ST- 31

XIII STPC
SEMINÁRIO TÉCNICO DE PROTEÇÃO E CONTROLE

EXPERIÊNCIA DO BARRAMENTO DE PROCESSO DA IEC 61850 UTILIZANDO REDUNDÂNCIA DE LINK CONFORME VERSÃO 2 DA NORMA: UMA COMPARAÇÃO ENTRE OS PROTOCOLOS RSTP, PRP E HSR

Paulo Sergio Pereira Junior
Rodolfo Cabral Bernardino
Cristiano Moreira Martins
Paulo Sergio Pereira
Gustavo Espinha Lourenço

CONPROVE ENGENHARIA

23 a 27 de outubro de 2016
Hotel Mercure Eixo Monumental
Brasília - DF
Promoção: cigré-Brasil Comitê de Estudos B5
Organização: Eletrobras Eletronorte
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Resumo

- Este trabalho possui como objetivo **abordar o Barramento de Processos da IEC 61850** com detalhamento na **Redundância do *Link***, lançado na segunda edição, **comparando os protocolos** disponíveis, **avaliando** um rede quando **submetida a contingencia** de abertura de um dos caminhos.
- Verificar **Tempos de Recomposição** e discutir os efeitos.

Introdução

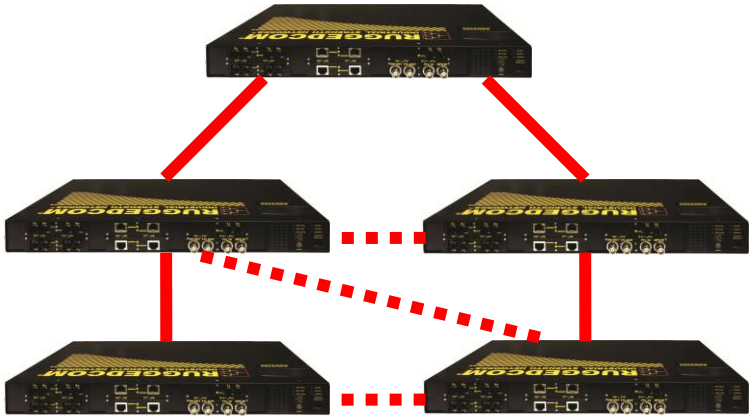
- IEC 61850 **avanço inegável** ao PACs
- Definição das topologias de Rede
- **Falhas**: **Indisponibilidade** SAS
- GOOSE e SV: **Tempos Críticos**
- **TC57WG10** Recovery Time:
  - B. Estação = **0-400**ms / B. Processo = **0**s
- **Receio**: Perda Comunic B. Processo -> **Prot. Cega**
- **Solução**: **Redundância**

Redundância

- **Bem difundido** RSTP
- **Chaveamento** do caminho
- B. Processo 4800 fps (**208,33 us entre frames**)
- **50ms** Recomposição -> 240 amostras perdidas 3Cy
- **ED2** -> IEC61850 8 e 9: **Redundância do Link**
- **IEC 62439-3**
  - PRP e HSR

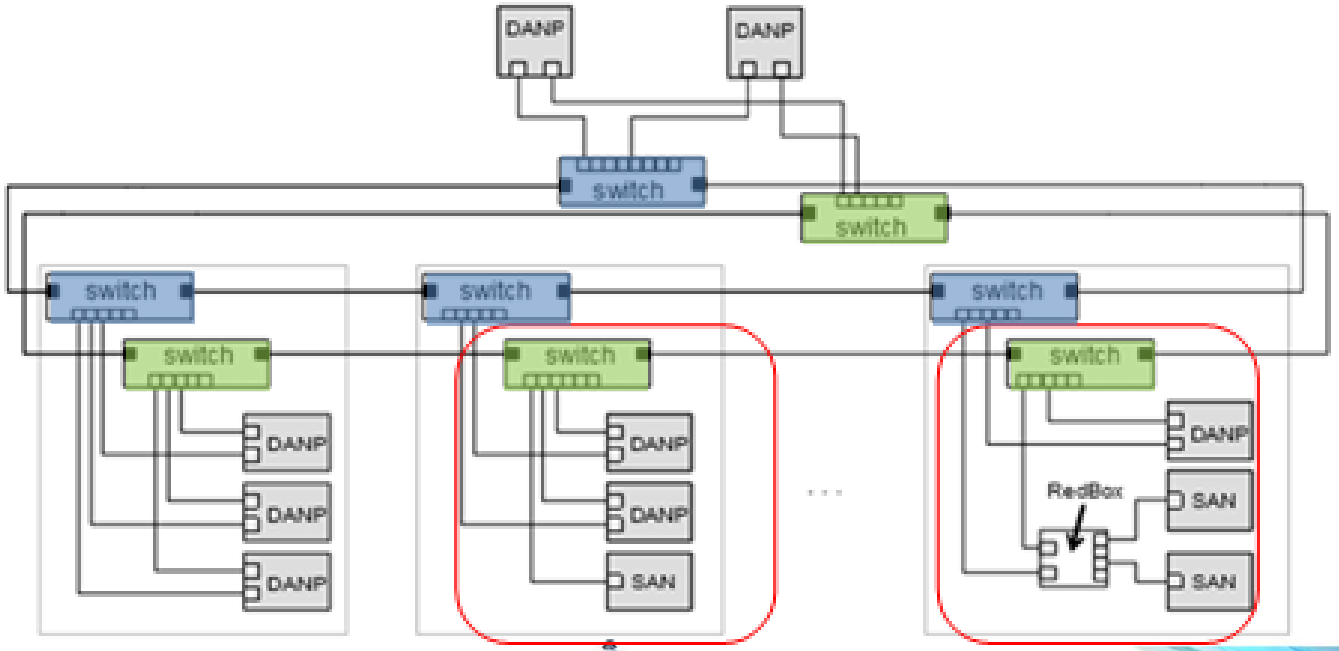
RSTP

- **IEEE 802.1W** evolução do STP
- 1 Caminho **Ativo**, 1 **Standby**
- **Reorganiza** Rotas



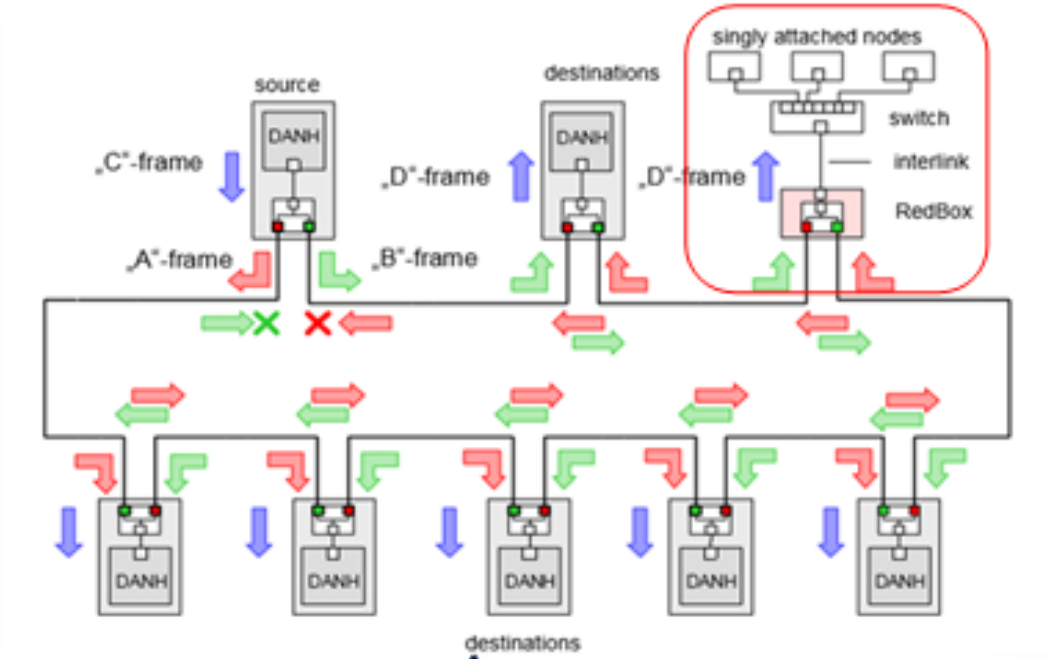
PRP

- Frames **Duplicados**, caminhos paralelos **isolados**
- Destinatário: **Descarta** duplicado
- Redes **Mesh**, Duplica Switches



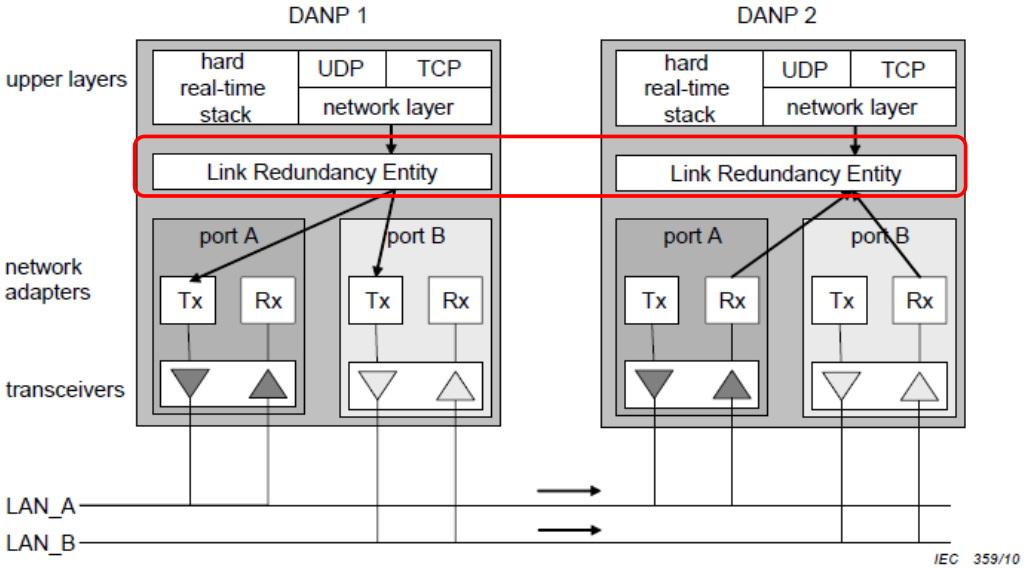
HSR

- Frames **Duplicados**, envio nos dois **sentidos**
- Destinatário: **Descarta** duplicado
- Redes **Anel**, Sem Switches diretos



Comparação

- **RSTP** -> **Tempo** de Recomposição
- **PRP** / **HSR** -> Tempo **Nulo** de Restauração
- Tipo de **Topologia** (Mesh / Anel)
- **Transparente** a Aplicação



Comparação

- Alteração no **Frame** Ethernet

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help

Filter: Expression... Clear Apply Save

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	Dell_f9:ae:df	Iec-Tc57_01:00:00	IEC61850 Sampled Values	133	

```
⊞ Frame 1: 133 bytes on wire (1064 bits), 133 bytes captured (1064 b
⊞ Ethernet II, Src: Dell_f9:ae:df (ec:f4:bb:f9:ae:df), Dst: Iec-Tc57
⊟ IEC61850 Sampled Values
    APPID: 0x0000
    Length: 113
    Reserved 1: 0x0000 (0)
    Reserved 2: 0x0000 (0)
  ⊟ savPdu
      noASDU: 1
    ⊟ seqASDU: 1 item
      ⊟ ASDU
          svID: alstomConprove1
          smpCnt: 2543
          confRef: 0
          smpSynch: global (2)
        ⊞ PhsMeas1

⊟ Parallel Redundancy Protocol (IEC62439 Part 3)
    [PRP Version: PRP-1]
    Sequence number: 9208
    1010 .... .... .... = LAN: LAN A (10)
    LSDU size: 119 [correct]
    Suffix: 0x88fb
```

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help

Filter: Expression... Clear Apply Save

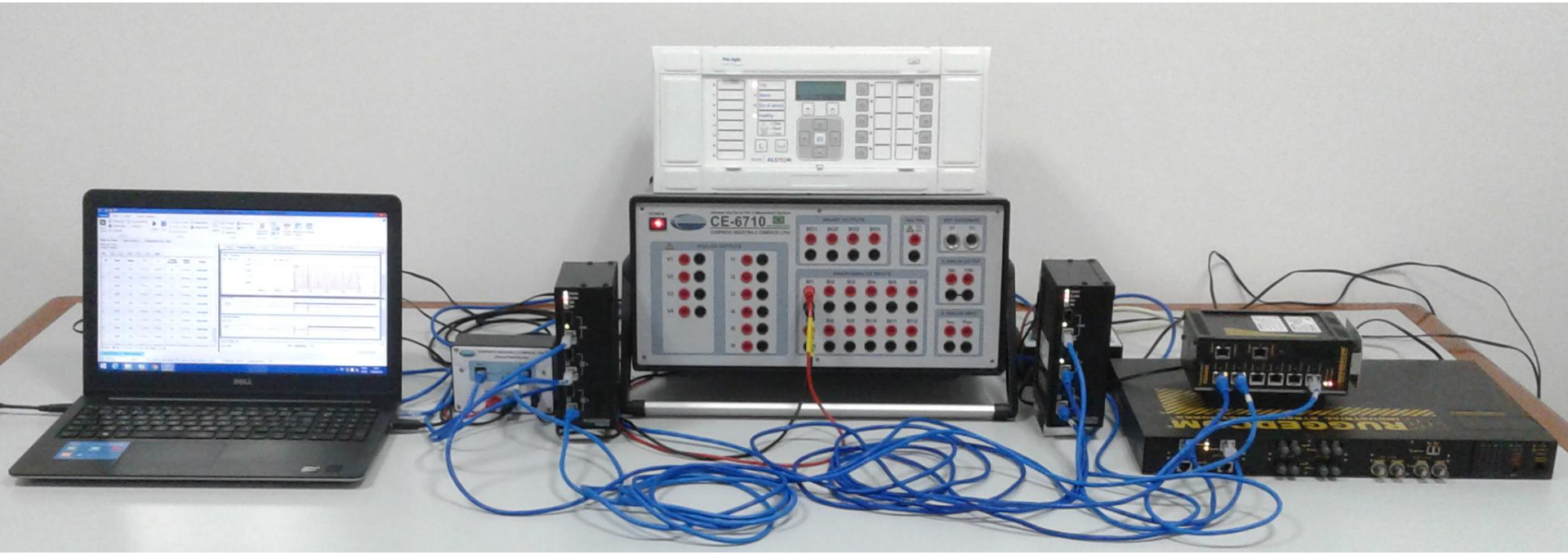
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	Dell_f9:ae:df	Iec-Tc57_01:00:00	IEC61850 Sampled Values	133	

```
⊞ Frame 1: 133 bytes on wire (1064 bits), 133 bytes captured (1064 bits) on interface 0
⊞ Ethernet II, Src: Dell_f9:ae:df (ec:f4:bb:f9:ae:df), Dst: Iec-Tc57_01:00:00 (01:0c:cd:01:0
⊟ High-availability Seamless Redundancy (IEC62439 Part 3 Chapter 5)
    0000 .... .... .... = Path: 0
    000. .... .... .... = Network id: 0
    ...0 .... .... .... = Lane id: Lane A (0)
    .... 0000 0111 0111 = LSDU size: 119 [correct]
    Sequence number: 56578
    Type: IEC 61850/SV (Sampled Value Transmission (0x88ba)
⊟ IEC61850 Sampled Values
    APPID: 0x0000
    Length: 113
    Reserved 1: 0x0000 (0)
    Reserved 2: 0x0000 (0)
  ⊟ savPdu
      noASDU: 1
    ⊟ seqASDU: 1 item
      ⊟ ASDU
          svID: alstomConprove1
          smpCnt: 584
          confRef: 0
          smpSynch: global (2)
        ⊞ PhsMeas1
```

Estudo de Caso

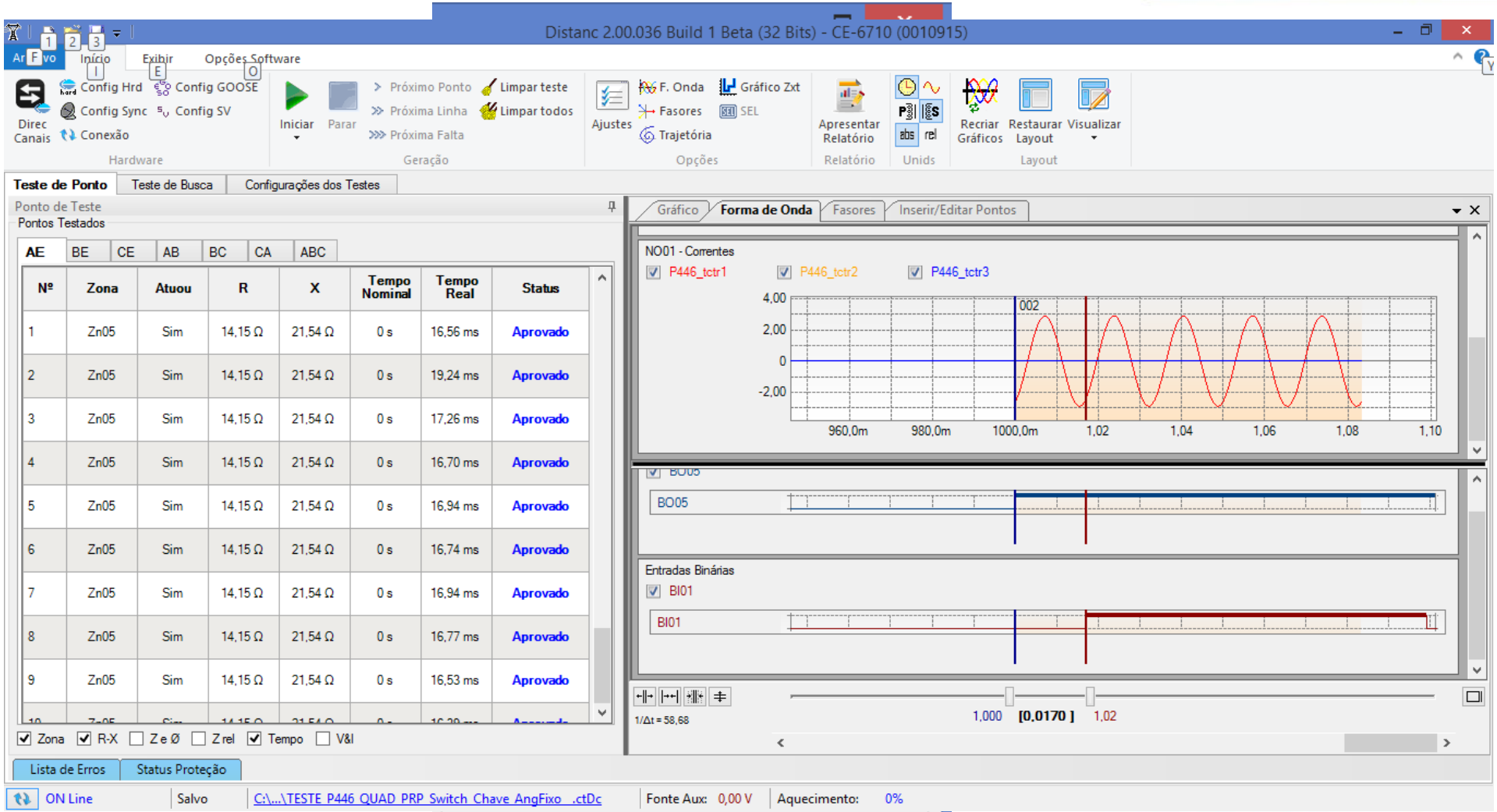
- **Ensaios 3 Protocolos**, perda de **1 conexão**
- **Chave Eletrônica** -> **abrir** 1 caminho
- **Mala de Testes SV** e **IED SV**
- **Falta + Abertura Link**
- **Tempo do Trip -> ?**

Estudo de Caso



Mala de Testes Conprove **CE-6710** com o acessório para o chaveamento eletrônico dos *links* da redundância (***Conprove Ethernet Switching Box***), *Switch Ruggedcom* **RSG2288**, *Switch Ruggedcom* **RS940G**, RedBox *Ruggedcom* **RS950G** e o IED GE/Alstom MiCOM **P446-9-2LE**.

Estudo de Caso



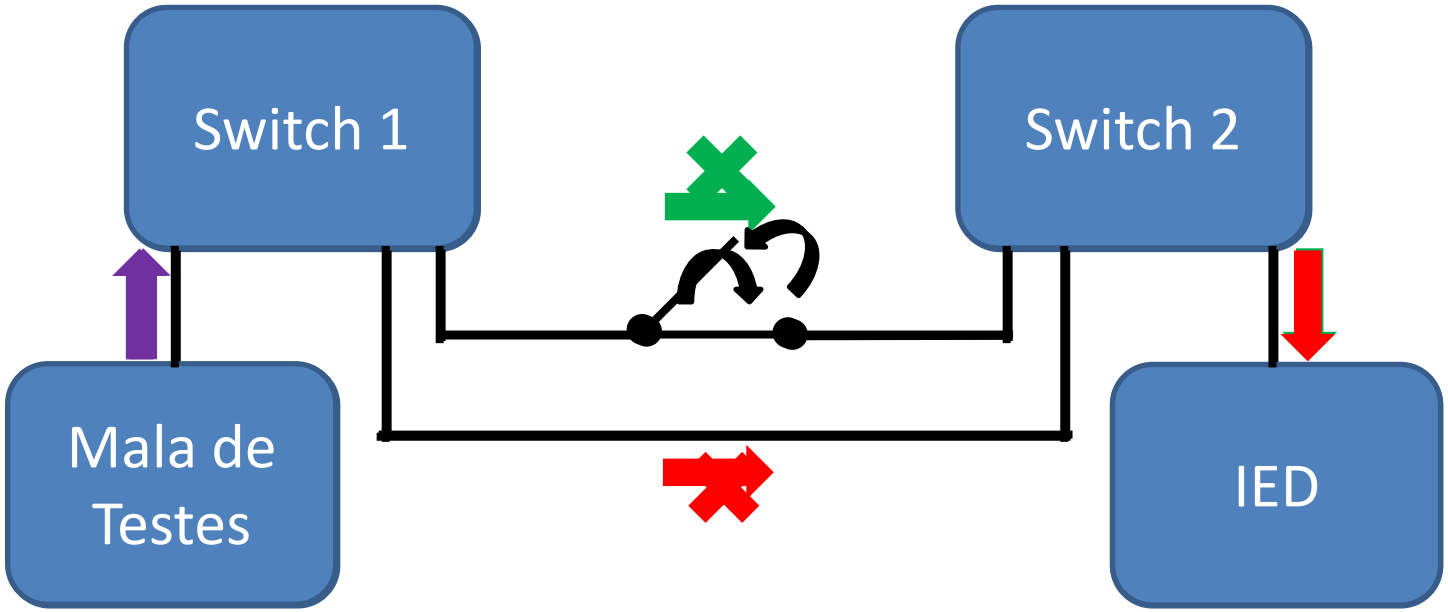
Nº	Zona	Atuou	R	X	Tempo Nominal	Tempo Real	Status
1	Zn05	Sim	14,15 Ω	21,54 Ω	0 s	16,56 ms	Aprovado
2	Zn05	Sim	14,15 Ω	21,54 Ω	0 s	19,24 ms	Aprovado
3	Zn05	Sim	14,15 Ω	21,54 Ω	0 s	17,26 ms	Aprovado
4	Zn05	Sim	14,15 Ω	21,54 Ω	0 s	16,70 ms	Aprovado
5	Zn05	Sim	14,15 Ω	21,54 Ω	0 s	16,94 ms	Aprovado
6	Zn05	Sim	14,15 Ω	21,54 Ω	0 s	16,74 ms	Aprovado
7	Zn05	Sim	14,15 Ω	21,54 Ω	0 s	16,94 ms	Aprovado
8	Zn05	Sim	14,15 Ω	21,54 Ω	0 s	16,77 ms	Aprovado
9	Zn05	Sim	14,15 Ω	21,54 Ω	0 s	16,53 ms	Aprovado

Estrutura dos Testes

- **PDIS** / 21 (**Zona 1 t=0s**)
- Loss Rate Level (1,25% a **15%**)
- **50** repetições
- **Estatística**
- Teste de **Controle** -> Sem Contingência (**Normal**)
- Teste de **Verificação** -> Com **Contingência**

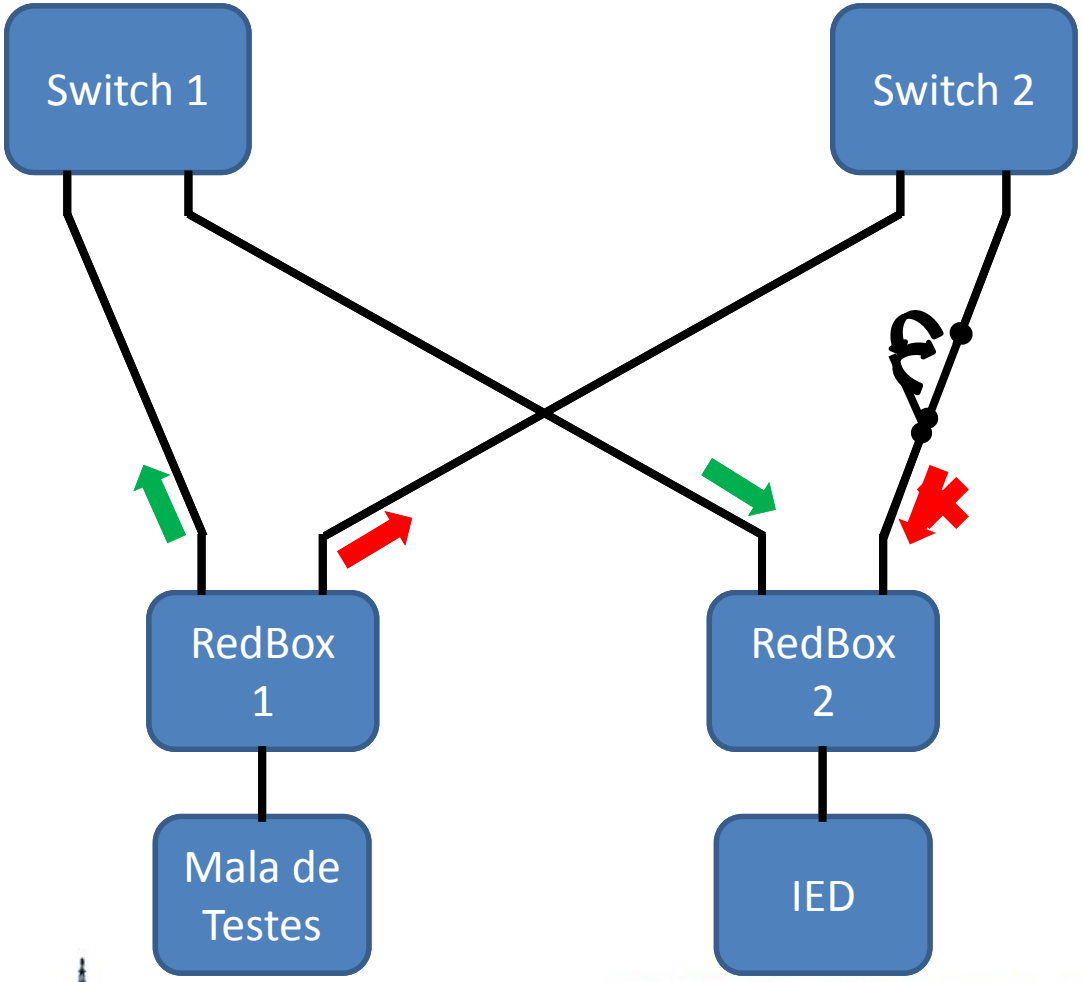
Teste com RSTP

- Sem e com Contingência



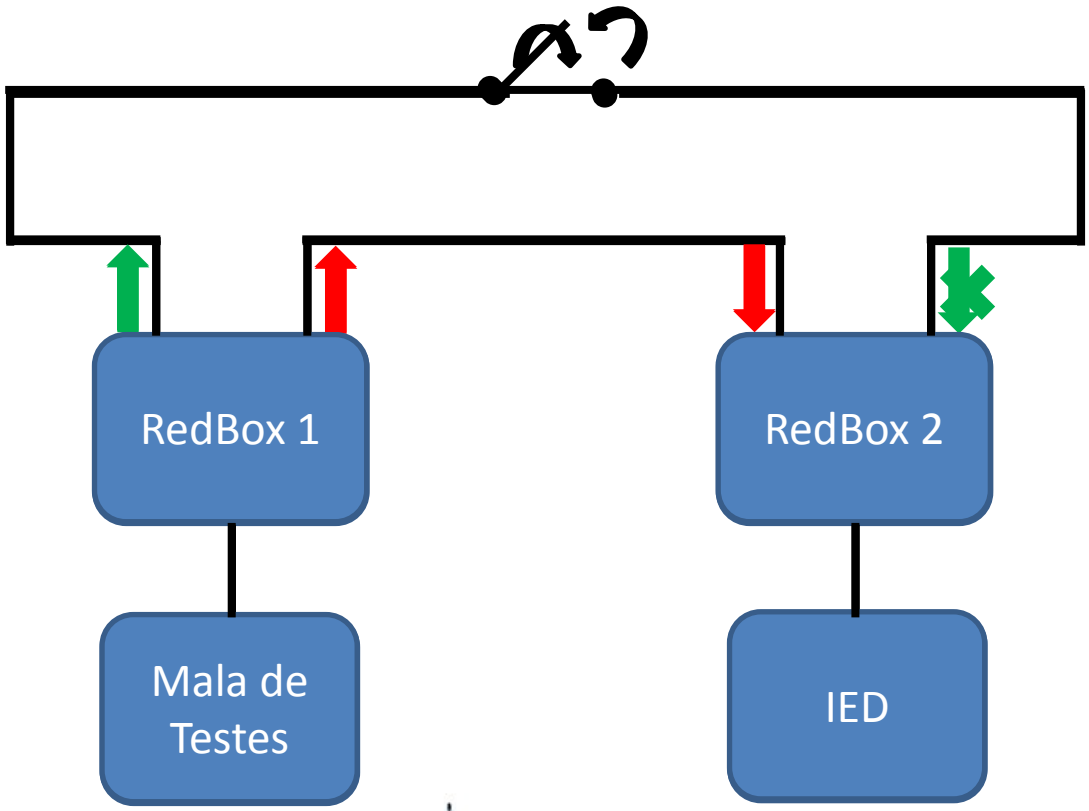
Teste com PRP

- Sem e com Contingência



Teste com HSR

- Sem e com Contingência



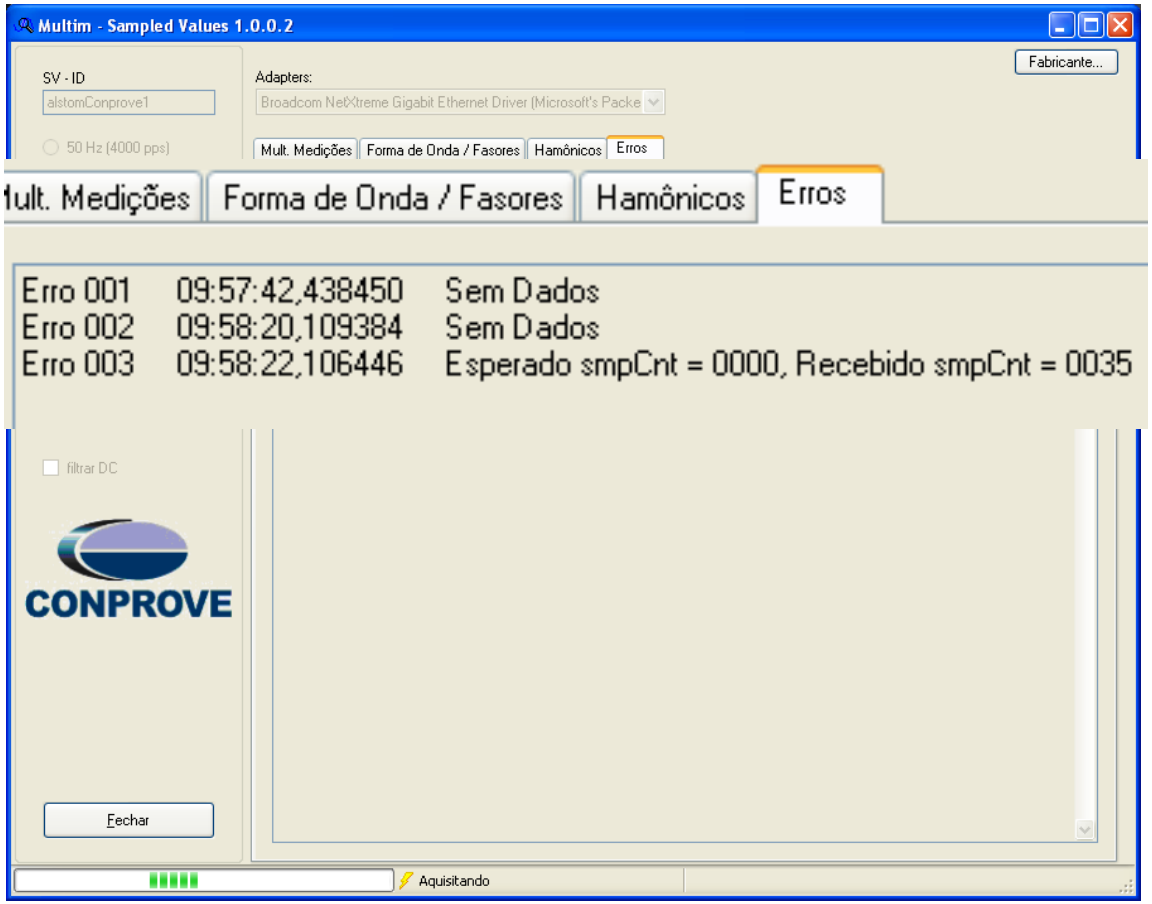
Analise dos Resultados

Protocolo	Contingência	Tempo Mínimo (ms)	Tempo Médio (ms)	Tempo Máximo (ms)	Desvio Padrão
RSTP	Não	15,76	**16,28**	16,91	0,3125
	Sim	363,0	**364,17**	365,8	0,5998
PRP	Não	16,39	**16,85**	17,74	0,3522
	Sim	16,32	**16,89**	18,09	0,4100
HSR	Não	16,18	**16,65**	17,43	0,3132
	Sim	15,97	**16,68**	17,92	0,5559

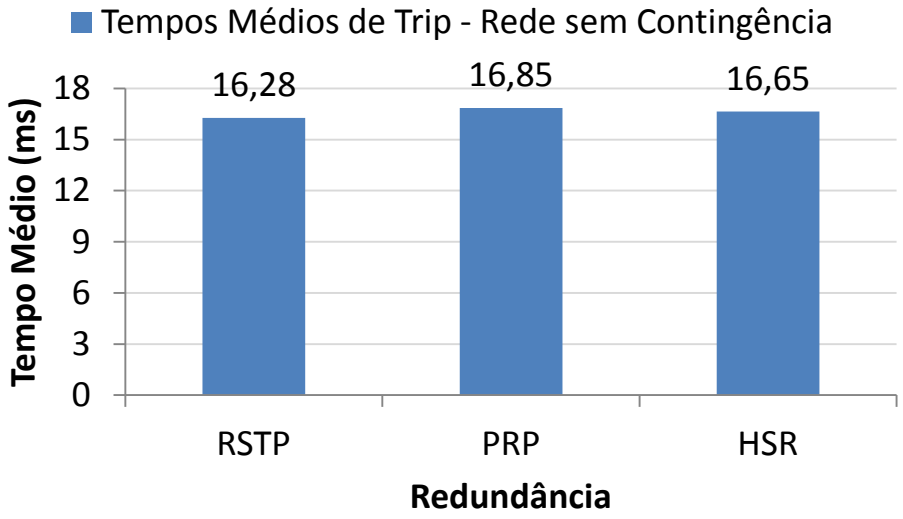
- RSTP -> Tempo Muito Elevado! Pq?

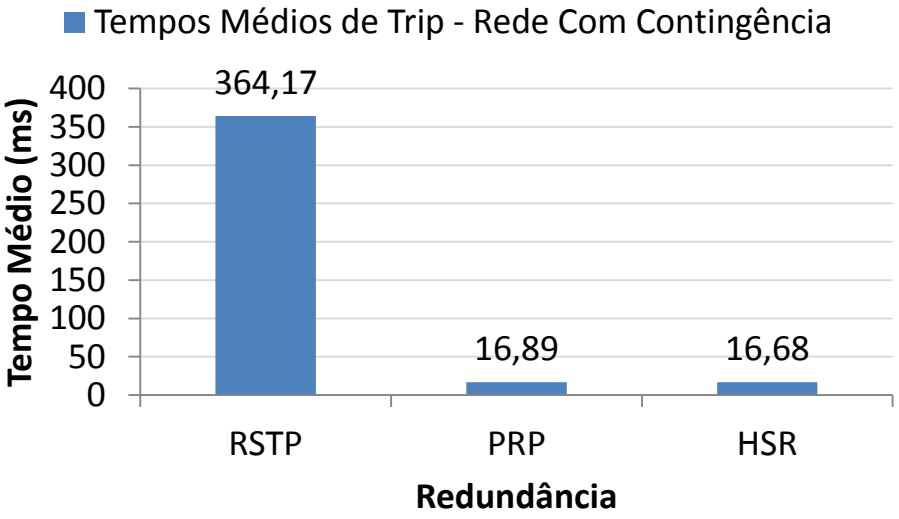
Analise dos Resultados

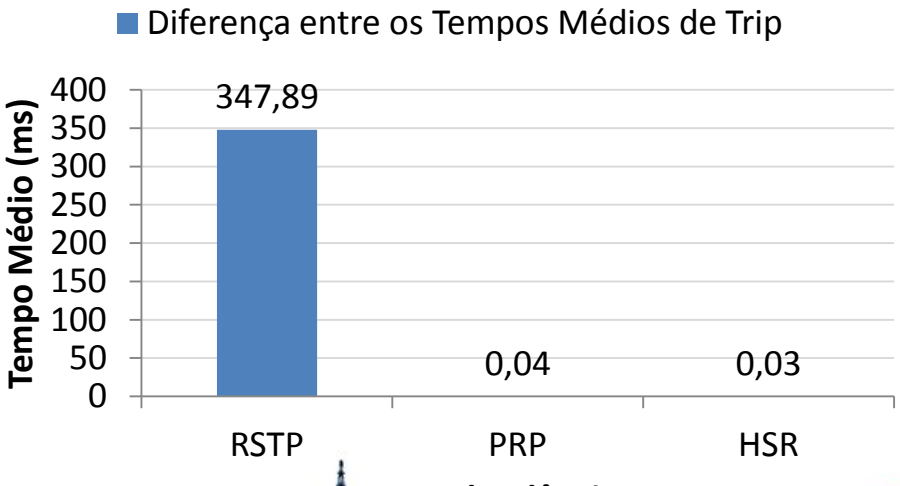
- Perda **35** pacotes
- 35 x 208us = **7,69**ms
- **eRSTP**
- **Loss Rate Level**
- 15% x 80 = **12** pcts
- **Proteção Inibida!**
- T **total** =
  + Restauração
  + Reativação Prt
  + Atuação



Analise dos Resultados







Conclusão

- Avaliação através do **Tempo Med Trip**
- RSTP -> Recomposição apenas **7,69ms**
- **Perda de 35** pacotes
- **Inibição** da **Proteção**
- **Atraso** Trip **Exagerado** 16ms -> **364ms**
- **PRP** e **HSR**, diferença **inexpressiva**
- **Indicados** para **B. Processo**

MUITO OBRIGADO!!!

Paulo Sérgio Pereira Júnior

CONPROVE
ENGENHARIA

www.conprove.com.br