

3					
2					
1	16/09/19	EMISSAO FINAL	ENM	ENM	ENM
0	11/09/19	PARA CONHECIMENTO	ENM	ENM	ENM
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	DES.	VERIF.	APROV.
REVISÕES					
01	REVISADO ITEM 02				

ÍNDICE

- 1) OBJETIVO 4
- 2) DADOS DA EMPRESA E LOCAL DA MEDIÇÃO 4
- 3) CONCEITOS 4
 - A. CARGAS NÃO LINEARES 4
 - B. CARGA 5
 - C. CARGA INSTALADA 5
 - D. CURVA DE CARGA 5
 - E. DESEQUILÍBRIO DE TENSÃO 5
 - F. DISTORÇÃO HARMÔNICA INDIVIDUAL 5
 - G. DISTORÇÃO HARMÔNICA TOTAL 5
 - H. ENERGIA ELÉTRICA ATIVA 5
 - I. ENERGIA ELÉTRICA REATIVA 5
 - J. FATOR DE POTÊNCIA 5
 - K. HARMÔNICA 6
 - L. INSTALAÇÃO ELÉTRICA 6
 - M. ORDEM HARMÔNICA 6
 - N. POTÊNCIA APARENTE 6
 - O. POTÊNCIA ATIVA 6
 - P. POTÊNCIA REATIVA 6
- 4) DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 6
- 5) EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA ANÁLISE DE ENERGIA 6
 - A. SENSORES ATUAIS ANEXADOS 7
 - B. MAPEAMENTO DE TENSÃO 7
 - C. CONFIGURAÇÕES AUXILIARES 7
- 6) INFORMAÇÕES DA MEDIÇÃO 7
 - A. ARQUIVO DE MEDIÇÃO SEM FILTROS: 7
 - 1. DATA DE INÍCIO E TÉRMINO 7
 - 2. DURAÇÃO 7
 - B. ARQUIVO DE MEDIÇÃO COM FILTRO: 8
 - 1. DATA DE INÍCIO E TÉRMINO 8
 - 2. DURAÇÃO 8
- 7) INTERVALOS ANALISADOS 8
 - A. INTERVALO SEM FILTROS 8
 - B. INTERVALO COM FILTROS 9
- 8) CURVAS 9
 - A. CURVA DE POTÊNCIA ATIVA – SEM FILTROS 9
 - B. CURVA DE POTÊNCIA ATIVA – COM FILTROS 9
 - C. CURVA DE POTÊNCIA APARENTE – SEM FILTROS 10
 - D. CURVA DE POTÊNCIA APARENTE – COM FILTROS 10

- E. CURVA DE POTÊNCIA REATIVA – SEM FILTROS 11
- F. CURVA DE POTÊNCIA REATIVA – COM FILTROS 11
- G. CURVA DE FATOR DE POTÊNCIA – SEM FILTROS 12
- H. FATOR DE POTÊNCIA – COM FILTROS 12
- I. CURVAS DE TENSÕES – SEM FILTROS 13
- J. CURVAS DE TENSÕES – COM FILTROS 13
- K. CURVAS DE CORRENTES – SEM FILTROS 14
- L. CURVAS DE CORRENTES – COM FILTROS 14
- M. CURVA DE DESEQUILÍBRIO DE FASES – SEM FILTROS 15
- N. CURVA DE DESEQUILÍBRIO DE FASE – COM FILTROS 15
- O. CURVAS DE TENSÕES THD % – SEM FILTROS 16
- P. CURVAS DE TENSÕES THD % – COM FILTROS 16
- Q. CURVAS DE CORRENTES THD % – SEM FILTROS 17
- R. CURVAS DE CORRENTES THD % – COM FILTROS 17
- 9) TABELAS 18
 - A. TABELAS RESUMO DA MEDIÇÃO – SEM FILTROS 18
 - B. TABELA RESUMO DA MEDIÇÃO – COM FILTROS 20
- 10) CONCLUSÃO 22
 - A. KWH – SEM FILTRO 23
 - B. KWH – COM FILTRO 23
 - C. KVARH – SEM FILTROS 24
 - A. KVARH – COM FILTROS 24

1) OBJETIVO

O objetivo deste relatório técnico é efetuar análise de energia com equipamento específico (analisador de energia) e evidenciar a ação de filtros passivos inteligentes de forma ativa, na atenuação das distorções harmônicas, (espúrios) e outros transientes portados na rede elétrica.

2) CONCEITOS

a. Cargas não lineares

São cargas que respondem não linearmente à aplicação de uma tensão gerando correntes de amplitude deformadas pela presença de harmônicas.

b. Carga

É a caracterização da demanda do sistema, em um determinado ponto de interesse, definida por uma ou mais das seguintes grandezas: potência ativa, demanda de energia ativa e demanda de energia reativa.

c. Carga instalada

Soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora e em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW).

d. Curva de carga

Registro horário, em um período diário, das demandas de capacidade, podendo ser, excepcionalmente para período semanal, mensal ou anual.

e. Desequilíbrio de tensão

Fenômeno caracterizado por qualquer diferença verificada nas amplitudes entre as três tensões de fase de um determinado sistema trifásico, e/ou na defasagem elétrica de 120° entre as tensões de fase do mesmo sistema, expresso em percentual como sendo a relação entre a tensão de sequência negativa e a tensão de sequência positiva.

f. Distorção harmônica individual

Grandeza que expressa o valor eficaz de uma determinada componente harmônica, verificada em um determinado sinal, em relação ao correspondente valor eficaz da componente fundamental, em percentual.

g. Distorção harmônica total

Grandeza que expressa o valor eficaz equivalente de um conjunto de componentes harmônicas individuais, verificadas em um determinado sinal, em relação ao correspondente valor eficaz da componente fundamental, em percentual.

h. Energia elétrica ativa

Energia elétrica convertida em outra forma de energia, expressa em quilowatts-hora (kWh).

i. Energia elétrica reativa

Aquela que circula continuamente entre os diversos campos elétricos e magnéticos de um sistema de corrente alternada, sem produzir trabalho, expressa em quilovolt-ampère-reativo-hora (kvarh).

j. Fator de potência

Razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativas e reativa, consumidas em um mesmo período especificado.

k. Harmônica

Componente senoidal de uma onda periódica de tensão ou corrente cuja frequência é um múltiplo inteiro da frequência fundamental.

l. Instalação elétrica

Conjunto de equipamentos necessários ao funcionamento de um sistema elétrico. Linhas, redes e subestações de distribuição, linhas de transmissão e usinas de geração são exemplos de instalações elétricas.

m. Ordem harmônica

Número representativo de uma determinada componente do espectro de frequências associado com uma onda distorcida, expresso em pu.

n. Potência aparente

Corresponde ao produto entre tensão eficaz e corrente eficaz em um dipolo elétrico. Para sistemas bifásicos ou trifásicos utiliza-se a composição entre as fases. Representa a “utilização” do sistema elétrico, equivalente à potência média que seria transmitida para tensões e correntes senoidais e em fase - carga resistiva equivalente, simplificadamente levando às mesmas perdas joule no sistema.

o. Potência ativa

Quantidade de energia elétrica solicitada por unidade de tempo, expressa em quilowatts (kW).
Potência elétrica:

É a quantidade de energia elétrica que cada equipamento elétrico pode consumir, por unidade de tempo, expressa em Watt (W) e seus múltiplos.

p. Potência reativa

Definida como a raiz quadrada da diferença dos quadrados da potência aparente e da potência ativa, expressa em volt-ampères reativos (var) e seus múltiplos.

3) DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST Módulo 1 – Introdução - Revisão 10
- Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica – Revisão 10
- Manual do Usuário 1736/1738 FLUKE

4) EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA ANÁLISE DE ENERGIA

- Tipo de instrumento: fluke 1736
- Versões do instrumento: versão do firmware: 2.0

- Versão de dsp: 2.0
- Número serial do Instrumento: 33323134
- Uuid do instrumento: 7b1ade97-92f9-45db-bec5-10f0dc51a689
- Fuso horário do instrumento: america/sao_paulo
- Calibração realizada no CTM / SP:
 - Número do certificado: 255835
 - Identificação do instrumento: 33323134
 - Data de calibração: 23/04/19

a. Sensores atuais anexados

Canal	Taxa	Modelo	Intervalo	Número Serial
1 - A	1:1	iFlex1500-12	1500A	358420121
2 - B	1:1	iFlex1500-12	1500A	358420149
3 - C	1:1	iFlex1500-12	1500A	358420123
4 - N	1:1	iFlex1500-12	1500A	358220041

b. Mapeamento de tensão

Canal	Taxa
1 - A	1:1
2 - B	1:1
3 - C	1:1

c. Configurações auxiliares

Canal	Ganho	Deslocamento	Unidade
Aux1	1	0	V
Aux2	1	0	V

5) INFORMAÇÕES DA MEDIÇÃO

a. Arquivo de medição sem filtros:

- UUID da sessão: e4fe0eae-360a-4b04-89a9-dba85965aecd

1. Data de início e término

- Início configurado: 11/09/2019 09:49:41
- Término configurado: 11/09/2019 10:49:41
- Início real: 11/09/2019 09:49:41
- Término real: 11/09/2019 10:24:36

2. Duração

- Duração configurada: 1h 0m 0s
- Duração real: 34m 55s

b. Arquivo de medição com filtro:

- Nome da sessão: LUFAMAR 2
- UUID da sessão: 619459de-7b0d-4fea-9221-7dff9aebf032

1. Data de início e término

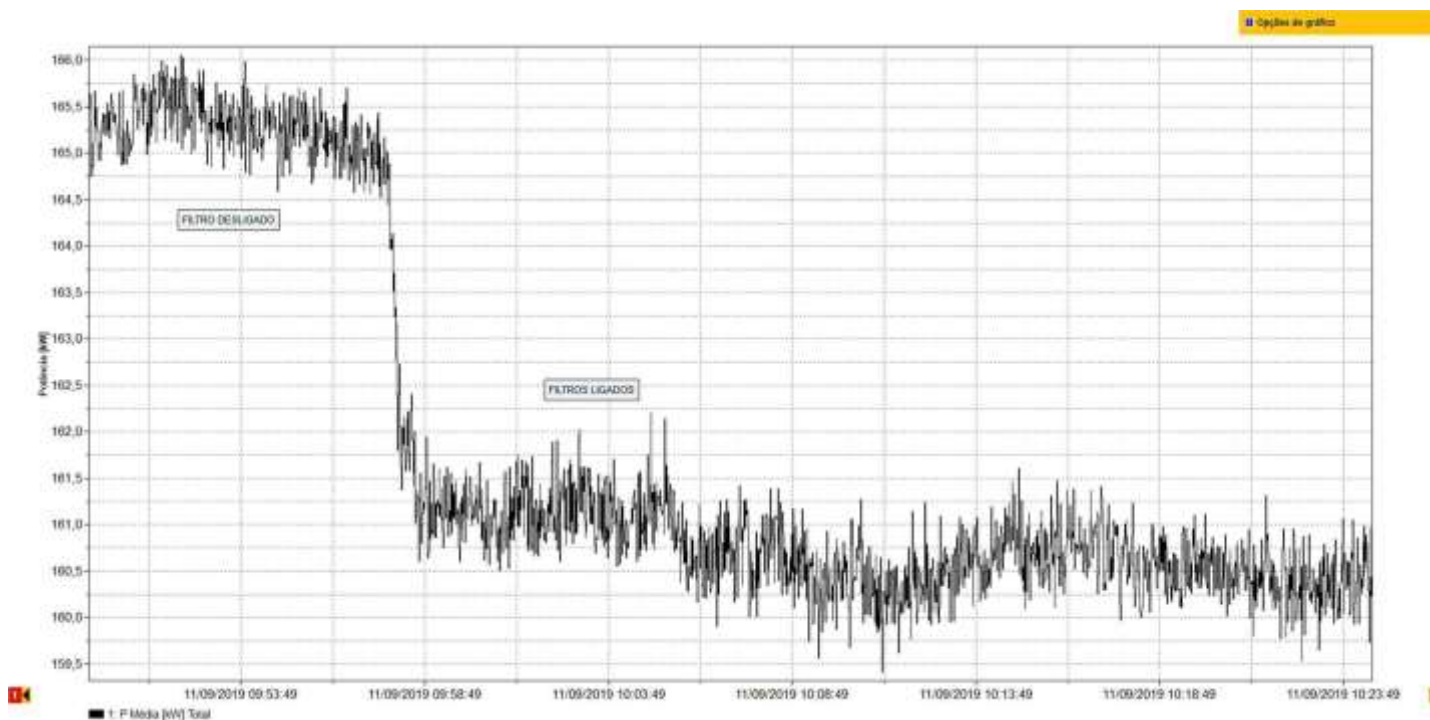
- Início configurado: 11/09/2019 09:49:41
- Término configurado: 11/09/2019 10:49:41
- Início real: 11/09/2019 09:49:41
- Término real: 11/09/2019 10:24:36

2. Duração

- Duração configurada: 1h 0m 0s
- Duração real: 34m 55s

6) INTERVALOS ANALISADOS

Os testes e medições foram realizados da seguinte forma: o analisador foi energizado as 09h49m e prosseguiu com o registro até 09h58m, horário em que foram ligados os filtros e seguiu registrando até 10h15m, após esse período seguiu os testes mais uma vez com os filtros desligados até 10h23m, horário final dos testes.



a. INTERVALO SEM FILTROS

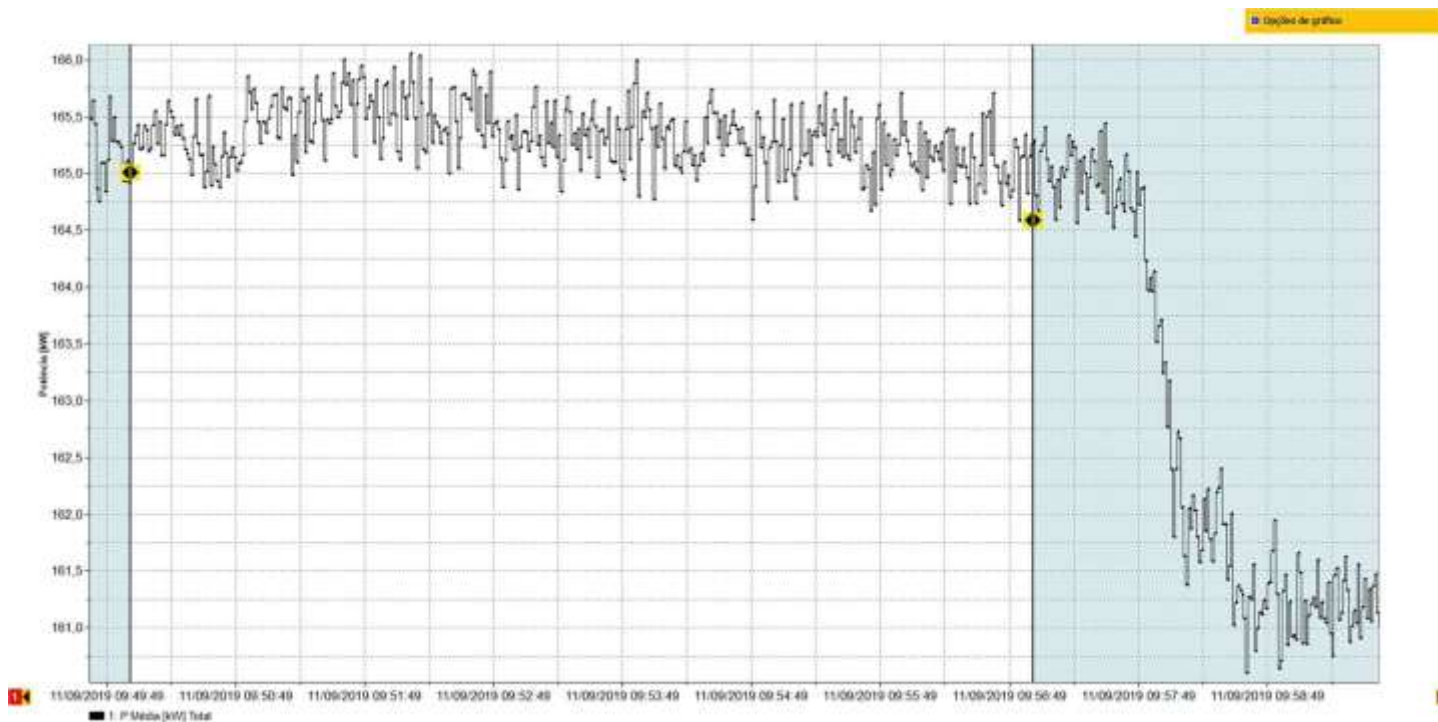
- INÍCIO 11/09/2019 – 09h50min
- FINAL 11/09/2019 – 09h57min

b. INTERVALO COM FILTROS

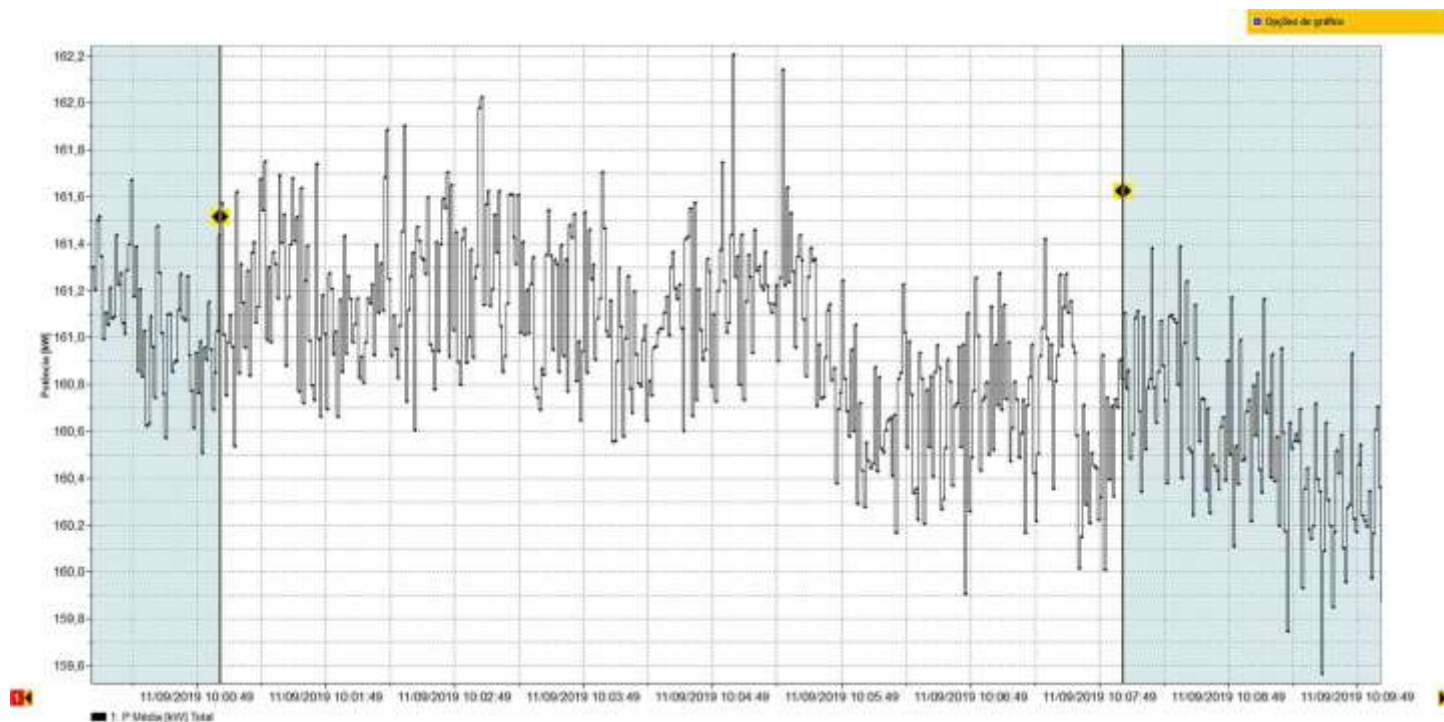
- INÍCIO 11/09/2019 – 10h01min
- FINAL 11/09/2019 – 10h08min

7) CURVAS

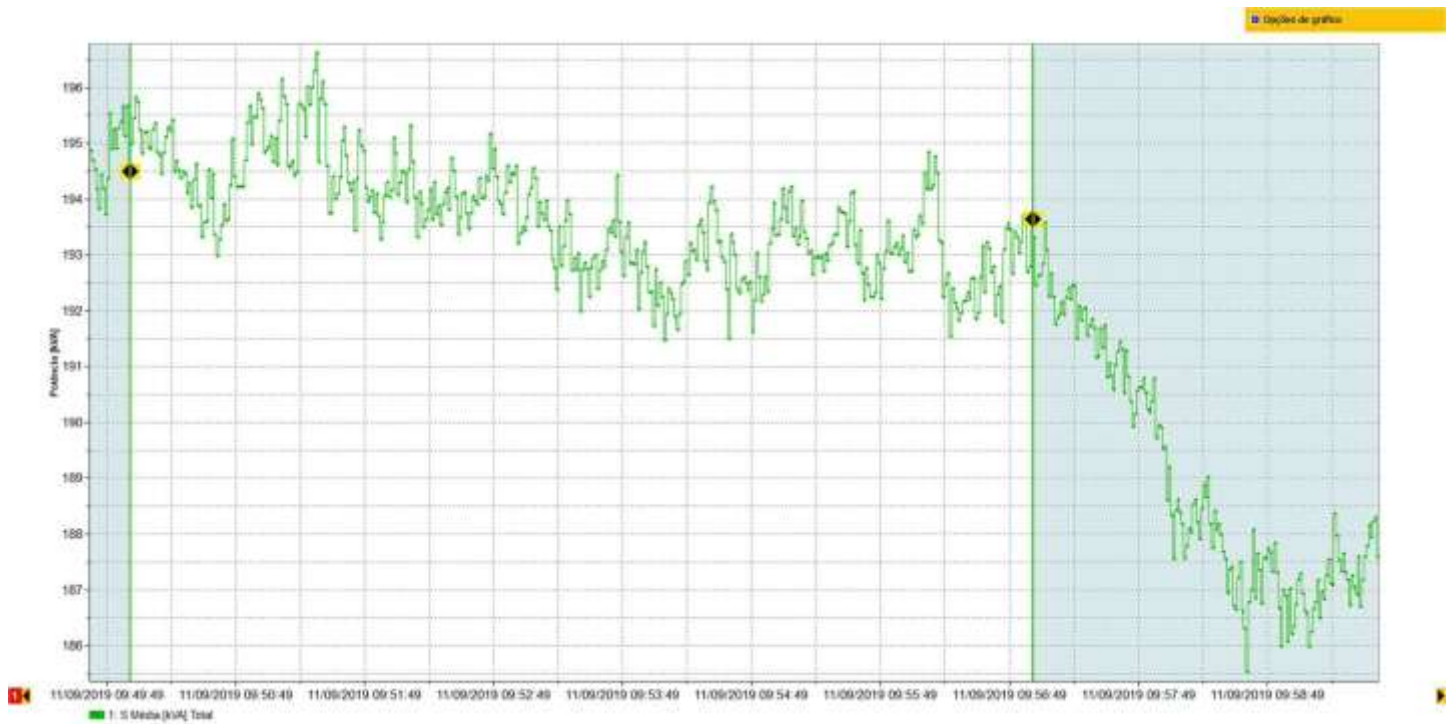
a. CURVA DE POTÊNCIA ATIVA – SEM FILTROS



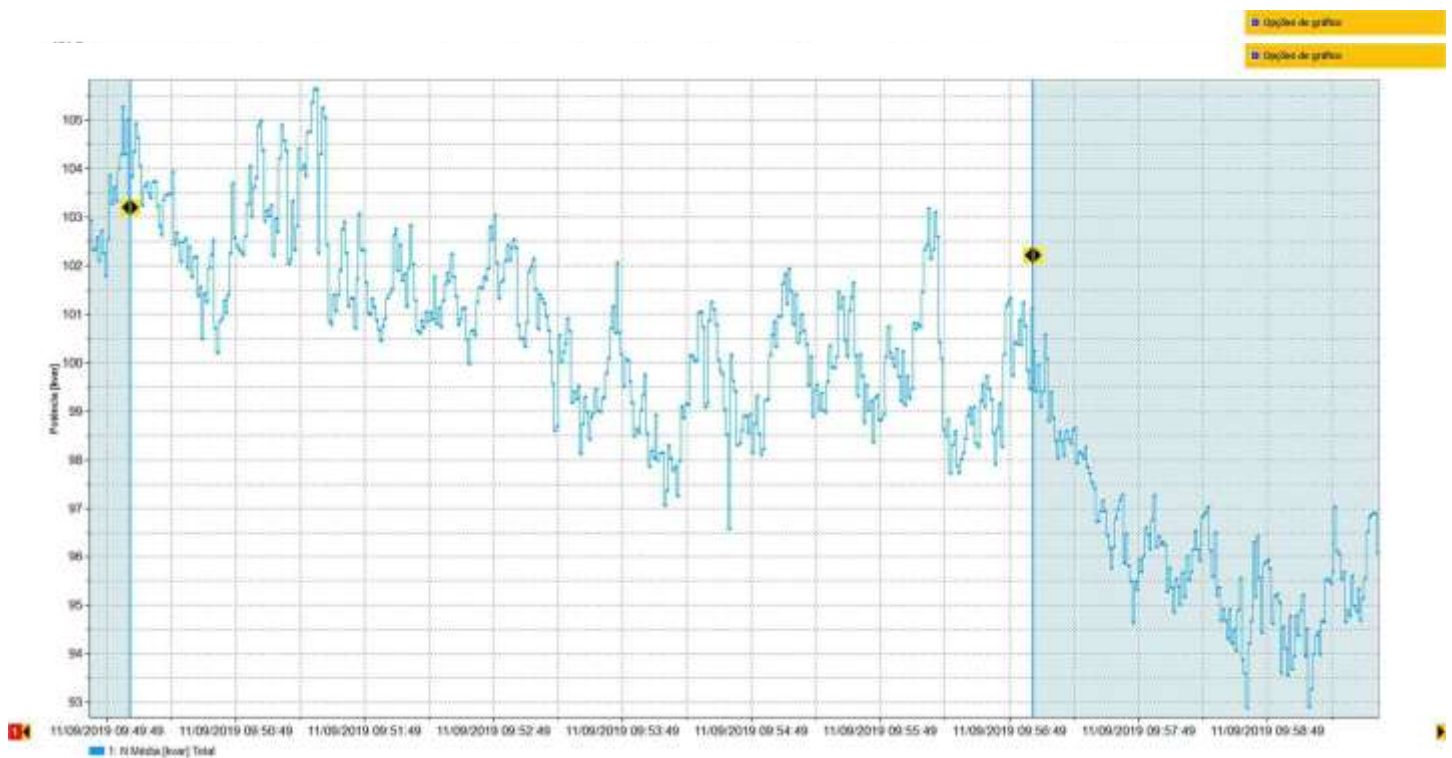
b. CURVA DE POTÊNCIA ATIVA – COM FILTROS



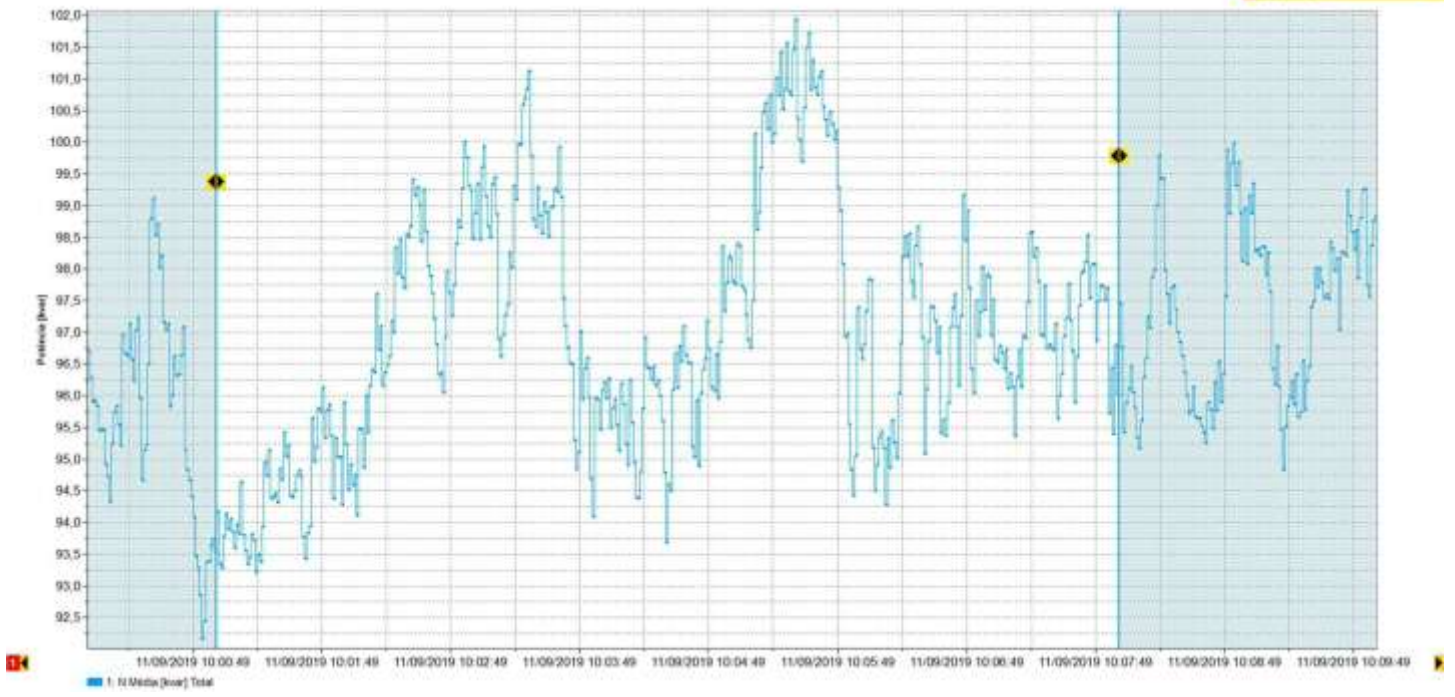
c. CURVA DE POTÊNCIA APARENTE – SEM FILTROS



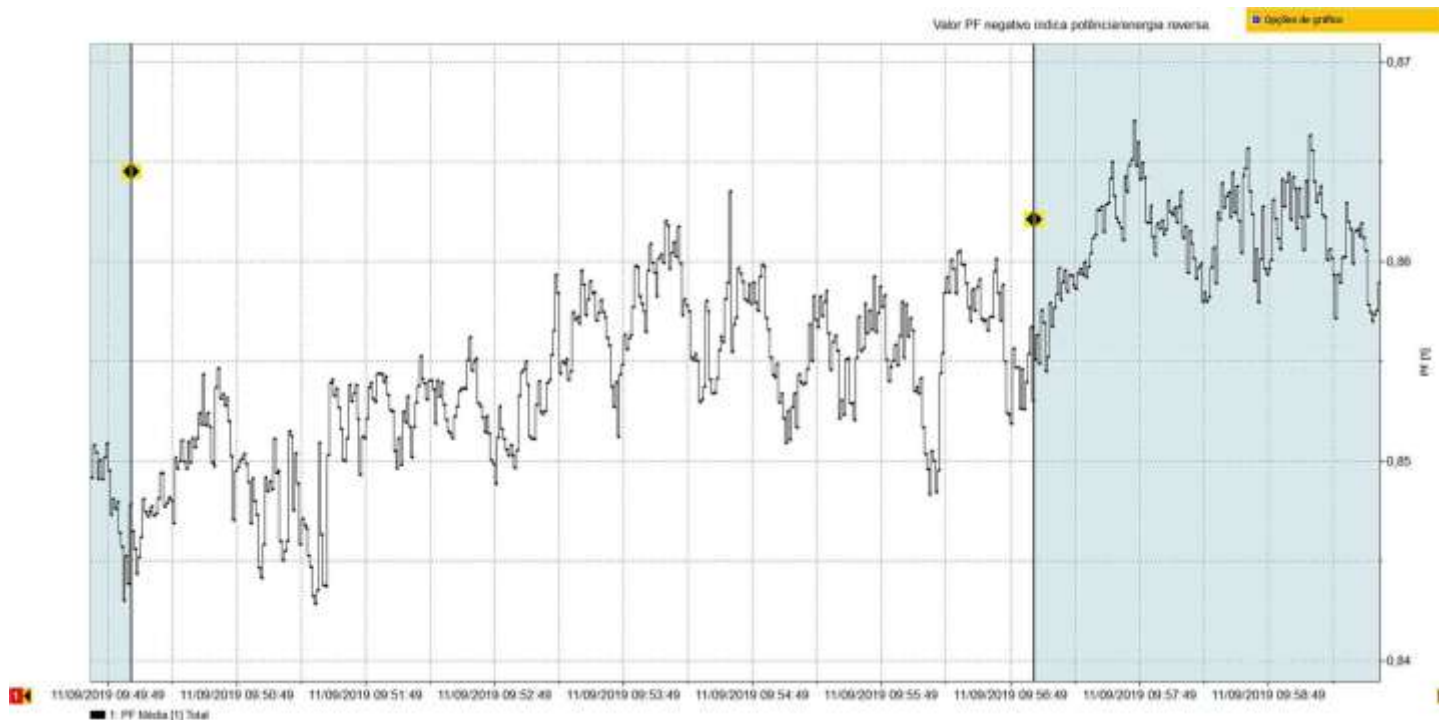
d. CURVA DE POTÊNCIA APARENTE – COM FILTROS CURVA DE POTÊNCIA REATIVA – SEM FILTROS



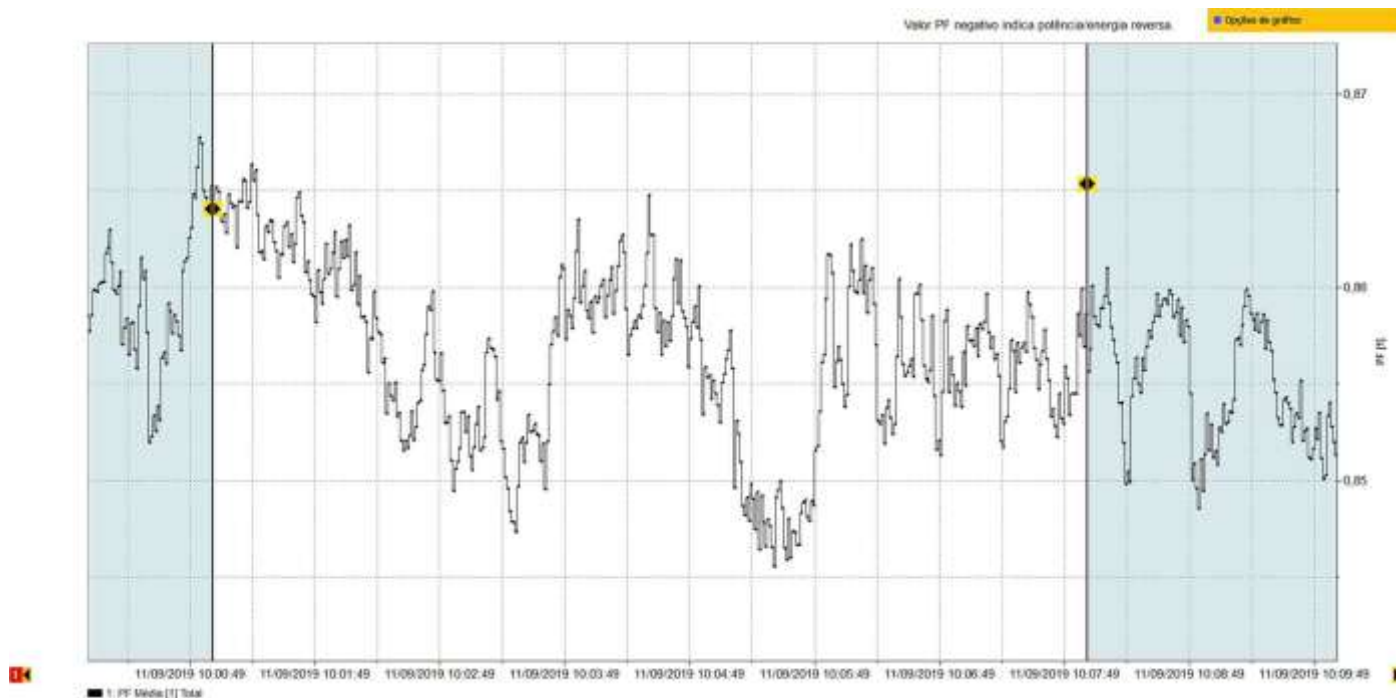
e. CURVA DE POTÊNCIA REATIVA – COM FILTROS



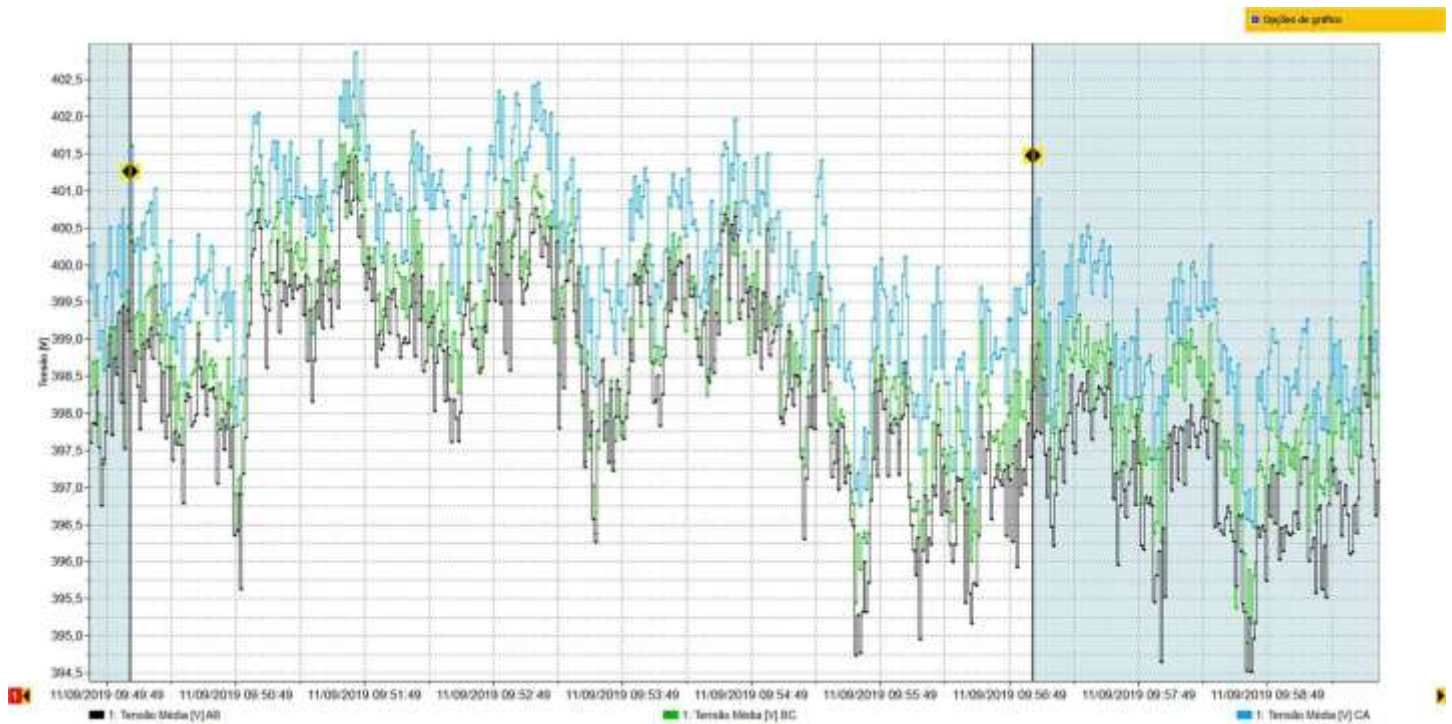
f. CURVA DE FATOR DE POTÊNCIA – SEM FILTROS



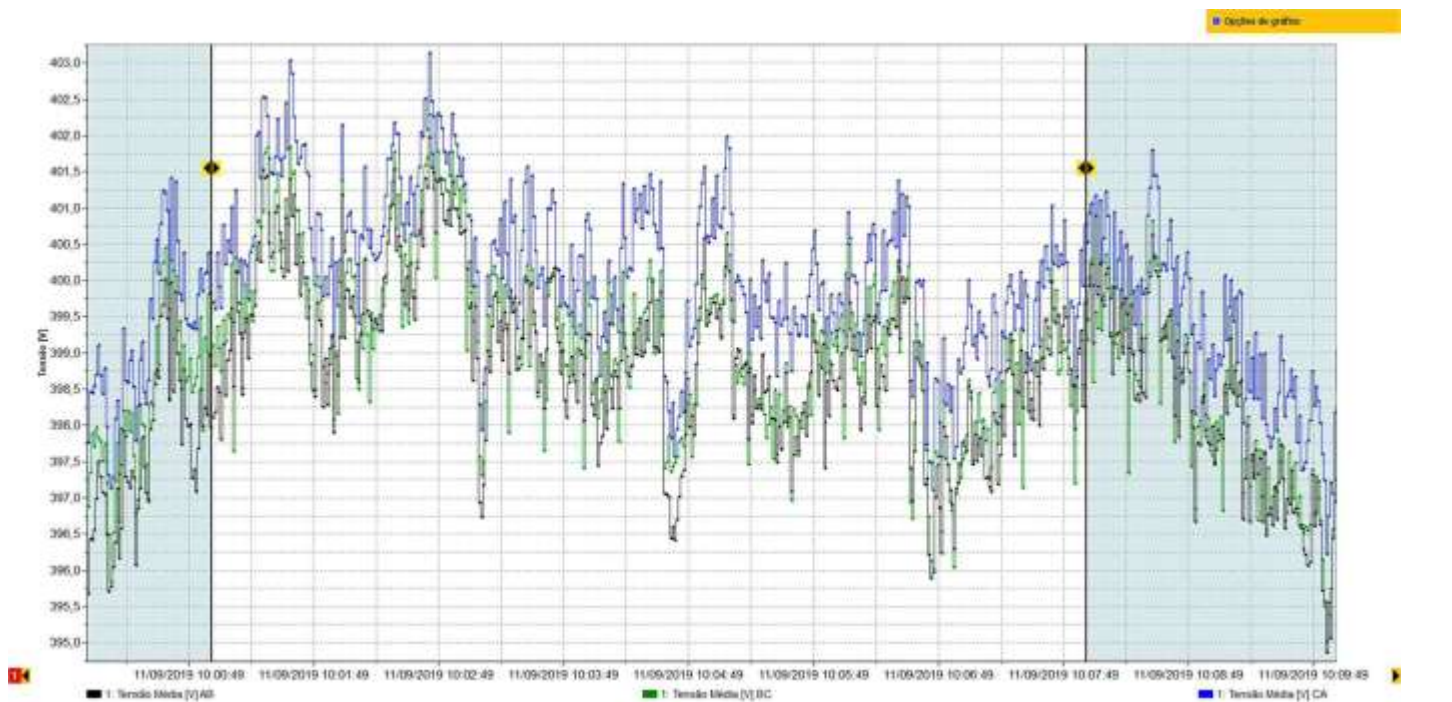
g. FATOR DE POTÊNCIA – COM FILTROS



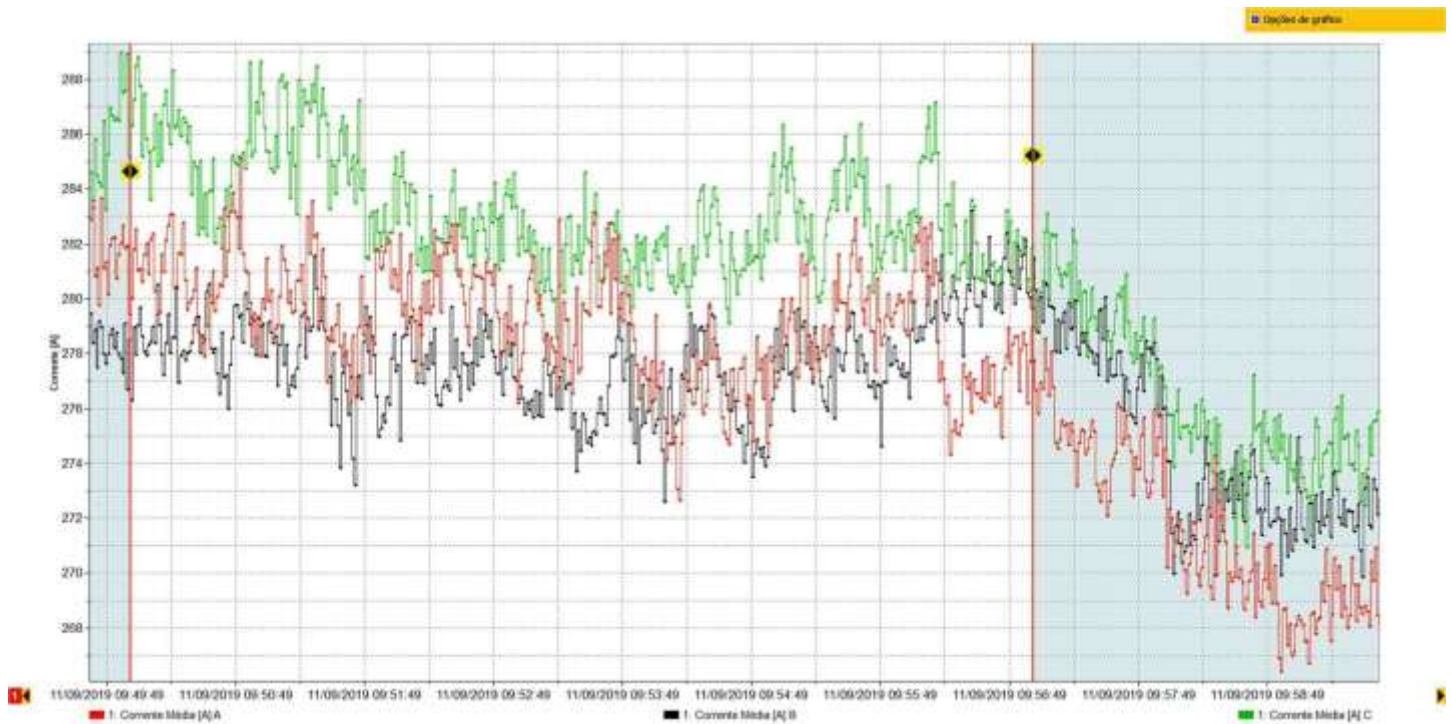
h. CURVAS DE TENSÕES – SEM FILTROS



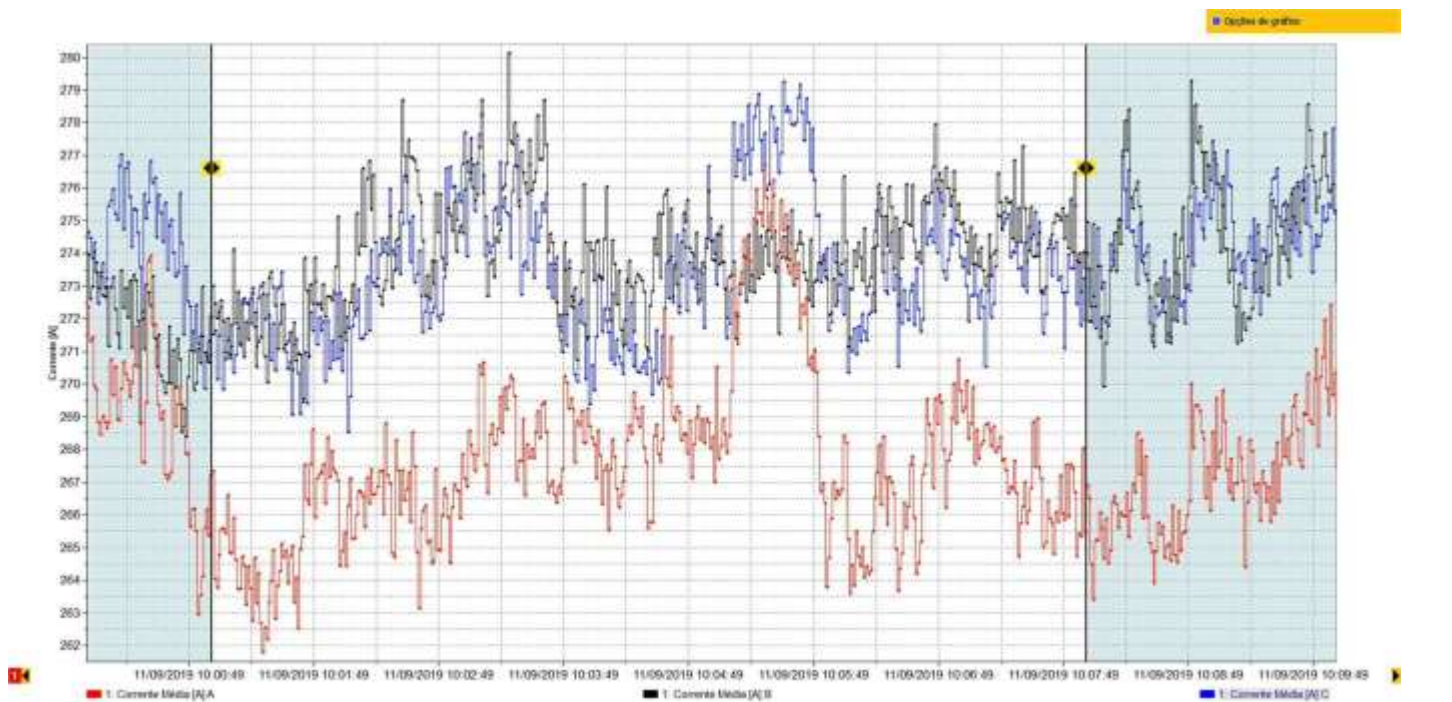
i. CURVAS DE TENSÕES – COM FILTROS



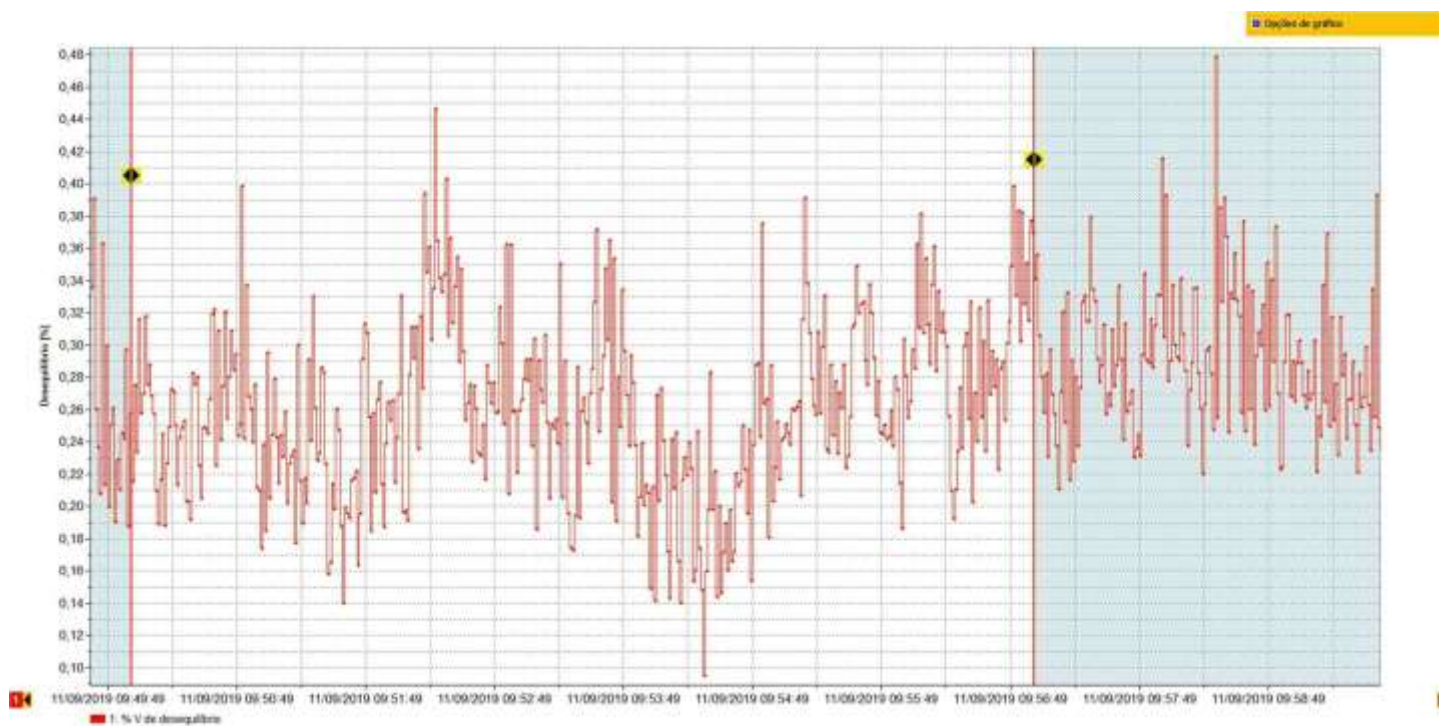
j. CURVAS DE CORRENTES – SEM FILTROS



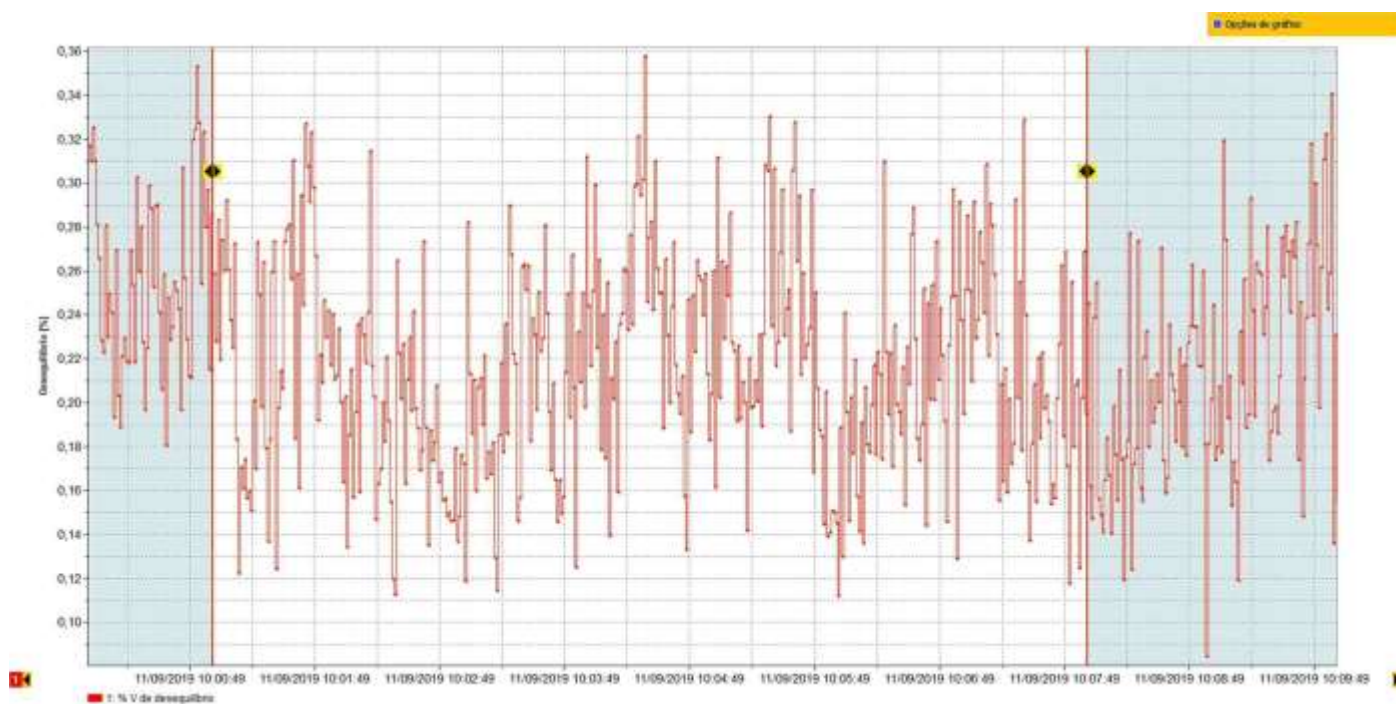
k. CURVAS DE CORRENTES – COM FILTROS



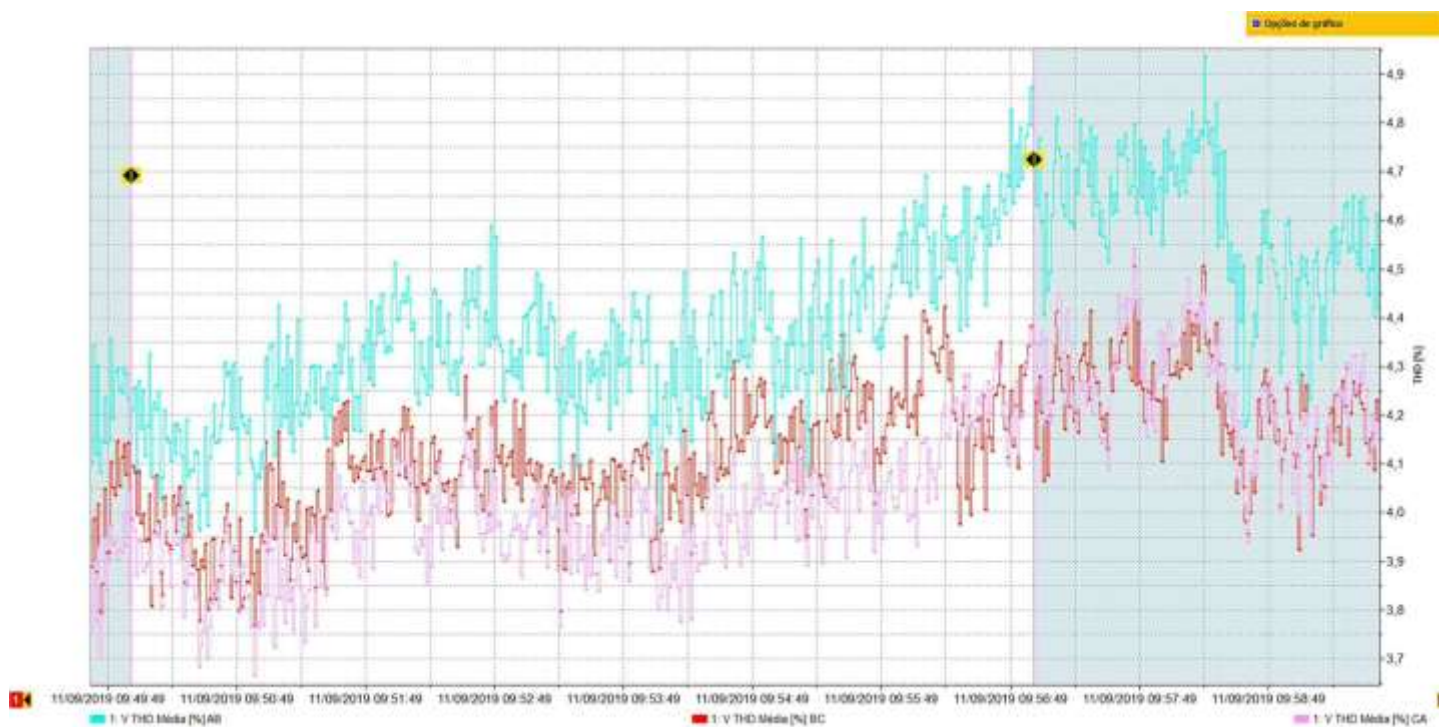
I. CURVA DE DESEQUILÍBRIO DE FASES – SEM FILTROS



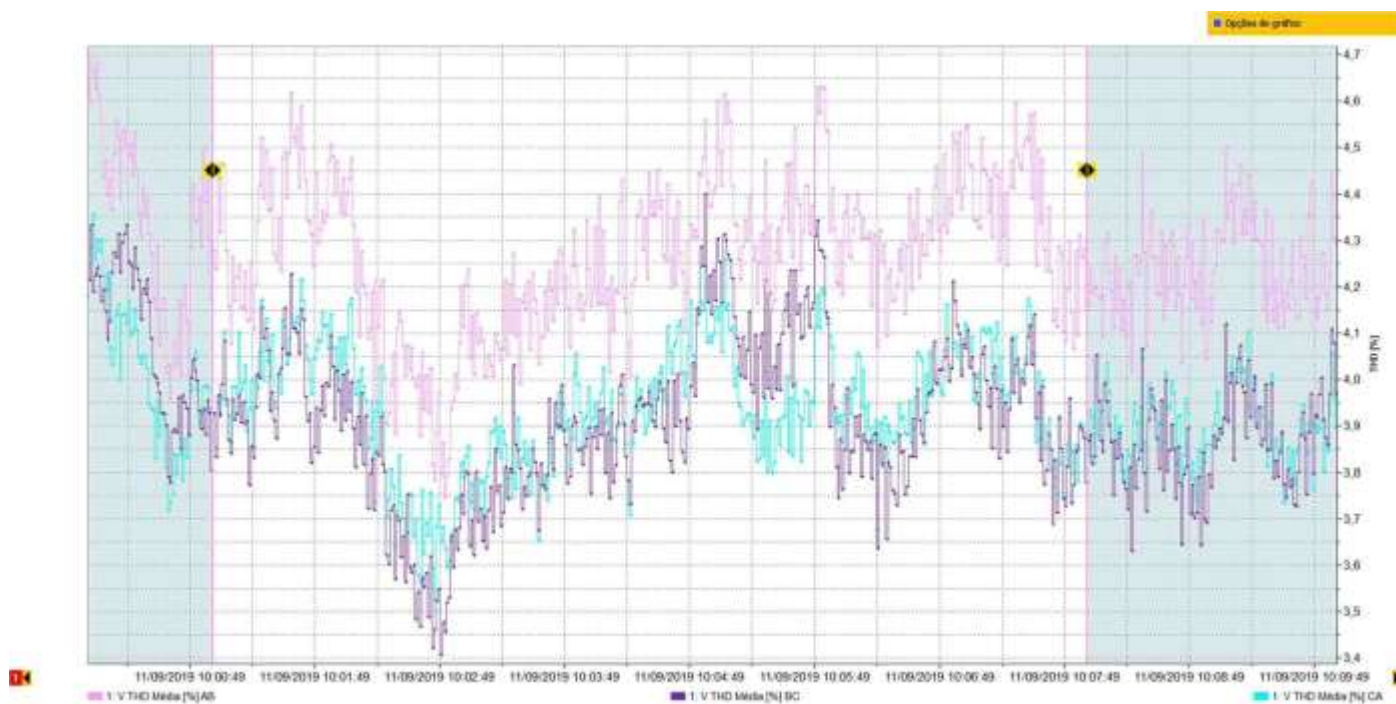
m. CURVA DE DESEQUILÍBRIO DE FASE – COM FILTROS



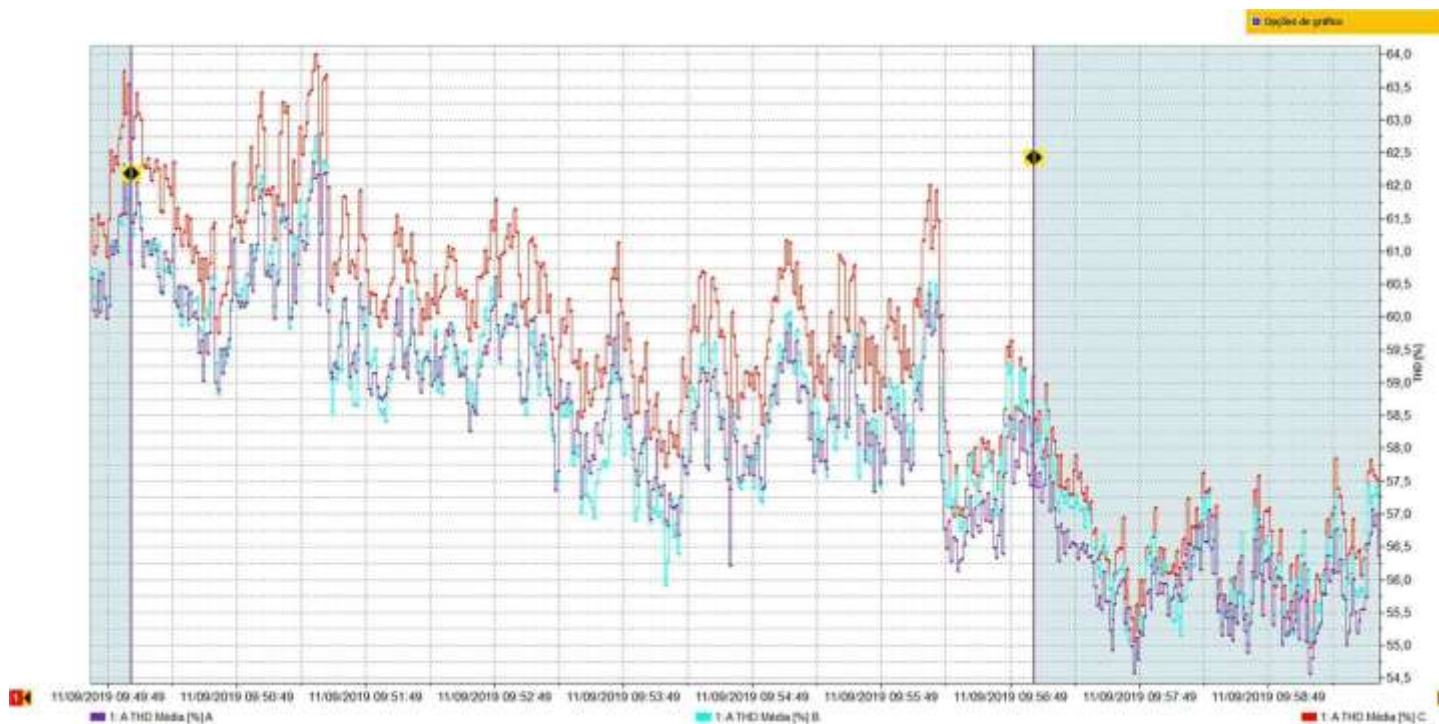
n. CURVAS DE TENSÕES THD % – SEM FILTROS



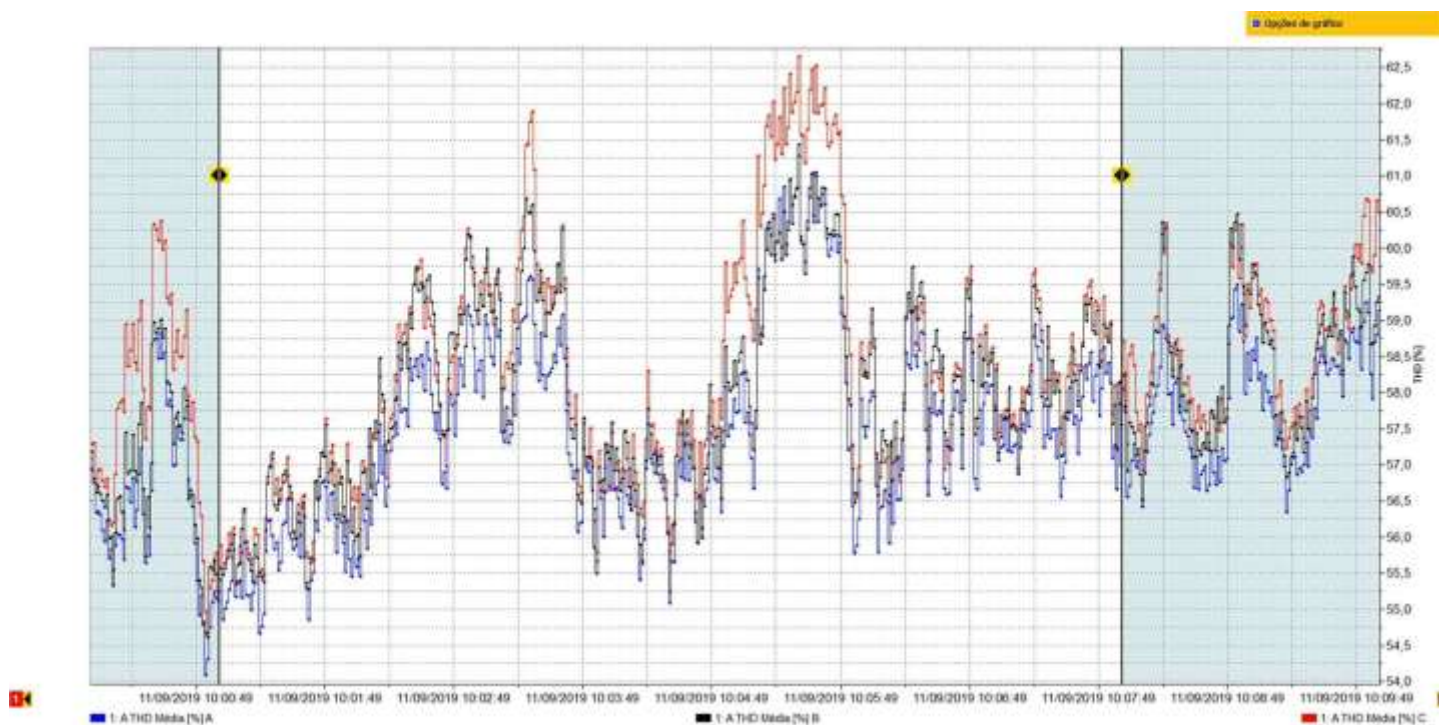
o. CURVAS DE TENSÕES THD % – COM FILTROS



p. CURVAS DE CORRENTES THD % – SEM FILTROS



q. CURVAS DE CORRENTES THD % – COM FILTROS



8) TABELAS

a. TABELAS RESUMO DA MEDIÇÃO – SEM FILTROS

CNH CONTAGEM 110919					
Potência Ativa [kW]	A	B	C	Total	Informações de Registro
Máx.	56,366 kW 11/09/2019 09:52:01	56,038 kW 11/09/2019 09:56:32	56,926 kW 11/09/2019 09:51:44	167,321 kW 11/09/2019 09:52:15	Tipo de estudo: Estudo de energia Topologia: IT em estrela trifásico Data de início: 11/09/2019 09:50:00 Data final: 11/09/2019 09:57:00 Duração: 7m 0s Intervalo médio: 1seg Número médio de intervalos: 420 (420)
Média	54,980 kW	54,675 kW	55,670 kW	165,325 kW	
Min.	53,419 kW 11/09/2019 09:56:20	53,517 kW 11/09/2019 09:51:59	54,507 kW 11/09/2019 09:50:43	163,788 kW 11/09/2019 09:52:55	
Potência Aparente [kVA]	A	B	C	Total	
Máx.	66,353 kVA 11/09/2019 09:50:19	65,428 kVA 11/09/2019 09:56:32	67,490 kVA 11/09/2019 09:51:21	197,334 kVA 11/09/2019 09:51:25	
Média	64,394 kVA	63,880 kVA	65,380 kVA	193,663 kVA	
Min.	61,979 kVA 11/09/2019 09:56:20	62,299 kVA 11/09/2019 09:53:34	63,784 kVA 11/09/2019 09:55:21	190,269 kVA 11/09/2019 09:54:39	
Potência não ativa [kvar]	A	B	C	Total	
Máx.	35,552 kvar 11/09/2019 09:50:19	34,863 kvar 11/09/2019 09:51:26	36,816 kvar 11/09/2019 09:51:25	106,988 kvar 11/09/2019 09:51:25	
Média	33,523 kvar	33,035 kvar	34,284 kvar	100,861 kvar	
Min.	31,411 kvar 11/09/2019 09:56:25	31,119 kvar 11/09/2019 09:54:09	32,125 kvar 11/09/2019 09:54:39	95,446 kvar 11/09/2019 09:54:39	
Fator de Potência [1]	A	B	C	Total	
Máx.	0,86 ind 11/09/2019 09:54:39	0,87 ind 11/09/2019 09:54:09	0,86 cap 11/09/2019 09:54:39	0,86 ind 11/09/2019 09:54:39	
Média	0,85	0,86	0,85	0,85	
Min.	0,84 ind 11/09/2019 09:51:25	0,85 cap 11/09/2019 09:51:26	0,84 cap 11/09/2019 09:51:26	0,84 cap 11/09/2019 09:51:26	

CNH CONTAGEM 110919					
Tensão [V]	AB	BC	CA	N	Informações de Registro
Máx.	402,3 V 11/09/2019 09:51:41	402,5 V 11/09/2019 09:51:42	403,7 V 11/09/2019 09:51:41		Tipo de estudo: Estudo de energia Topologia: IT em estrela trifásico Data de início: 11/09/2019 09:50:00 Data final: 11/09/2019 09:57:00 Duração: 7m 0s Intervalo médio: 1seg Número médio de intervalos: 420 (420)
Média	398,6 V	399,0 V	400,2 V		
Mín.	392,7 V 11/09/2019 09:56:34	393,7 V 11/09/2019 09:56:34	393,6 V 11/09/2019 09:56:34		
Corrente [A]	A	B	C	N	
Máx.	296,8 A 11/09/2019 09:50:19	295,3 A 11/09/2019 09:55:05	299,9 A 11/09/2019 09:56:15		
Média	279,2 A	277,8 A	283,2 A		
Mín.	262,7 A 11/09/2019 09:54:27	263,1 A 11/09/2019 09:54:45	268,1 A 11/09/2019 09:56:36		
Frequência [Hz]	AB				
Máx.	60,06 Hz 11/09/2019 09:56:06				
Média	60,00 Hz				
Mín.	59,93 Hz 11/09/2019 09:53:40				
V THD [%]	AB	BC	CA	N	
Máx.	5,1 % 11/09/2019 09:56:59	4,6 % 11/09/2019 09:56:01	4,5 % 11/09/2019 09:56:43		
Média	4,3 %	4,1 %	4,0 %		
Mín.	3,8 % 11/09/2019 09:50:58	3,6 % 11/09/2019 09:50:53	3,5 % 11/09/2019 09:50:58		
A THD [%]	A	B	C	N	
Máx.	63,2 % 11/09/2019 09:51:25	63,4 % 11/09/2019 09:51:25	64,8 % 11/09/2019 09:51:25		
Média	59,0 %	59,1 %	60,2 %		
Mín.	55,4 % 11/09/2019 09:56:43	55,6 % 11/09/2019 09:54:39	56,1 % 11/09/2019 09:56:43		
% V de desequilíbrio [%]	AB	BC	CA	Total	
Máx.				0,446 % 11/09/2019 09:52:22	
Média				0,260 %	
Mín.				0,095 % 11/09/2019 09:54:27	
% A desbalanceada [não suportado]					
Média					

b. TABELA RESUMO DA MEDIÇÃO – COM FILTROS

CNH CONTAGEM 110919					Informações de Registro
Potência Ativa [kW]	A	B	C	Total	
Máx.	54,353 kW 11/09/2019 10:05:26	55,239 kW 11/09/2019 10:02:41	55,175 kW 11/09/2019 10:03:01	163,526 kW 11/09/2019 10:04:59	Tipo de estudo: Estudo de energia
Média	52,942 kW	54,071 kW	53,998 kW	161,010 kW	Topologia: IT em estrela trifásico
Mín.	51,759 kW 11/09/2019 10:07:45	52,664 kW 11/09/2019 10:05:40	52,589 kW 11/09/2019 10:04:02	158,801 kW 11/09/2019 10:06:47	Data de início: 11/09/2019 10:01:00
Potência Aparente [kVA]	A	B	C	Total	
Máx.	64,141 kVA 11/09/2019 10:05:30	65,025 kVA 11/09/2019 10:03:26	64,911 kVA 11/09/2019 10:05:49	191,875 kVA 11/09/2019 10:05:30	Data final: 11/09/2019 10:08:00
Média	61,767 kVA	63,073 kVA	63,138 kVA	187,994 kVA	Duração: 7m 0s
Mín.	60,109 kVA 11/09/2019 10:01:22	61,646 kVA 11/09/2019 10:03:56	61,119 kVA 11/09/2019 10:04:02	184,756 kVA 11/09/2019 10:01:09	Intervalo médio: 1seg
Potência não ativa [kvar]	A	B	C	Total	
Máx.	34,204 kvar 11/09/2019 10:05:30	34,474 kvar 11/09/2019 10:03:26	34,865 kvar 11/09/2019 10:03:27	102,445 kvar 11/09/2019 10:05:30	Número médio de intervalos: 420 (420)
Média	31,817 kvar	32,474 kvar	32,720 kvar	97,043 kvar	
Mín.	29,962 kvar 11/09/2019 10:01:19	30,693 kvar 11/09/2019 10:03:56	30,677 kvar 11/09/2019 10:03:56	92,523 kvar 11/09/2019 10:01:14	
Fator de Potência [1]	A	B	C	Total	
Máx.	0,87 ind 11/09/2019 10:01:19	0,87 cap 11/09/2019 10:01:16	0,87 cap 11/09/2019 10:01:19	0,87 ind 11/09/2019 10:01:19	
Média	0,86	0,86	0,86	0,86	
Mín.	0,85 ind 11/09/2019 10:05:36	0,85 ind 11/09/2019 10:05:30	0,84 cap 11/09/2019 10:05:30	0,85 cap 11/09/2019 10:05:30	

CNH CONTAGEM 110919					Informações de Registro
■ Tensão [V]	AB	BC	CA	N	
Máx.	403,0 V 11/09/2019 10:02:45	403,0 V 11/09/2019 10:02:45	404,0 V 11/09/2019 10:02:45		Tipo de estudo: Estudo de energia
Média	399,0 V	399,2 V	400,2 V		Topologia: IT em estrela trifásico
Min.	394,0 V 11/09/2019 10:06:46	393,9 V 11/09/2019 10:06:57	395,6 V 11/09/2019 10:06:50		Data de início: 11/09/2019 10:01:00
■ Corrente [A]	A	B	C	N	Data final: 11/09/2019 10:08:00
Máx.	288,9 A 11/09/2019 10:05:23	290,6 A 11/09/2019 10:07:48	291,7 A 11/09/2019 10:05:43		Duração: 7m 0s
Média	267,6 A	274,0 A	273,5 A		Intervalo médio: 1seg
Min.	249,8 A 11/09/2019 10:01:42	255,9 A 11/09/2019 10:01:42	255,7 A 11/09/2019 10:01:39		Número médio de intervalos: 420 (420)
■ Frequência [Hz]	AB				
Máx.	60,03 Hz 11/09/2019 10:06:05				
Média	59,99 Hz				
Min.	59,95 Hz 11/09/2019 10:05:38				
■ V THD [%]	AB	BC	CA	N	
Máx.	4,8 % 11/09/2019 10:01:35	4,5 % 11/09/2019 10:04:57	4,3 % 11/09/2019 10:05:06		
Média	4,3 %	3,9 %	3,9 %		
Min.	3,6 % 11/09/2019 10:02:52	3,3 % 11/09/2019 10:02:46	3,4 % 11/09/2019 10:02:47		
■ A THD [%]	A	B	C	N	
Máx.	61,7 % 11/09/2019 10:05:30	61,8 % 11/09/2019 10:05:30	63,1 % 11/09/2019 10:05:30		
Média	57,5 %	58,0 %	58,3 %		
Min.	54,4 % 11/09/2019 10:01:19	54,8 % 11/09/2019 10:04:30	54,6 % 11/09/2019 10:03:56		
■ % V de desequilíbrio [%]	AB	BC	CA	Total	
Máx.				0,358 % 11/09/2019 10:04:28	
Média				0,216 %	
Min.				0,112 % 11/09/2019 10:06:01	
■ % A desbalanceada [não suportado]					
Média					

9) CONCLUSÃO

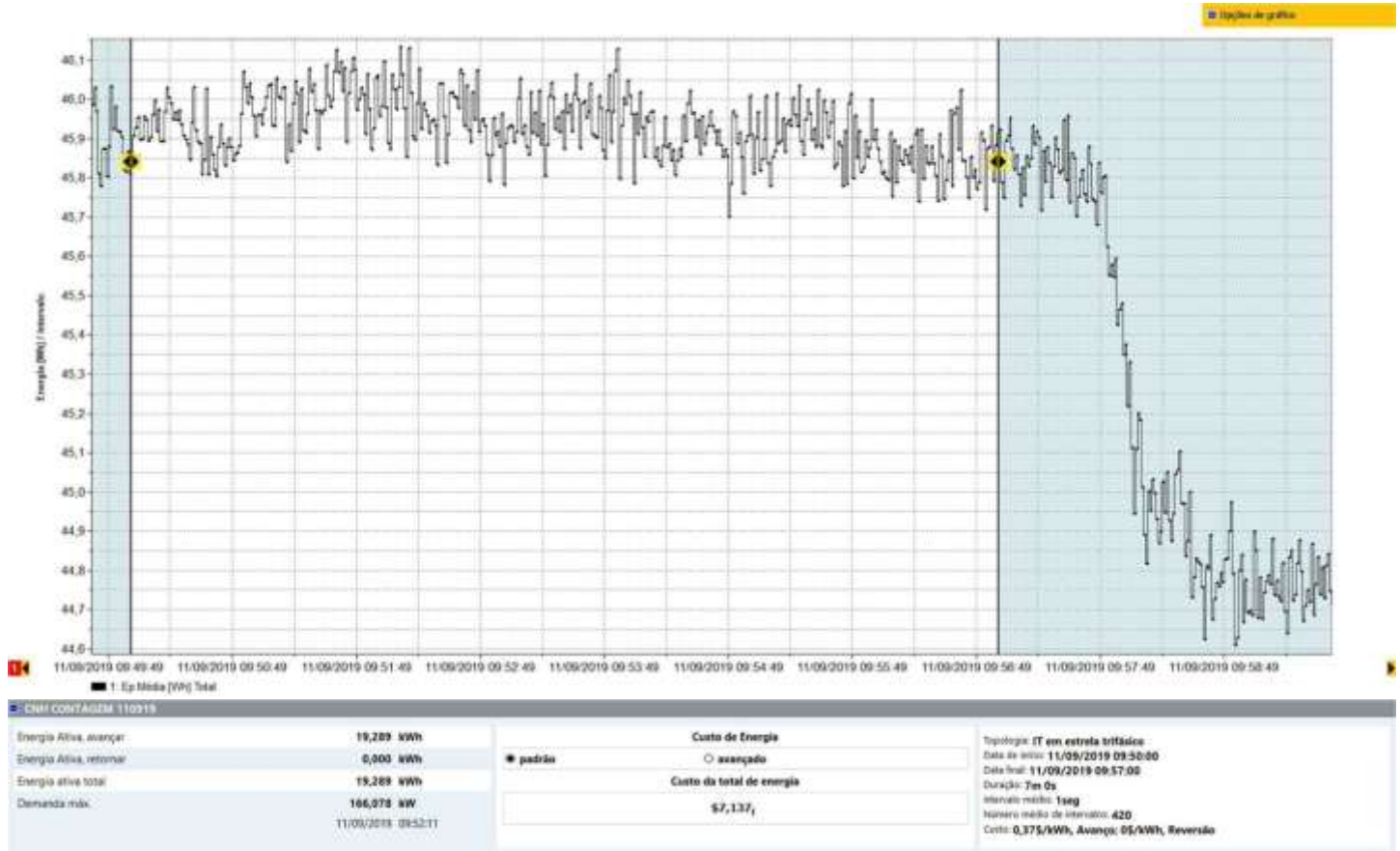
A instalação dos filtros capacitivos inteligentes da LUMILIGHT do Brasil proporcionou melhorias do sistema elétrico analisado com:

- A eliminação de desperdício no consumo ativo em kWh na ordem de 2,6%,
- Melhorou a qualidade da energia, suprimindo as harmônicas prejudiciais que danificam equipamentos sensíveis,
- Diminuiu substancialmente o desequilíbrio das fases, e
- Melhorou o fator de potência.

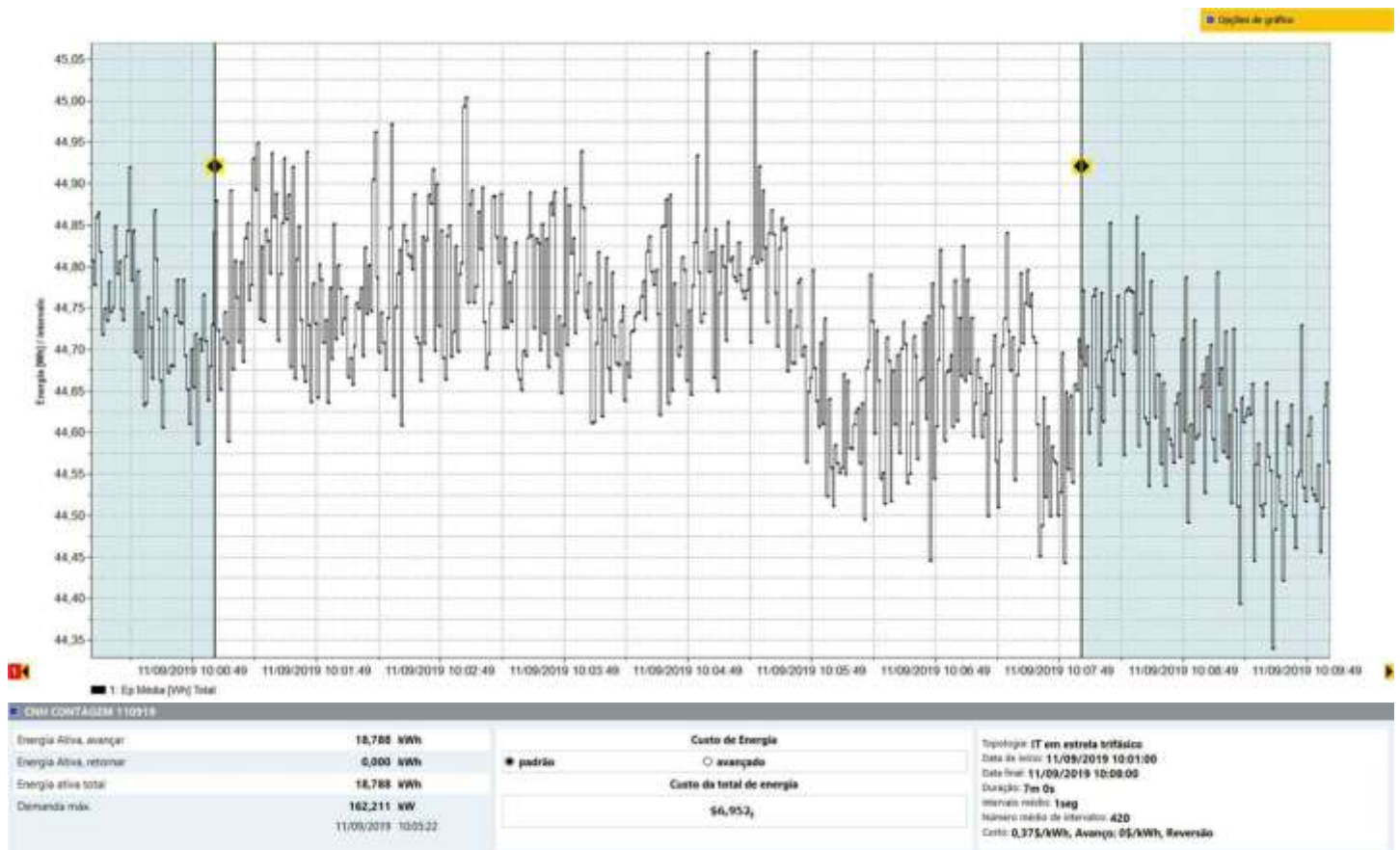
	S/ Filtro	C/ Filtro	Redução	% Redução
Potência Ativa total (kW)	165,33	161,01	4,315	2,61%
Potência Aparente Total (kVA)	193,66	187,99	5,669	2,93%
Potência Reativa Total (Mvar)	100,86	97,043	3,818	3,79%
Fator de Potência	0,85	0,86	-0,01	-1,18%
V THD (%) FASE A ¹	4,3	4,3	0	0,00%
V THD (%) FASE B ¹	4,1	3,9	0,2	4,88%
V THD (%) FASE C ¹	4,0	3,9	0,1	2,50%
A THD (%) FASE A ¹	59,0	57,5	1,5	2,54%
A THD (%) FASE B ¹	59,1	58,0	1,1	1,86%
A THD (%) FASE C ¹	60,2	58,3	1,9	3,16%
%V de desequilíbrio	0,26	0,216	0,044	16,92%
Energia ativa total (kWh)	19,289	18,788		

¹ - Esses harmônicos têm seus limites definidos na portaria nº 389 do INMETRO (2014), porém não são objetos de estudo desse relatório.

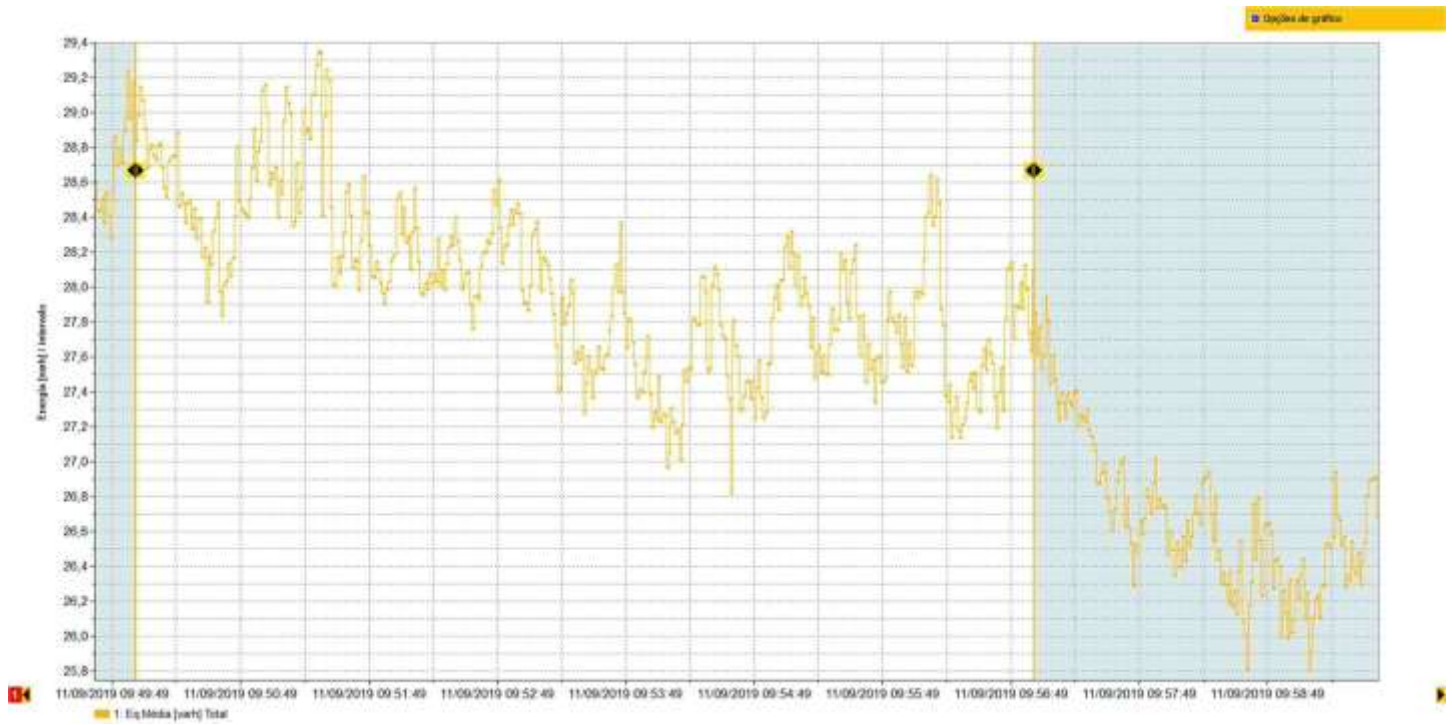
a. kWh – SEM FILTRO



b. kWh – COM FILTRO



c. kVARh – SEM FILTROS



a. kVARh – COM FILTROS

