

Relatório Técnico Análise da Qualidade de Energia Elétrica

TCEES-RT-ANE-002

Elaborado por:

SIMELETRIC ENGENHARIA

CNPJ: 21.844.035/0001-87

End. Rua Vice-Presidente Francisco Silviano Alves Brandão (sala 2) – Pq. São Vicente – Mauá/SP.

Cliente:




**TRIBUNAL DE CONTAS
DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Janeiro/2019


*Soluções em
Energia Elétrica*

comercial@simeletric.com.br
www.simeletric.com.br

		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

Sumário

1. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA	3
2. EQUIPE TÉCNICA.....	4
3. OBJETIVO	5
4. INTRODUÇÃO.....	5
5. EMBASAMENTO TEÓRICO E NORMATIVO	7
5.1. TENSÃO EM REGIME PERMANENTE	7
5.2. DESEQUILÍBRIOS DE TENSÃO	7
5.3. DESEQUILÍBRIOS DE CORRENTE	8
5.4. HARMÔNICOS	8
5.5. VARIAÇÃO DE FREQUÊNCIA	9
6. DADOS GERAIS DO SISTEMA DE POTÊNCIA	10
7. ANÁLISE DA DEMANDA CONTRATADA E FATOR DE CARGA NAS FATURAS DE ENERGIA	10
8. MEDIÇÕES	11
8.1. Transformador 300 kVA (BGL).....	11
8.1.1. TENSÃO FN (V)	11
8.1.2. CORRENTE NOMINAL (A)	12
8.1.3. CORRENTE DE PICO (A_{pk}).....	13
8.1.4. FREQUÊNCIA (Hz).....	14
8.1.5. POTÊNCIA ATIVA (W)	15
8.1.6. POTÊNCIA APARENTE (VA)	16
8.1.7. FATOR DE POTÊNCIA (FP).....	17
8.2. Transformador 500 kVA (BGA)	18
8.2.1. TENSÃO FN (V)	18
8.2.2. CORRENTE NOMINAL (A)	19
8.2.3. CORRENTE DE PICO (A_{pk}).....	20
8.2.4. FREQUÊNCIA (Hz).....	21
8.2.5. POTÊNCIA ATIVA (W)	22
8.2.6. POTÊNCIA APARENTE (VA)	23
8.2.7. FATOR DE POTÊNCIA (FP).....	24
9. CONCLUSÃO	25
10. ANEXOS.....	25


 TCE ES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

1. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL CADASTRO NACIONAL DA PESSOA JURÍDICA

NUMERO DE INSCRIÇÃO 28.483.014/0001-22 MATRIZ	COMPROVANTE DE INSCRIÇÃO E DE SITUAÇÃO CADASTRAL	DATA DE ABERTURA 28/09/1984
NOME EMPRESARIAL TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPIRITO SANTO		
TITULO DO ESTABELECIMENTO (NOME DE FANTASIA) TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO	PORTE DEMAIS	
CÓDIGO E DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE ECONÔMICA PRINCIPAL 84.11-6-00 - Administração pública em geral		
CÓDIGO E DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES ECONÔMICAS SECUNDARIAS Não informada		
CÓDIGO E DESCRIÇÃO DA NATUREZA JURÍDICA 105-8 - Órgão Público do Poder Legislativo Estadual ou do Distrito Federal		
LOGRADOURO R JOSE ALEXANDRE BUAIZ 157	NUMERO S/N	COMPLEMENTO
CEP 29.050-913	BAIRRO/DISTRITO ENSEADA DO SUA	MUNICIPIO VITORIA
		UF ES
ENDEREÇO ELETRÔNICO JOSECLAUDIO@TCE.ES.GOV.BR		TELEFONE (27) 3334-7604 / (27) 3334-7602
ENTE FEDERATIVO RESPONSÁVEL (EFR) ES		
SITUAÇÃO CADASTRAL ATIVA	DATA DA SITUAÇÃO CADASTRAL 28/07/1998	
MOTIVO DE SITUAÇÃO CADASTRAL		
SITUAÇÃO ESPECIAL *****		DATA DA SITUAÇÃO ESPECIAL *****


 TCE ES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

2. EQUIPE TÉCNICA

Engenheiro Responsável
Robson Farage Engenheiro Eletricista CREA – 2610376960 (RNP)

Empresa	Preposto da Empresa
TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO CNPJ: 28.483.014/0001-22	Larissa Nascimento Gabriel Scardini Engenheira Eletricista NOM - Núcleo de Obras e Manutenção

Dados
TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO END: Rua José Alexandre Buaiz, 157 – Enseada do Sua, Vitória/ES. CEP: 29050-913 - TEL: (27) 3334-7741

		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

3. OBJETIVO

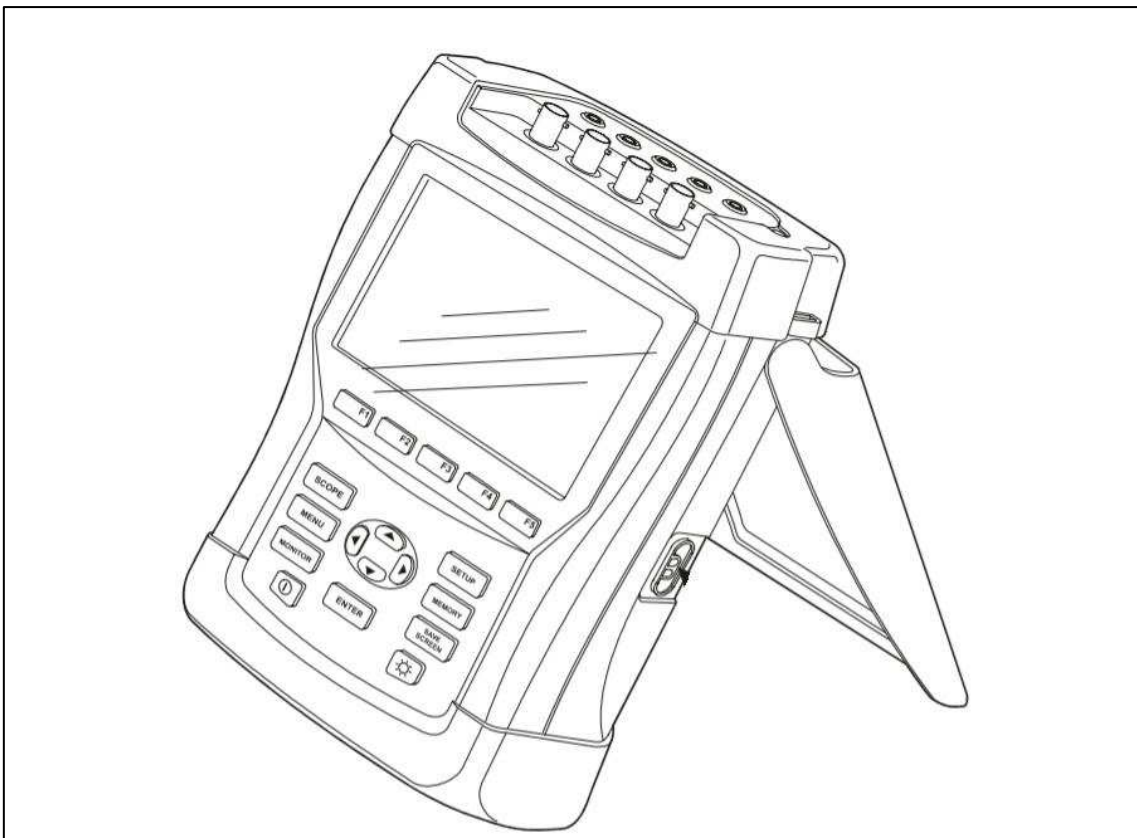
Este relatório tem como objetivo apresentar as medições das tensões, correntes, potências ativa e aparente, fator de potência e demais grandezas elétricas (tensão de regime permanente, flutuação de tensão, distorção harmônica, variações de tensão com curta duração) do TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.


Através do presente laudo, vamos averiguar as causas dos desligamentos não programados assim como definir métricas e direções para resolução do problema.

As medições foram registradas no dia 21/01/2019 nos quadros de baixa tensão BGA e BGL.

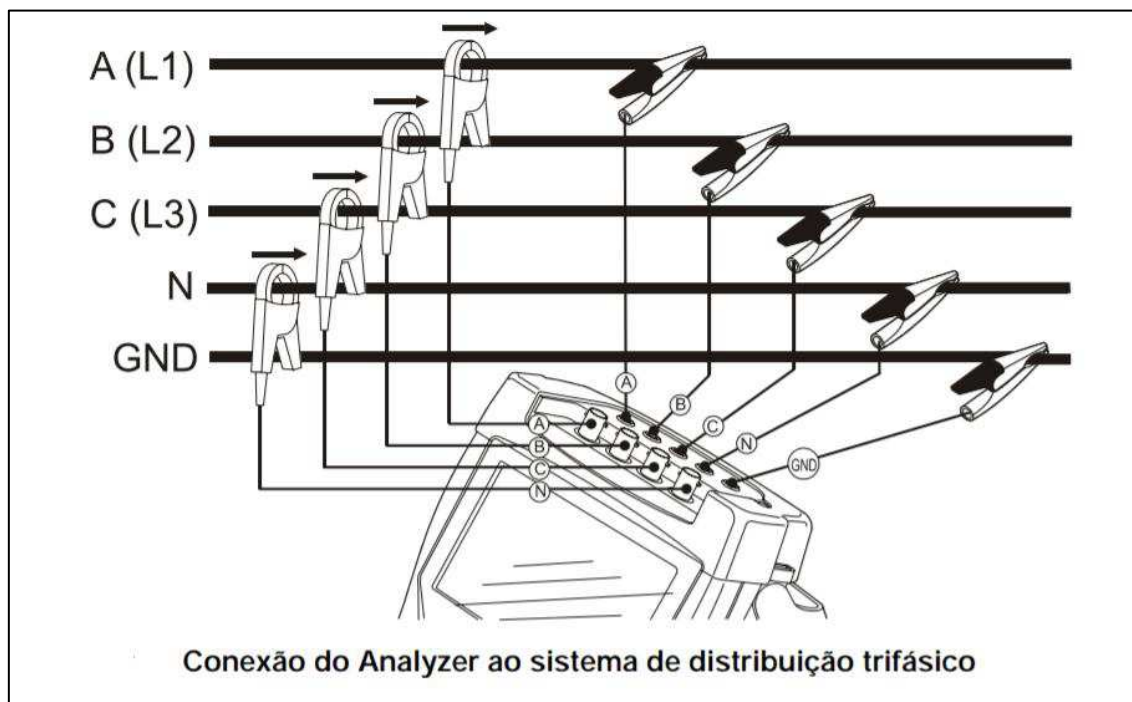
4. INTRODUÇÃO

Para realização das referidas medições, utilizamos o analisador digital de energia modelo FLUKE 434-II e FLUKE 435-I, devidamente aferido.




 TCEES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

Abaixo é mostrado o sistema ligação do analisador de energia para essa aplicação.



O analisador de energia foi configurado para medição dos canais abaixo descritos com intervalos de amostragem de 15 min:

- Corrente I1, I2, I3, In
- Tensão de Linha UL1, UL2, UL3
- Potência ativa P1, P2, P3
- Potências aparente Q1, Q2, Q3
- Fator de Potência FP
- Harmônica de Tensão THD V
- Harmônica de Tensão THD A

		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

5. EMBASAMENTO TEÓRICO E NORMATIVO

Baseados no documento da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST – Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica. O qual faz as seguintes considerações:

5.1. TENSÃO EM REGIME PERMANENTE

São estabelecidos os limites adequados, precários e críticos para os níveis de tensão em regime permanente, os indicadores individuais e coletivos de conformidade de tensão elétrica, os critérios de medição e registro, os prazos para regularização e de compensação ao consumidor, caso os limites de tensão observados não se encontrem na faixa de atendimento adequado.

O termo “conformidade de tensão elétrica” refere-se à comparação do valor de tensão obtido por medição apropriada, no ponto de conexão, em relação aos níveis de tensão especificados como adequados, precários e críticos.


Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura em Relação à Tensão Nominal (Volts)
<i>Adequada</i>	$(348 \leq TL \leq 396) / (201 \leq TL \leq 231)$
<i>Precária</i>	$(327 \leq TL < 348 \text{ ou } 396 < TL \leq 403) / (189 \leq TL < 201 \text{ ou } 231 < TL \leq 233)$
<i>Crítica</i>	$(TL < 327 \text{ ou } TL > 403) / (TL < 189 \text{ ou } TL > 233)$

Tabela 2 – Pontos de Conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1 kV (380V / 220V)

5.2. DESEQUILÍBRIOS DE TENSÃO

O desequilíbrio de tensão é o fenômeno associado a alterações dos padrões trifásicos do sistema de distribuição. A expressão para o cálculo do desequilíbrio de tensão é:

$$FD\% = \frac{V_-}{V_+} \times 100$$

		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

- **VALORES DE REFERÊNCIA:** O valor de referência nos barramentos do sistema de distribuição deve ser igual ou inferior a **2%**. Esse valor serve para referência do planejamento elétrico em termos de QEE.

5.3. DESEQUILÍBRIOS DE CORRENTE

O desequilíbrio de corrente é o fenômeno associado a alterações dos padrões trifásicos do sistema de distribuição.

- **VALORES DE REFERÊNCIA:** Geralmente admite-se em instalações elétricas um desequilíbrio de corrente máximo de **10%**.

5.4. HARMÔNICOS

As distorções harmônicas são fenômenos associados com deformações nas formas de onda das tensões e correntes em relação à onda senoidal da frequência fundamental.

- **VALORES DE REFERÊNCIA (Tensão)**


Os valores de referência para as distorções harmônicas totais estão indicados na Tabela 3 a seguir. Estes valores servem para referência do planejamento elétrico em termos de QEE e que, regulamentamente, serão estabelecidos em resolução específica, após período experimental de coleta de dados.

Tensão Nominal do Barramento	Distorção Harmônica Total de Tensão (DTT) [%]
$V_n \leq 1 \text{ kV}$	10
$1 \text{ kV} < V_n \leq 13,8 \text{ kV}$	8

Tabela 3 – Valores de referência globais das distorções harmônicas totais (em porcentagem da tensão fundamental)

- **VALORES DE REFERÊNCIA (Corrente)**

Limites para os Harmônicos de Corrente – IEC 61000-3-2				
Ordem do Harmônico N	Classe A Máxima Corrente [A]	Classe B Máxima Corrente [A]	Classe C (> 25W) % da fundamental	Classe D (>75W, <600W) [mA/W]
Harmônicas Ímpares				
3	2,3	3,45	30.FP	3,4

 TCEES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

5	1,14	1,71	10	1,9
7	0,77	1,115	7	1,0
9	0,40	0,60	5	0,5
11	0,33	0,495	3	0,35
13	0,21	0,315	3	0,296
15 ≤ n ≤ 39	0,15 = 15.n	0,225 = 15.n	3	3,85 / n
Harmônicos Pares				
2	1,08	1,62	2	FP: fator de potência
4	0,43	0,645		
6	0,3	0,45		
8 ≤ n ≤ 40	0,23 = 8.n	0,35 = 8.n		


5.5. VARIAÇÃO DE FREQUÊNCIA

O sistema de distribuição e as instalações de geração conectadas ao mesmo devem, em condições normais de operação e em regime permanente, operar dentro dos limites de frequência situados entre 59,9 Hz e 60,1 Hz.

As instalações de geração conectadas ao sistema de distribuição devem garantir que a frequência retorne para a faixa de 59,5 Hz a 60,5 Hz, no prazo de 30 (trinta) segundos após sair desta faixa, quando de distúrbios no sistema de distribuição, para permitir a recuperação do equilíbrio carga-geração.

Havendo necessidade de corte de geração ou de carga para permitir a recuperação do equilíbrio carga-geração, durante os distúrbios no sistema de distribuição, a frequência:

- a) Não pode exceder 66 Hz ou ser inferior a 56,5 Hz em condições extremas;
- b) Pode permanecer acima de 62 Hz por no máximo 30 (trinta) segundos e acima de 63,5 Hz por no máximo 10 (dez) segundos;
- c) Pode permanecer abaixo de 58,5 Hz por no máximo 10 (dez) segundos e abaixo de 57,5 Hz por no máximo 05 (cinco) segundos.

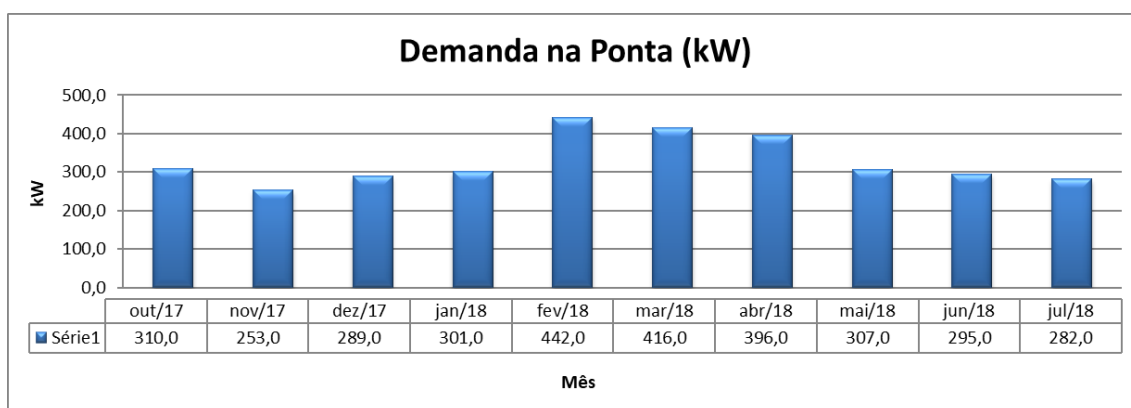
		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	


6. DADOS GERAIS DO SISTEMA DE POTÊNCIA

- Concessionária: **EDP**
- Número da Instalação: **0009500677**
- Tipo: **Cativo**
- Modalidade: **V4_Horo sazonal Verde**
- Tensão Nominal: **11.400 V**
- Demanda Contratada: **400 kW**
- Tensão das Máquinas e Motores: **220 V (trifásico)**
- Tensão de Iluminação, Tomadas e alguns equipamentos: **127 / 220 V**
- Capacidade do Trafo 1: **300 kVA – Iluminação e Tomadas**
- Capacidade do Trafo 2: **500 kVA – Ar condicionado**

7. ANÁLISE DA DEMANDA CONTRATADA E FATOR DE CARGA NAS FATURAS DE ENERGIA

O gráfico abaixo demonstra que apenas entre os meses de outubro de 2017 a julho de 2018, houve a ultrapassagem de demanda nos meses de fevereiro e março. Pelo histórico das faturas, nota-se que este aumento ocorre no verão, na qual utiliza-se mais constantemente aparelhos de refrigeração. Embora, nos meses sobressalentes a demanda não seja ultrapassada, recomendamos a alteração da demanda contratada para 450 kW.

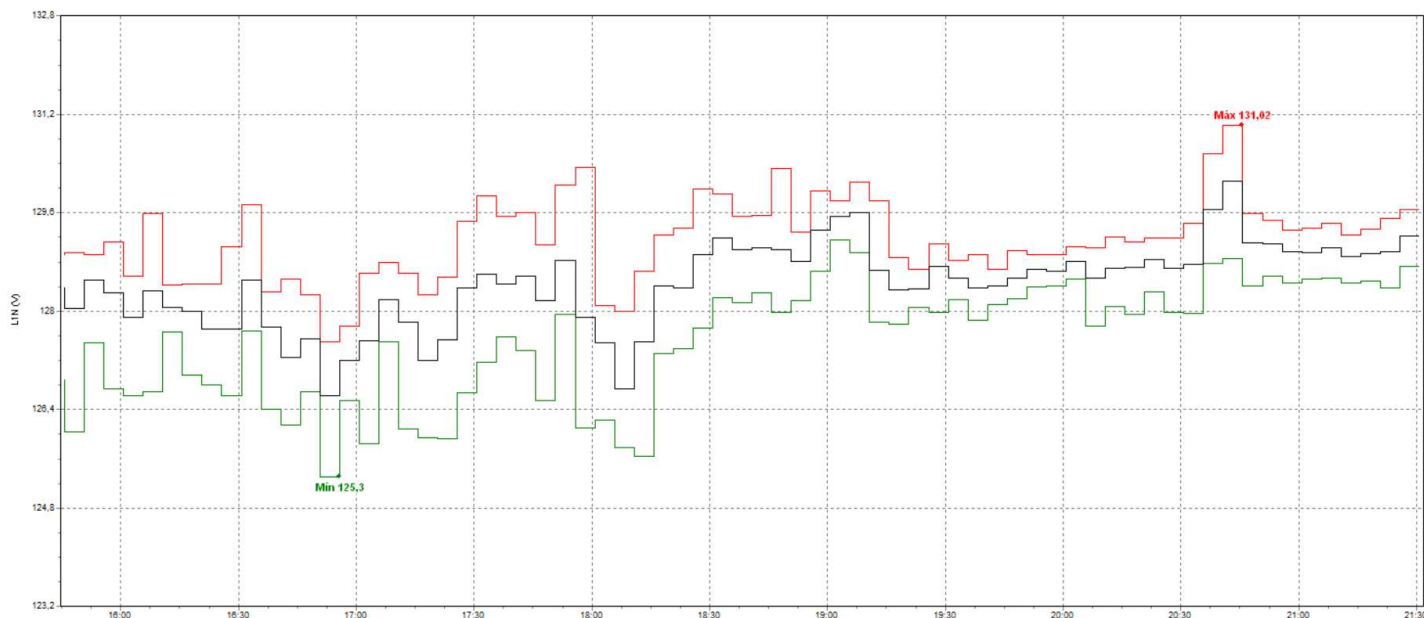


 TCEES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

8. MEDIÇÕES


8.1. Transformador 300 kVA (BGL)

8.1.1. TENSÃO FN (V)

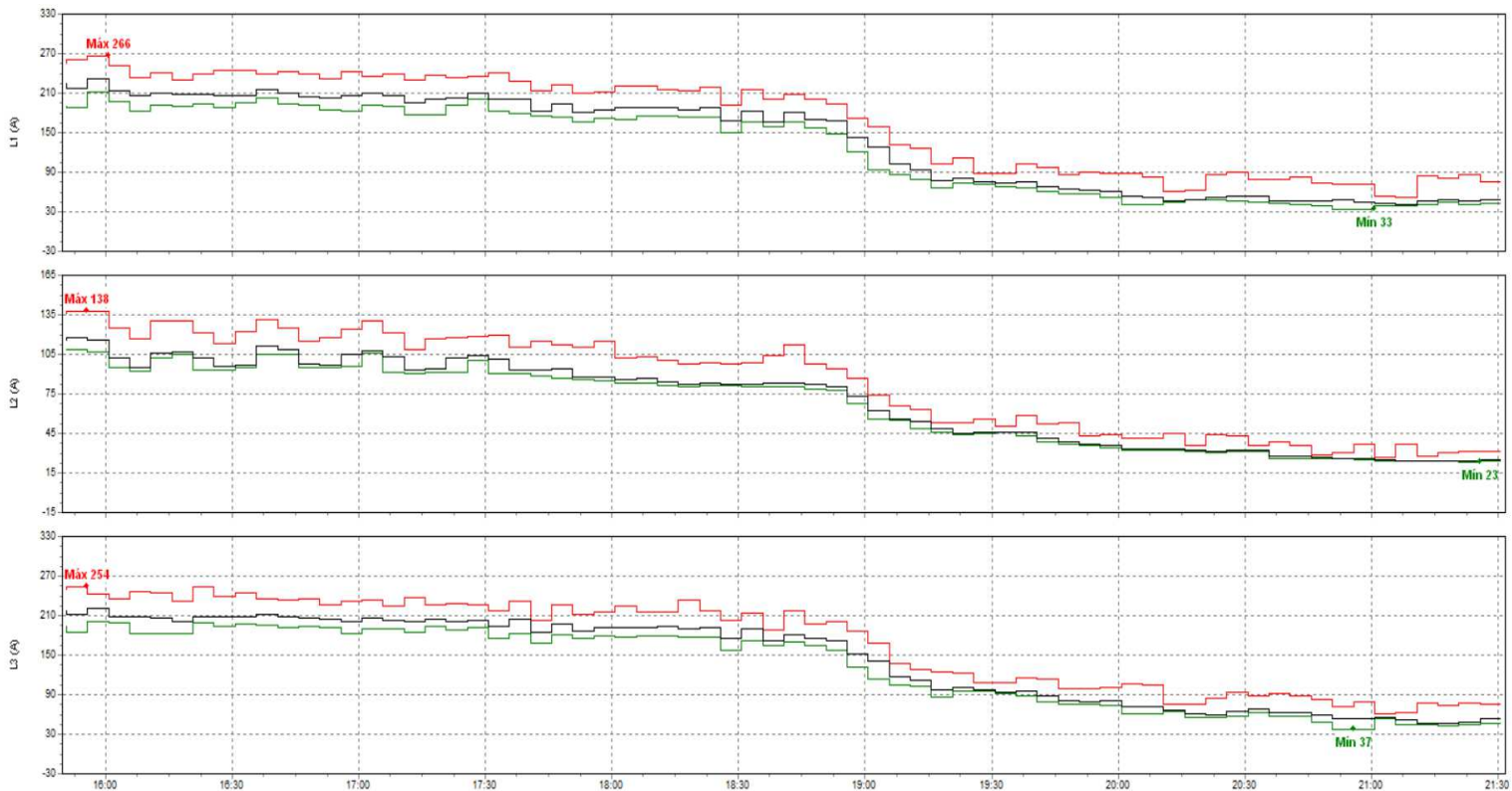


Valor Mínimo Registrado	Fase	Valor Máximo Registrado	Fase
125,30 V	A-N	131,02 V	A-N
126,53 V	B-N	131,61 V	B-N
125,71 V	C-N	131,24 V	C-N

COMENTÁRIO: A tensão registrada está dentro da faixa de variação considerada **ADEQUADA** em regime permanente.

 TCEES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

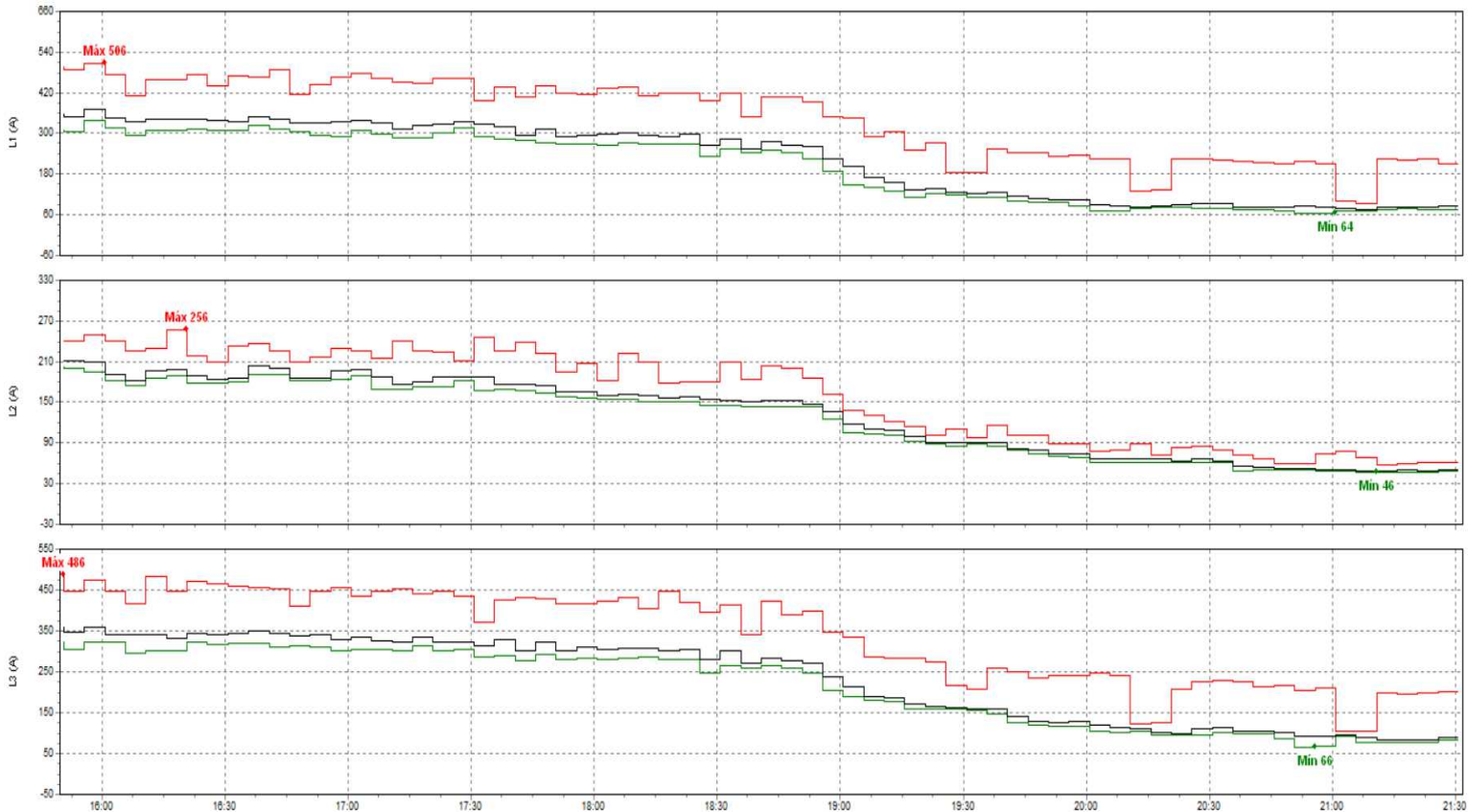
8.1.2. CORRENTE NOMINAL (A)



Valor Mínimo Registrado	Fase	Valor Máximo Registrado	Fase
33 A	A	266 A	A
23 A	B	138 A	B
37 A	C	254 A	C


COMENTÁRIO: A corrente registrada apresenta mais do que 10% entre as fases, considerada **PRECÁRIO** devido ao grande desbalanceamento de fases (fase B com menos carregamento).

8.1.3. CORRENTE DE PICO (Apk)

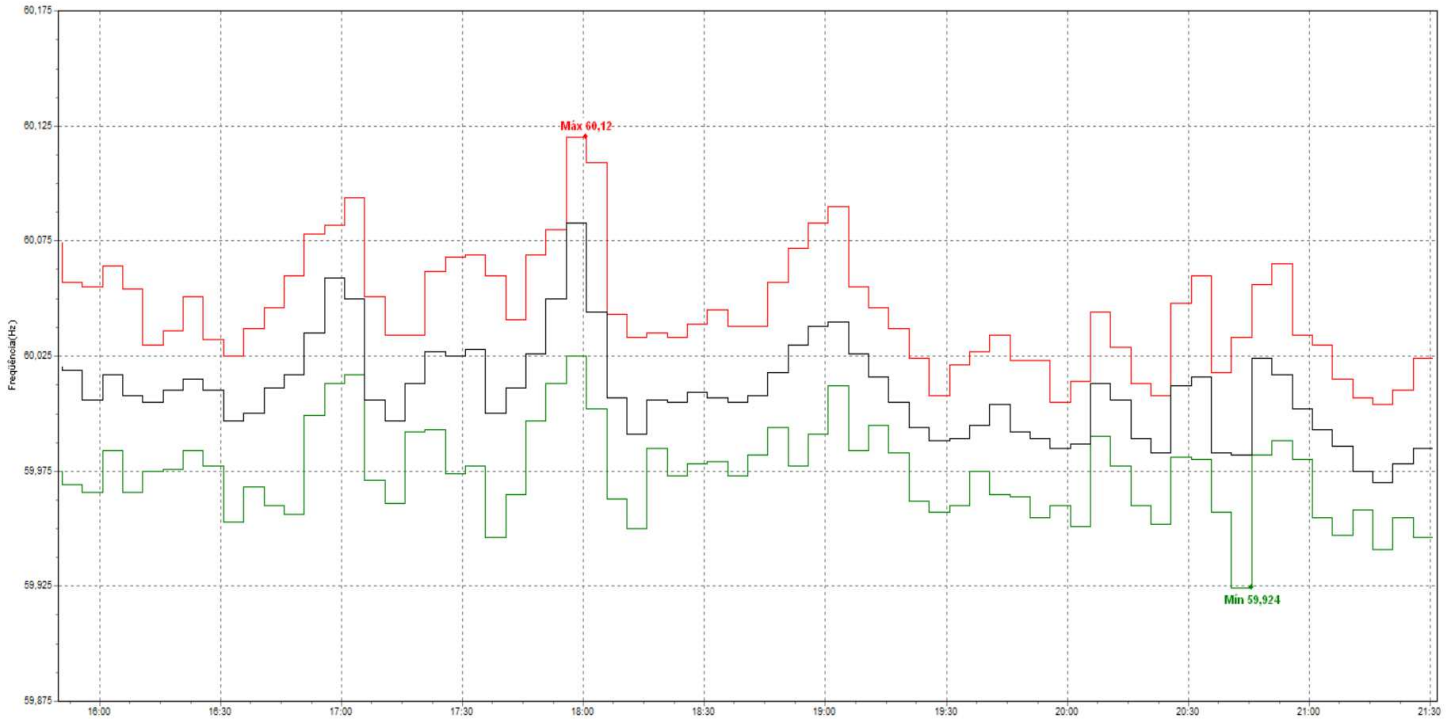


Valor Máximo Registrado	Fase
506 A	A
256 A	B
486 A	C

COMENTÁRIO: A corrente registrada apresenta mais do que 10% entre as fases, considerada **PRECÁRIO** devido ao grande desbalanceamento de fases (fase B com menos carregamento).

 TCEES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

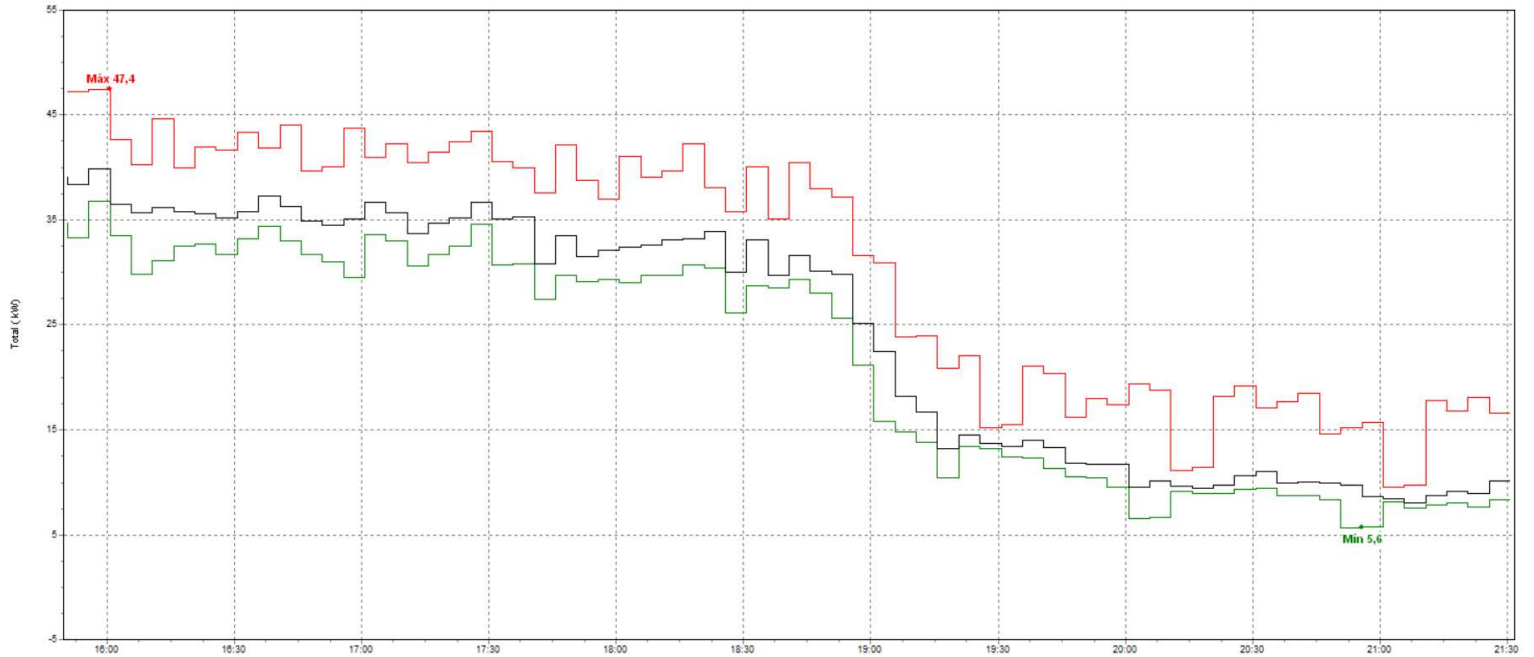
8.1.4. FREQUÊNCIA (Hz)




Valor Mínimo Registrado	Valor Máximo Registrado
59,924 Hz	60,12 Hz

COMENTÁRIO: **ADEQUADO**

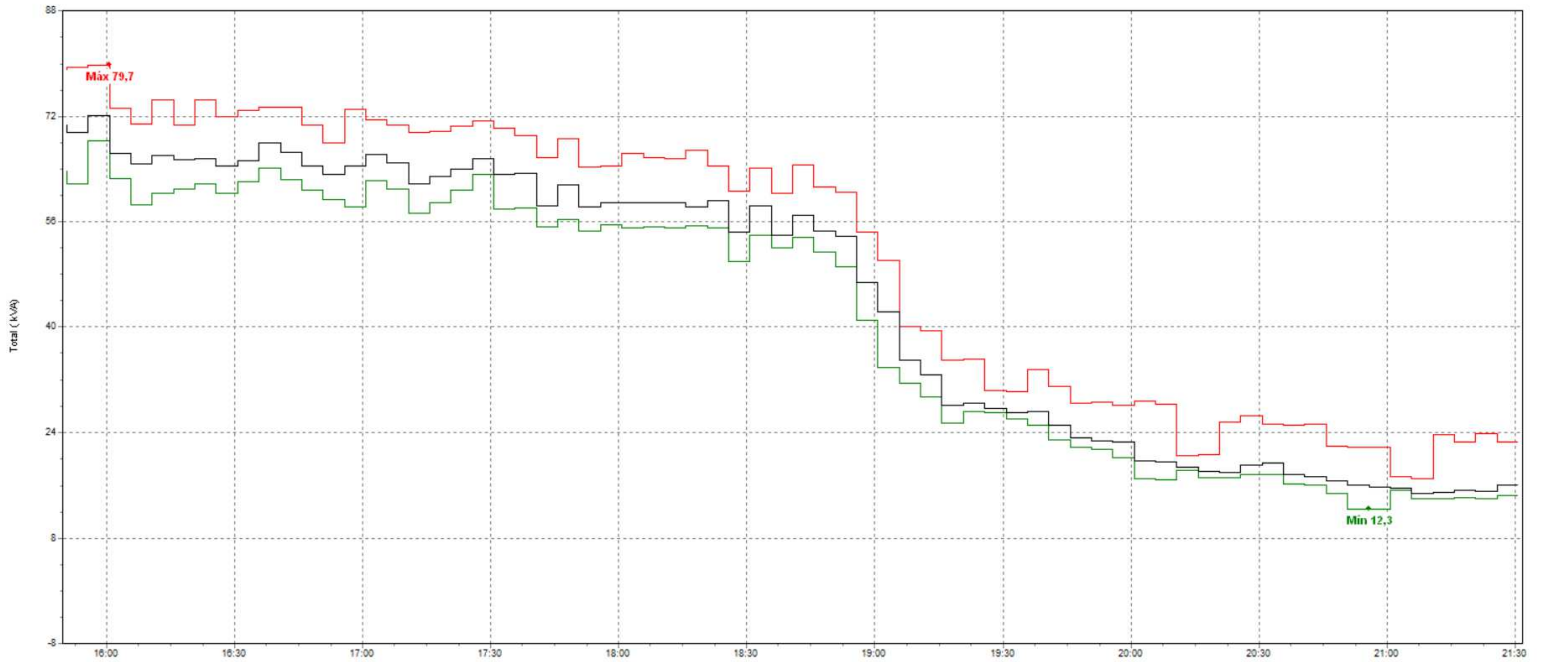
8.1.5. POTÊNCIA ATIVA (W)




Valor Mínimo Registrado	Valor Máximo Registrado
5,6 kW	47,4 kW

 TCEES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

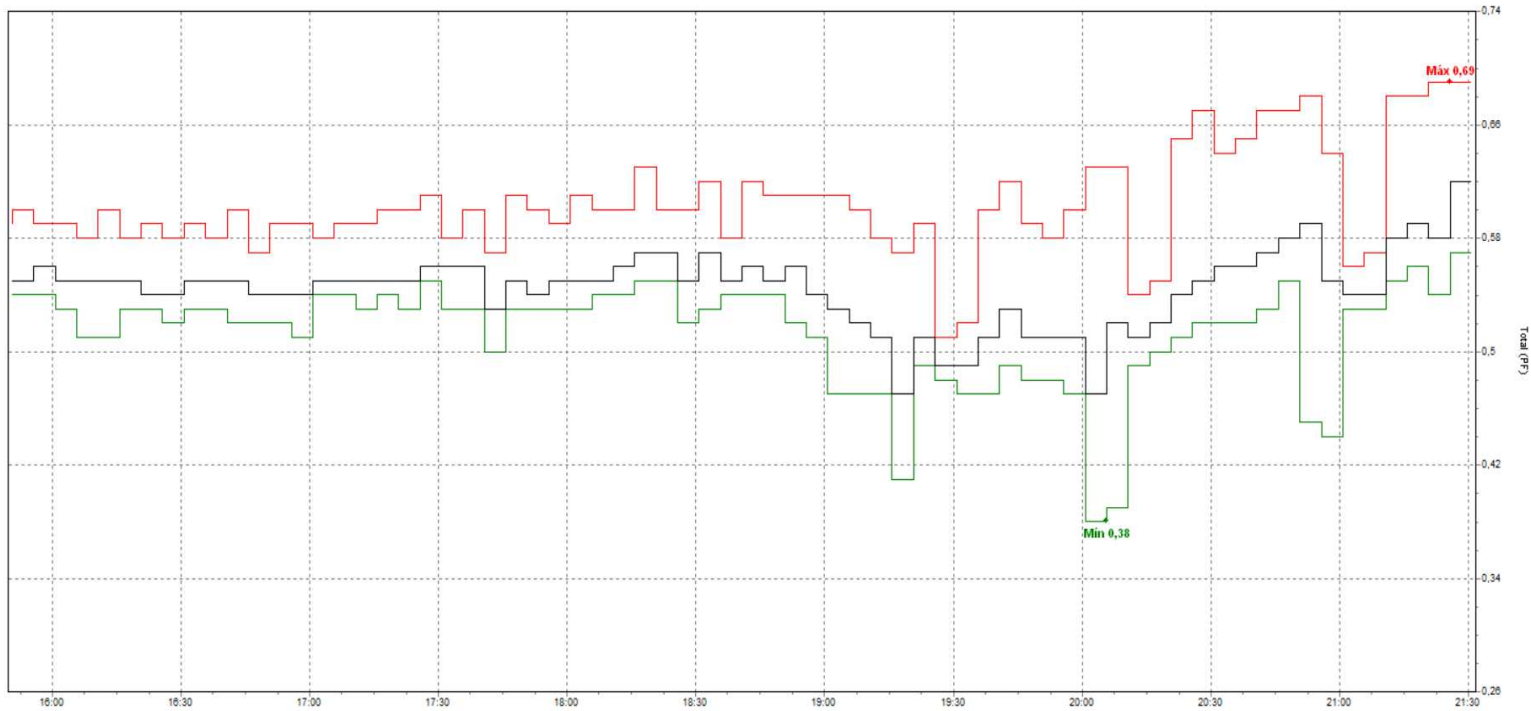
8.1.6. POTÊNCIA APARENTE (VA)



Valor Mínimo Registrado	Valor Máximo Registrado
79,7 kVA	12,3 kVA


 TCEES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

8.1.7. FATOR DE POTÊNCIA (FP)



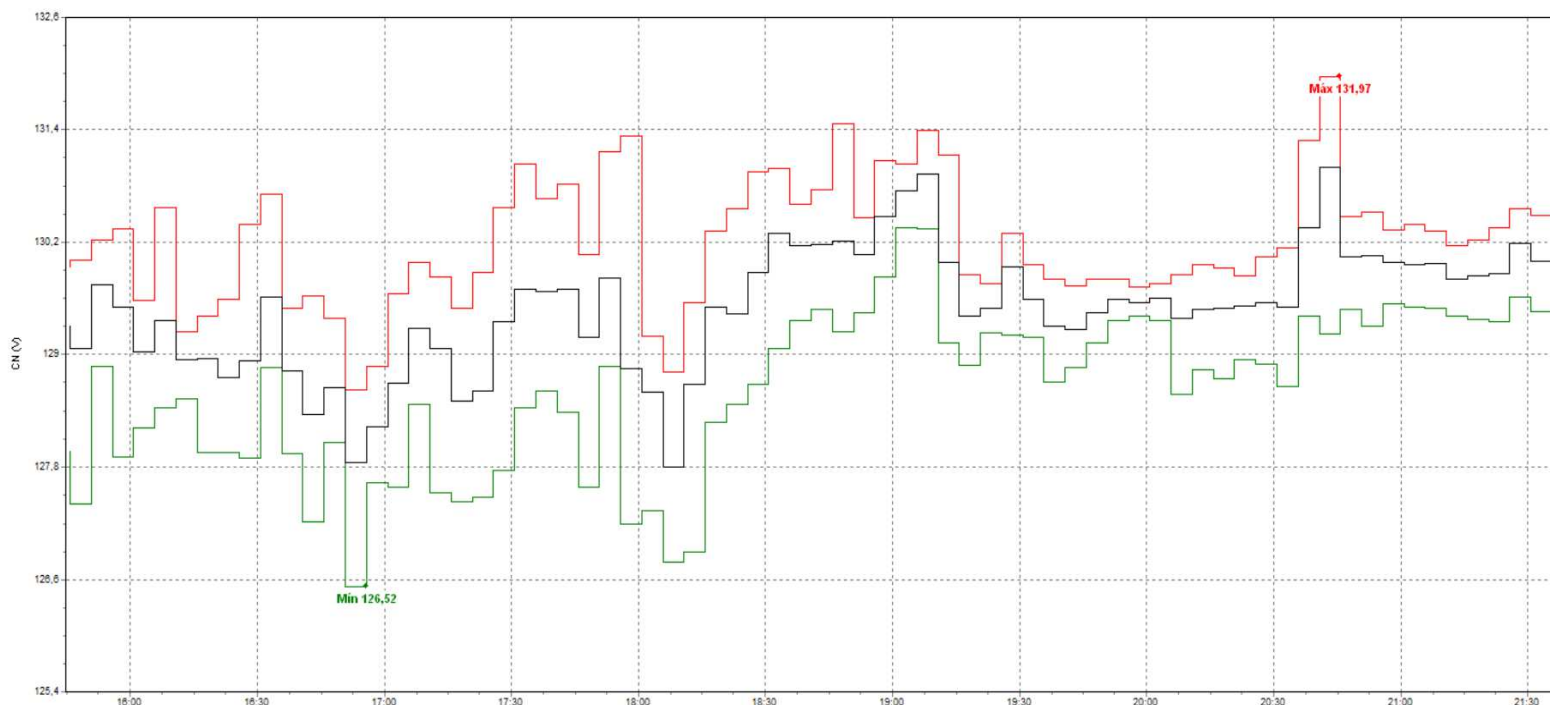
Valor Mínimo Registrado	Valor Máximo Registrado
0,38	0,69

COMENTÁRIO: O resultado indicando o fator de potência abaixo de 0,92, indica que deverá ser instalado um banco de capacitores para correção do FP.

 TCEES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

8.2. Transformador 500 kVA (BGA)

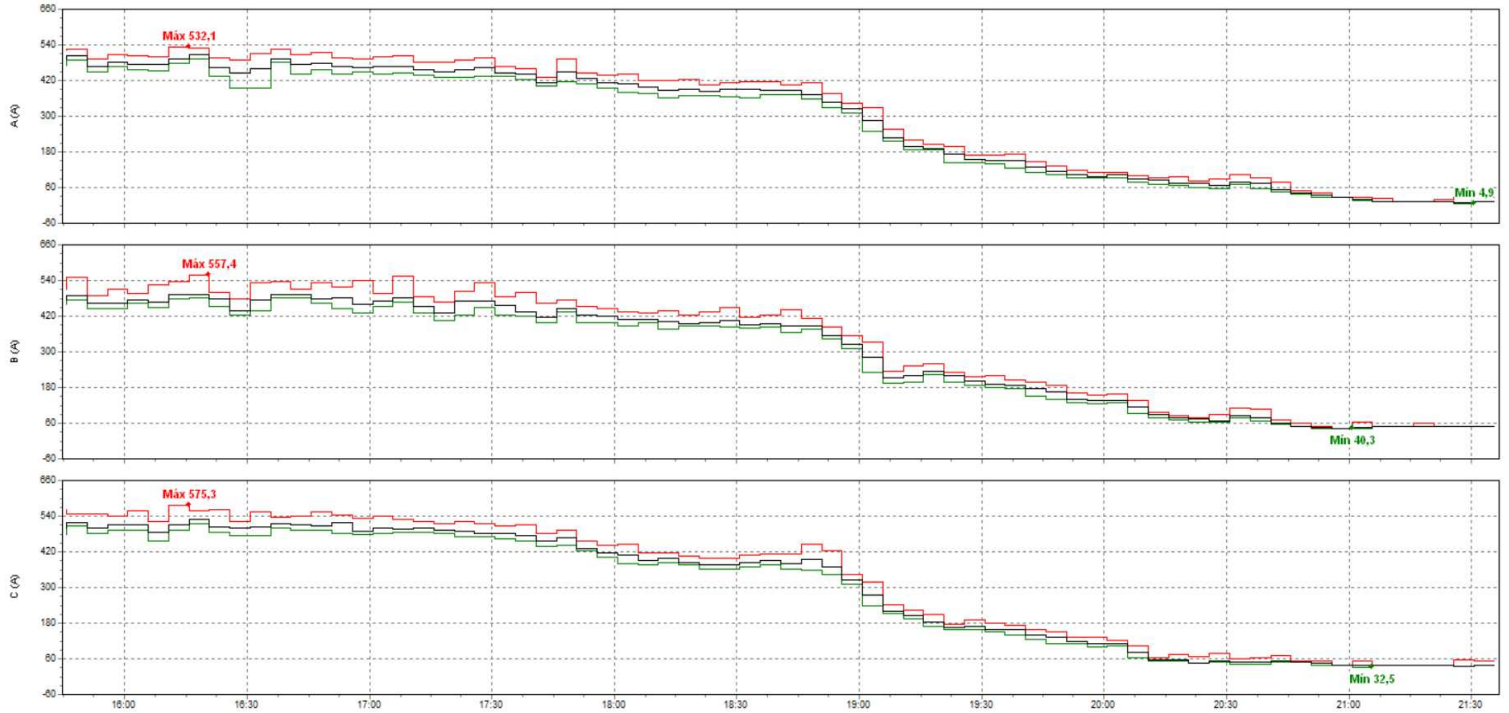
8.2.1. TENSÃO FN (V)



Valor Mínimo Registrado	Fase	Valor Máximo Registrado	Fase
124,83 V	A-N	131,49 V	A-N
125,27 V	B-N	131,65 V	B-N
126,56 V	C-N	131,97 V	C-N

COMENTÁRIO: A tensão registrada está dentro da faixa de variação considerada **ADEQUADA** em regime permanente.

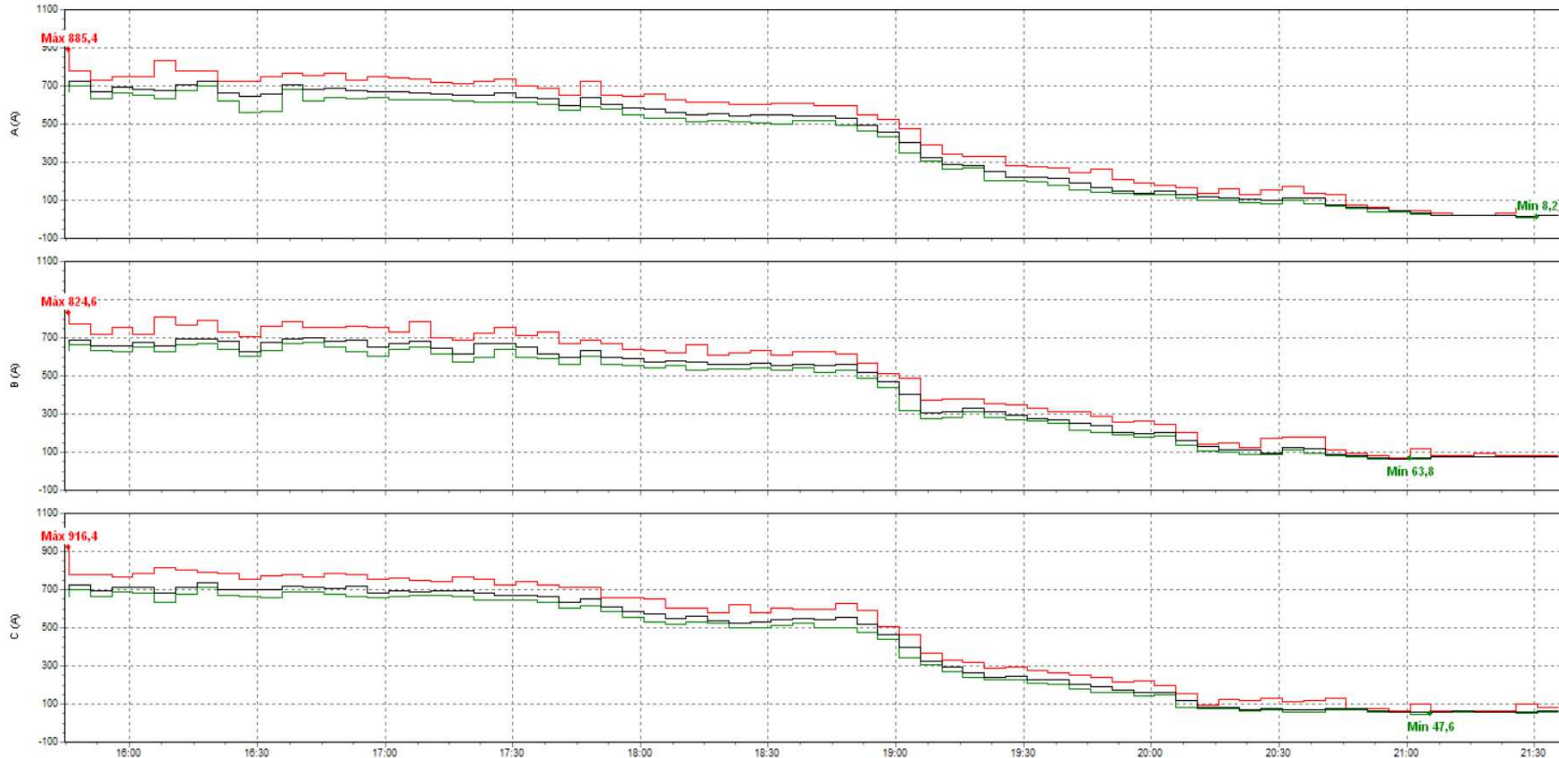
8.2.2. CORRENTE NOMINAL (A)



Valor Mínimo Registrado	Fase	Valor Máximo Registrado	Fase
4,9 A	A	532,1 A	A
40,3 A	B	557,4 A	B
32,5 A	C	575,3 A	C


COMENTÁRIO: ADEQUADO

8.2.3. CORRENTE DE PICO (Apk)

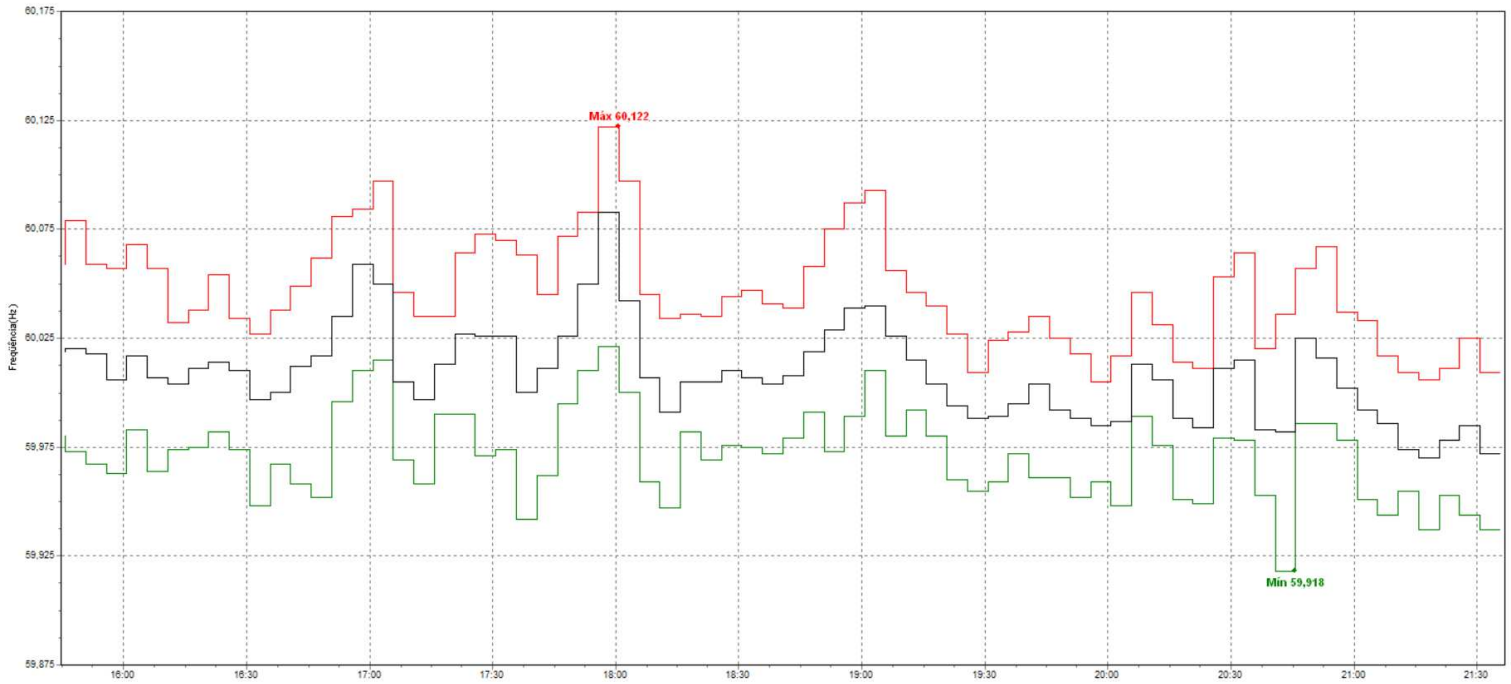


Valor Máximo Registrado	Fase
885,4 A	A
824,6 A	B
916,4 A	C

COMENTÁRIO: ADEQUADO

 TCEES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

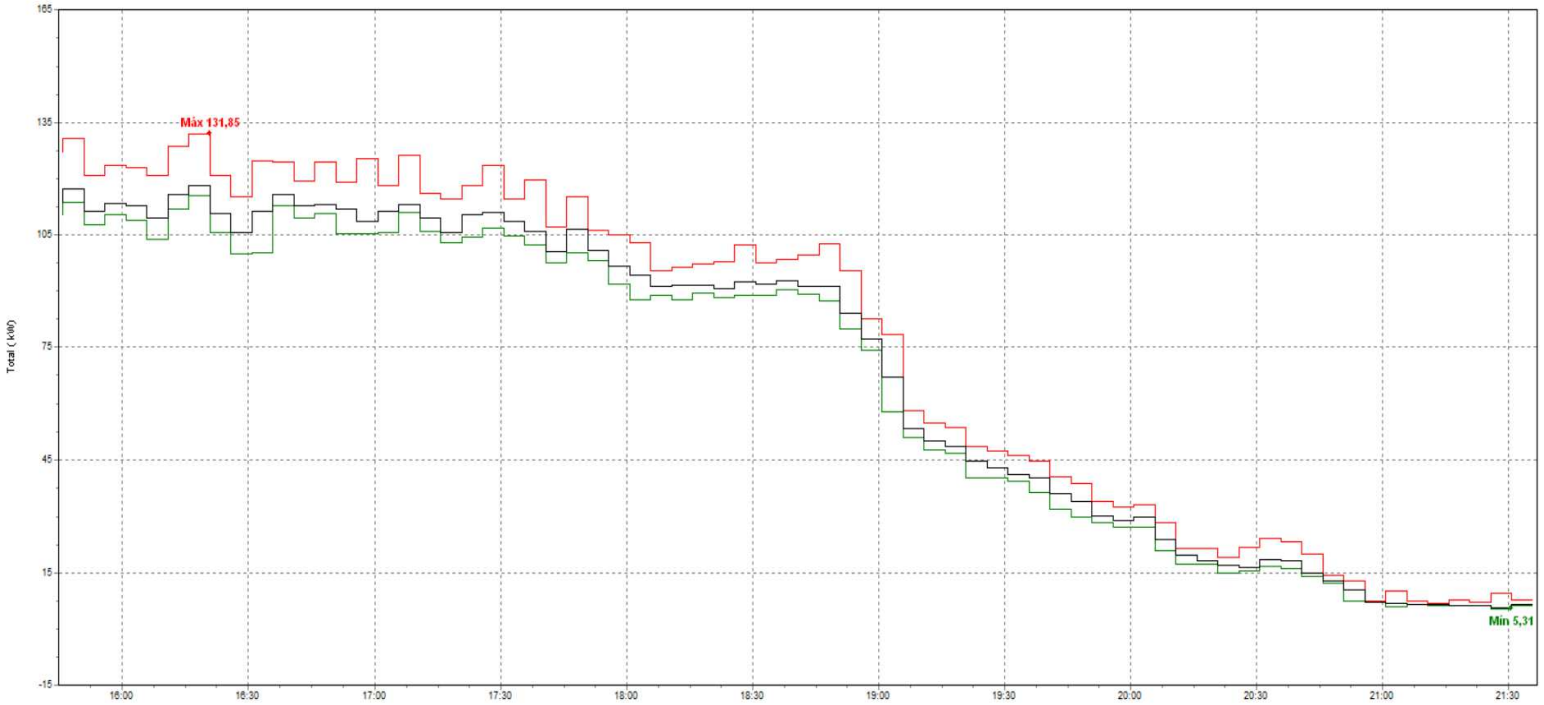
8.2.4. FREQUÊNCIA (Hz)




Valor Mínimo Registrado	Valor Máximo Registrado
59,918 Hz	60,122 Hz

COMENTÁRIO: **ADEQUADO**

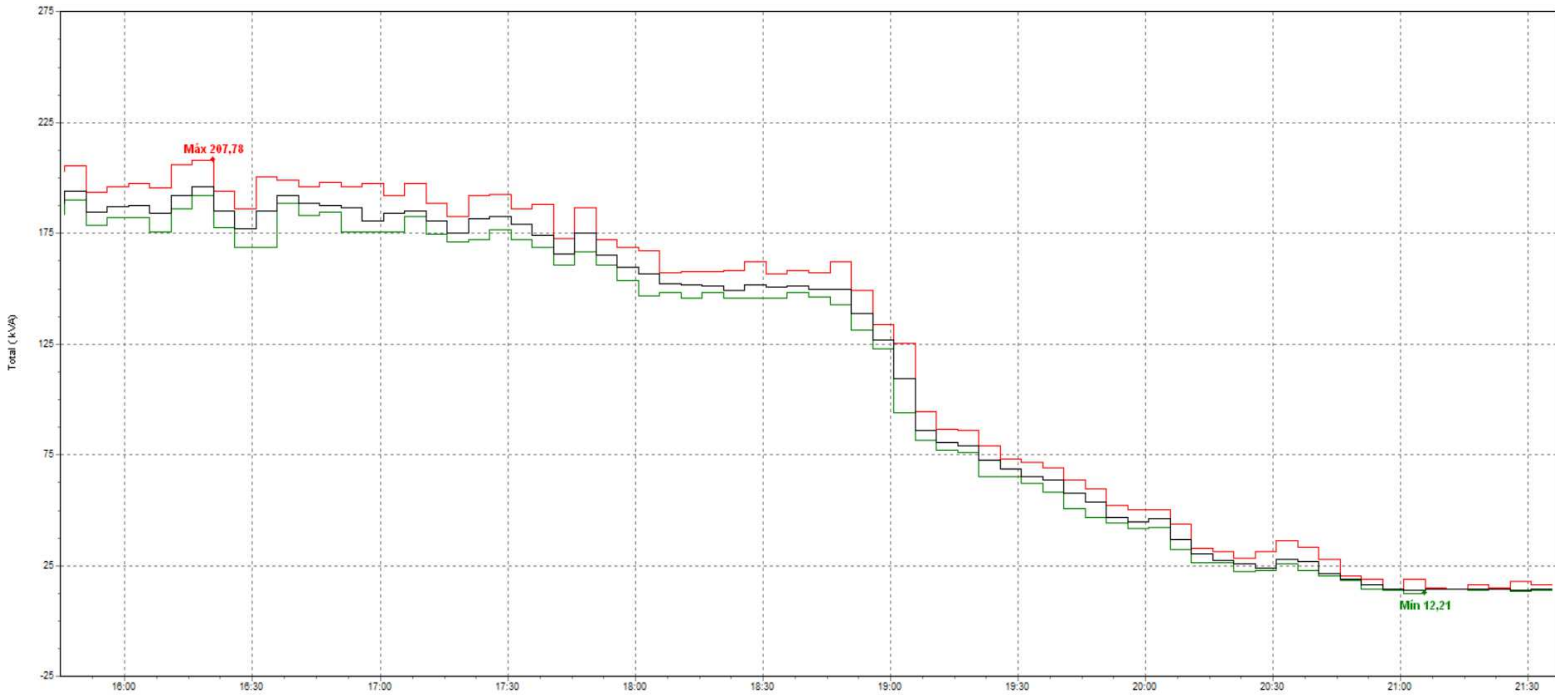
8.2.5. POTÊNCIA ATIVA (W)




Valor Mínimo Registrado	Valor Máximo Registrado
5,31 kW	131,85 kW

 TCEES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

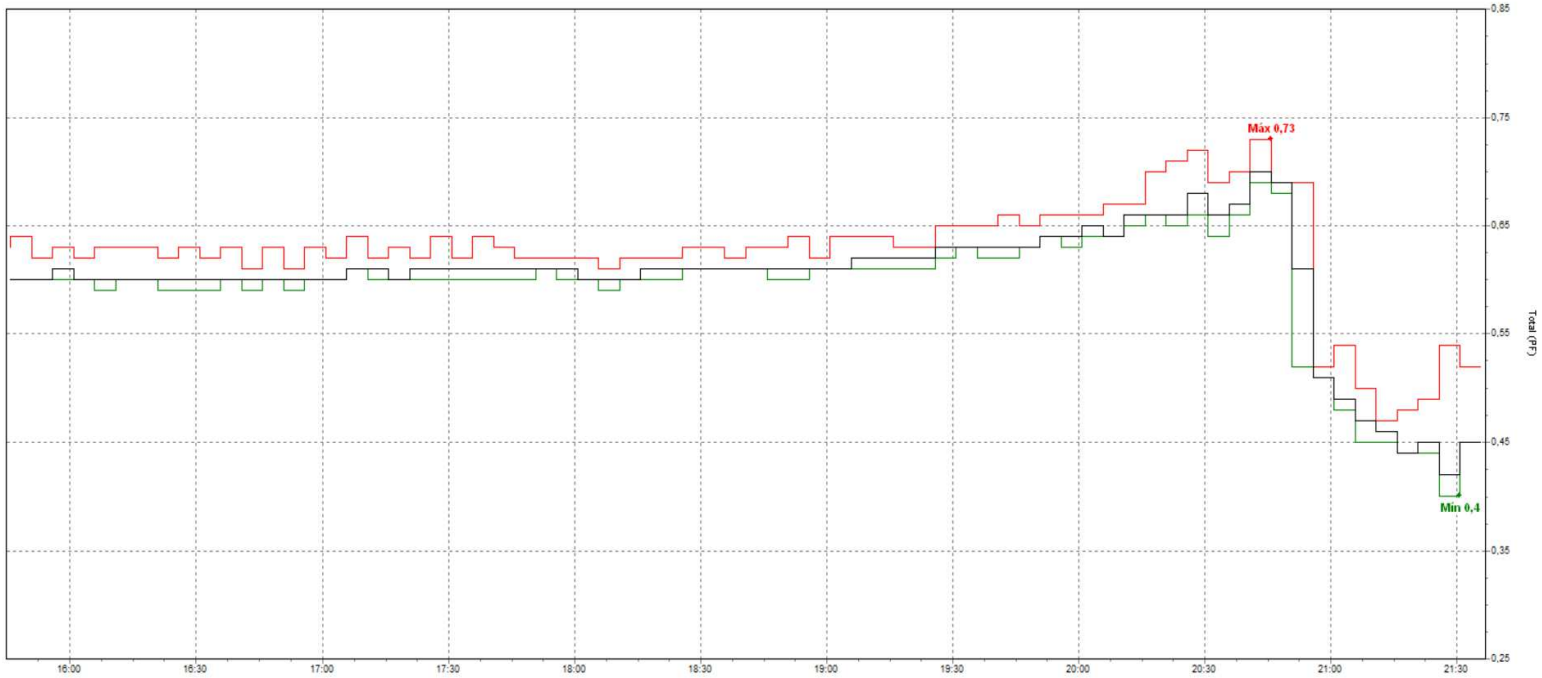
8.2.6. POTÊNCIA APARENTE (VA)



Valor Mínimo Registrado	Valor Máximo Registrado
12,21 kVA	207,78 kVA


 TCEES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

8.2.7. FATOR DE POTÊNCIA (FP)



Valor Mínimo Registrado	Valor Máximo Registrado
0,40	0,73

COMENTÁRIO: O resultado indicando o fator de potência abaixo de 0,92, indica que deverá ser instalado um banco de capacitores para correção do FP.

		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	


9. CONCLUSÃO

Mediante a análise dos gráficos e tabelas dos valores das grandezas elétricas medidas pelo analisador de energia. Podemos concluir que:

- O transformador de 300 kVA está operando em média com 26% de sua capacidade nominal, há potência disponível para acréscimo de carga. Mesmo nessa condição, salientamos que quaisquer acréscimos deverão ser precedidos por um estudo detalhado de engenharia.
- O transformador de 500 kVA está operando em média com 41% de sua capacidade nominal, há potência disponível para acréscimo de carga. Mesmo nessa condição, salientamos que quaisquer acréscimos deverão ser precedidos por um estudo detalhado de engenharia.
- O quadro elétrico de distribuição BGL está com desbalanceamento de fases. Mostra um grande alívio na fase central. Reequilibrar as fases de forma a criar uma redistribuição dos circuitos em quadros bifásicos secundários.
- Com relação às tensões em regime permanente e ao desequilíbrio de tensão, não foi detectada violação dos valores se comparados aos limites estabelecidos no módulo 8 da ANEEL.
- O fator de potência de ambos quadros (BGL e BGA) deverá ser corrigido através da instalação de bancos de capacitores. As medições indicam que todos os circuitos estão abaixo de 0,92.
- Com relação à flutuação de tensão, podemos observar que os valores se encontram dentro dos limites estabelecidos pela ANEEL.
- Com relação à variação de frequência, podemos observar que os valores se encontram dentro dos limites estabelecidos pela ANEEL.

Mauá, 05 de janeiro de 2019

*Robson Farage Lima Martins
Engenheiro Eletricista
CREA: SP-5063824950/D*

		Análise da Qualidade de Energia Elétrica	
TCEES-RT-ANE-002	Rev.: 00	Data: Janeiro/2019	

10. ANEXOS

- I- Certificado de Calibração
- II- ART – Anotação de Responsabilidade Técnica