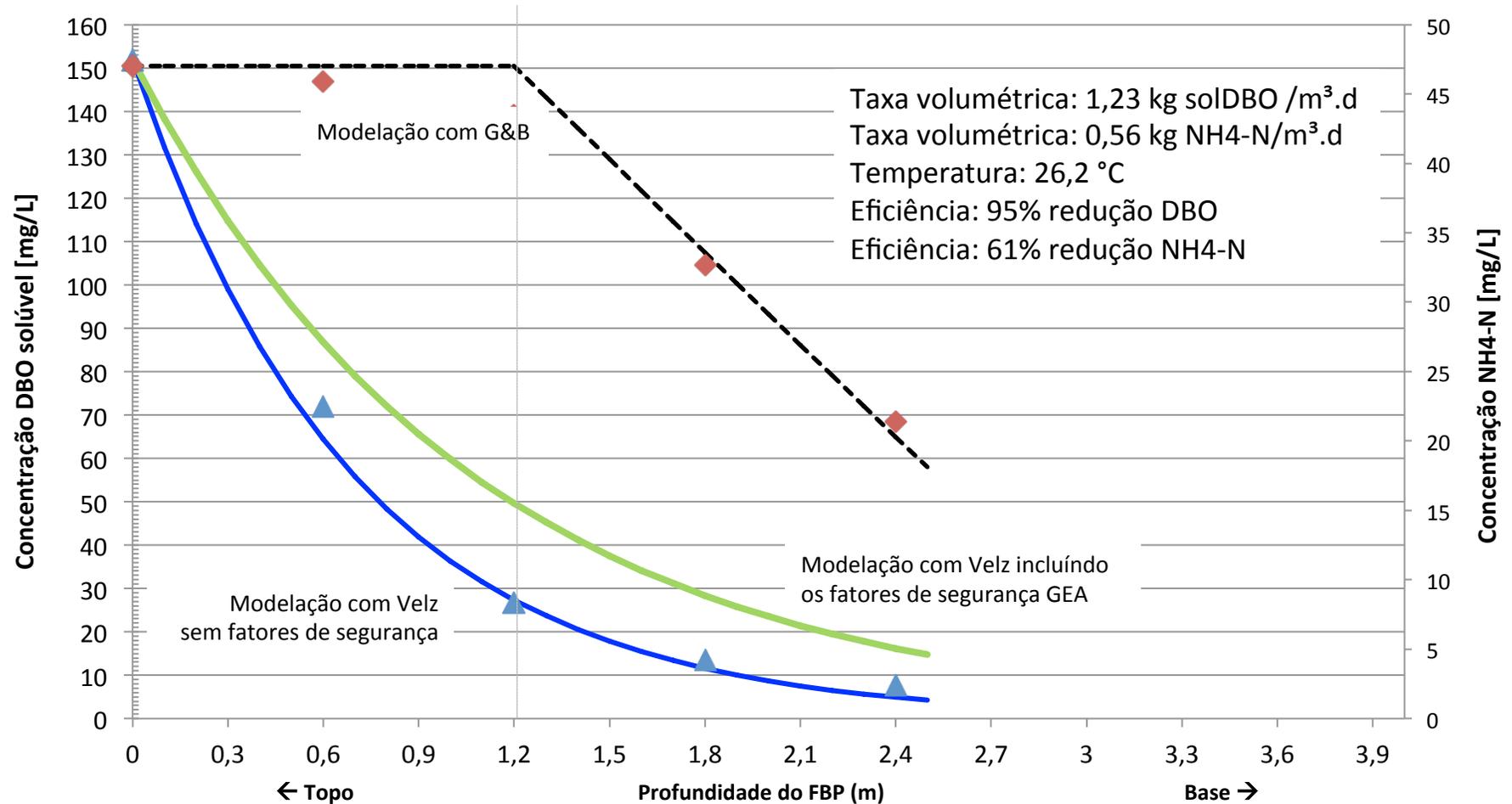
- ▲ Média de amostragens de DBO solúvel
- DBO solúvel modelado com fatores de segurança
- DBO solúvel modelado sem fatores de segurança



Estudo 3: Compact Filter, Dubai – Teste 3

Remoção de DBO e nitrificação combinada

- ▲ Média de amostragens de DBO solúvel
- DBO solúvel modelado com fatores de segurança
- DBO solúvel modelado sem fatores de segurança
- ◆ Média de amostragens de NH₄-N
- - - NH₄-N modelado por Gujer & Boller (G&B)



Estudo 4: ETE Walvis Bay, Namíbia

Remoção de DBO e nitrificação



Estudo 4: ETE Walvis Bay, Namíbia

Remoção de DBO e nitrificação

Na ETE Walvis Bay, Namíbia, eram operados 3 filtros percoladores em paralelo com recheio de brita.

Os típicos problemas operacionais, tais como alagamento, colmatação e fraca eficiência, levaram à decisão de substituir o recheio.



Estudo 4: ETE Walvis Bay, Namíbia

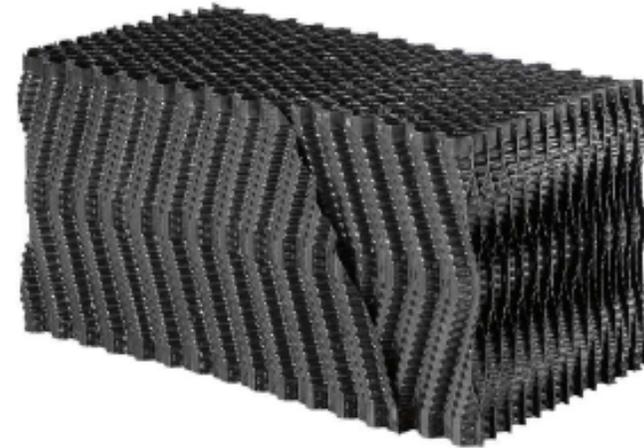
Remoção de DBO e nitrificação

Pelo dimensionamento da GEA e visando remoção de carbono e nitrificação, apenas 2 dos 3 filtros precisavam de permanecer em operação. O cliente decidiu pelo desmantelamento do terceiro filtro.

Os 2 filtros foram convertidos em filtros de alta performance e preparados para operar em série (tubulações, etc.)

Foi instalado no 1º filtro enchimento KFP627, com $125 \text{ m}^2/\text{m}^3$, e no 2º filtro enchimento KFP619 com $150 \text{ m}^2/\text{m}^3$ de área superficial específica.

Um dos filtros teve suas paredes erguidas até à altura máxima permitida pelos distribuidores rotativos para melhorar a eficiência.



Enchimento estruturado BIOdek®
modelo KFP 319/619

Estudo 4: ETE Walvis Bay, Namíbia

Remoção de DBO e nitrificação

Limpeza e reforma dos filtros percoladores



Estudo 4: ETE Walvis Bay, Namíbia

Remoção de DBO e nitrificação

*Instalação do enchimento
BIOdek nos filtros percoladores*



Estudo 4: ETE Walvis Bay, Namíbia

Remoção de DBO e nitrificação

Ambos os filtros estão em operação desde 2012 e com boa performance. O cliente está muito satisfeito.

O filtro 1 recebe um afluente de 5.500 m³/d com 950 mg/L de DQO, que é tratada até 240 mg/L. A amônia é reduzida de 51 mg/L até 4 mg/L (nitrificação > 90%).



O consumo de energia para bombear a água até aos distribuidores é de 624 kWh/d implicando 0,16 kWh/kgDQO ou 0,11 kWh/m³ de água tratada (incluindo nitrificação e excluindo os tratamentos preliminar e posterior). Comparado com Lodos Ativados, os filtros percoladores possuem vantagens significativas no que respeita aos custos de operação.



Consumo de energia elétrica de Sistemas de Filtros Percoladores em grande escala, operando em Batumi, Manágua e Walvis Bay (parte da pesquisa do Programa EXPOVAL)

EXPOVAL

	Remoção de DQO		Remoção de DQO + nitrificação		Observações:
	kWh / m ³	kWh / kgDQO	kWh / m ³	kWh / kgDQO	
ETE Batumi tskali (Geórgia)			0,057 (sem elevação: 0,114)	0,35 (sem águas pluviais: 0,175)	<ul style="list-style-type: none"> • Valores medidos para ETE completa • Fração de águas pluviais ~50% • Elevação desde pré-tratamento ~50% • Nitrificação completa • Medições ao longo de 12 meses.
ETE Manágua (Nicarágua)	0,121	0,22			<ul style="list-style-type: none"> • Valores medidos para ETE completa • Nitrificação parcial • Medições ao longo de 3 meses
ETE Walvis Bay (Namíbia)			0,11	0,16	<ul style="list-style-type: none"> • Valores medidos para tratamento secundário, excluindo pré e pós-tratamento. • Nitrificação completa • Águas com fração de origem industrial • Medições ao longo de 12 meses.

Nota: Dados complementares e outras informações estão indicados no documento anexo à :presente apresentação..



Filtro percolador convencional

Muito obrigado pela atenção!

Perguntas?



Reformado para alta performance !