



**ÍNDICE**

<b>1</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>PREMISSAS E DADOS UTILIZADOS .....</b>	<b>11</b>
2.1	PREMISSAS.....	11
2.2	DADOS UTILIZADOS.....	12
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>13</b>
3.1	TABELAS RESUMO – NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO NAS BARRAS.....	13
3.2	CONTRIBUIÇÕES DE CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO .....	15
<b>4</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....</b>	<b>80</b>
<b>5</b>	<b>ANEXO I – RELATÓRIOS DE SAÍDA DO PROGRAMA DE CURTO-CIRCUITO ANAFAS .</b>	<b>81</b>

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros das Linhas de transmissão.....	12
Tabela 2 – Parâmetros dos Transformadores da SE Foz do Iguaçu Norte.....	13
Tabela 3 – Níveis de Curto-Circuito nas Barras – Com 2 transformadores na SE Foz do Iguaçu Norte.....	14
Tabela 4 – Níveis de Curto-Circuito nas Barras – Com 1 transformador na SE Foz do Iguaçu Norte.....	14

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama Simplificado da SE Foz do Iguaçu Norte .....	11
Figura 2 – <b>Curto-circuito trifásico-terra - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A</b> .....	15
Figura 3 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A</b> .....	16
Figura 4 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0</b> .....	16
Figura 5 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A</b> .....	17
Figura 6 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0</b> .....	17
Figura 7 – <b>Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase B</b> .....	18
Figura 8 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase C</b> .....	18
Figura 9 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0</b> .....	19
Figura 10 – <b>Curto-circuito trifásico-terra - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A</b> .....	19
Figura 11 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A</b> .....	20
Figura 12 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0</b> .....	20
Figura 13 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A</b> .....	21

Figura 14 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0 .....	21
Figura 15 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase B .....	22
Figura 16 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase C .....	22
Figura 17 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0 .....	23
Figura 18 – Curto-circuito trifásico-terra - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A .....	23
Figura 19 – Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A .....	24
Figura 20 – Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0 .....	24
Figura 21 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A .....	25
Figura 22 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0 .....	25
Figura 23 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase B .....	26
Figura 24 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase C .....	26
Figura 25 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0 .....	27
Figura 26 – Curto-circuito trifásico-terra - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A .....	27
Figura 27 – Curto-circuito fase-terra - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A .....	28
Figura 28 – Curto-circuito fase-terra - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0 .....	28
Figura 29 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A .....	29
Figura 30 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0 .....	29
Figura 31 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase B .....	30

Figura 32 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase C</b> .....	30
Figura 33 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0</b> .....	31
Figura 34 – <b>Curto-circuito trifásico-terra - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A</b> .....	31
Figura 35 – <b>Curto-circuito fase-terra - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A</b> .....	32
Figura 36 – <b>Curto-circuito fase-terra - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0</b> .....	32
Figura 37 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A</b> .....	33
Figura 38 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0</b> .....	33
Figura 39 – <b>Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase B</b> .....	34
Figura 40 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase C</b> .....	34
Figura 41 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0</b> .....	35
Figura 42 – <b>Curto-circuito trifásico-terra - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A</b> .....	35
Figura 43 – <b>Curto-circuito fase-terra - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A</b> .....	36
Figura 44 – <b>Curto-circuito fase-terra - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0</b> .....	36
Figura 45 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A</b> .....	37
Figura 46 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0</b> .....	37
Figura 47 – <b>Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase B</b> .....	38
Figura 48 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase C</b> .....	38
Figura 49 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0</b> .....	39
Figura 50 – <b>Curto-circuito trifásico-terra - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A</b> .....	39

Figura 51 – <b>Curto-circuito fase-terra</b> - barra 30792 – <b>Vila Yolanda 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente na fase A</b> .....	40
Figura 52 – <b>Curto-circuito fase-terra</b> - barra 30792 – <b>Vila Yolanda 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente 3I0</b> .....	40
Figura 53 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>)</b> - barra 30792 – <b>Vila Yolanda 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente na fase A</b> .....	41
Figura 54 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>)</b> - barra 30792 – <b>Vila Yolanda 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente 3I0</b> .....	41
Figura 55 – <b>Curto-circuito fase-fase (fases B e C)</b> - barra 30792 – <b>Vila Yolanda 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente na fase B</b> .....	42
Figura 56 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C)</b> - barra 30792 – <b>Vila Yolanda 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente na fase C</b> .....	42
Figura 57 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C)</b> - barra 30792 – <b>Vila Yolanda 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente 3I0</b> .....	43
Figura 58 – <b>Curto-circuito trifásico-terra</b> - barra 30648 – <b>Foz do Iguaçu 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente na fase A</b> .....	43
Figura 59 – <b>Curto-circuito fase-terra</b> - barra 30648 – <b>Foz do Iguaçu 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente na fase A</b> .....	44
Figura 60 – <b>Curto-circuito fase-terra</b> - barra 30648 – <b>Foz do Iguaçu 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente 3I0</b> .....	44
Figura 61 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>)</b> - barra 30648 – <b>Foz do Iguaçu 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente na fase A</b> .....	45
Figura 62 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>)</b> - barra 30648 – <b>Foz do Iguaçu 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente 3I0</b> .....	45
Figura 63 – <b>Curto-circuito fase-fase (fases B e C)</b> - barra 30648 – <b>Foz do Iguaçu 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente na fase B</b> .....	46
Figura 64 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C)</b> - barra 30648 – <b>Foz do Iguaçu 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente na fase C</b> .....	46
Figura 65 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C)</b> - barra 30648 – <b>Foz do Iguaçu 138 kV</b> – com 2 trafos: <b>Corrente 3I0</b> .....	47
Figura 66 – <b>Curto-circuito trifásico-terra</b> - barra 31755 - <b>Foz do Iguaçu Norte 230 kV</b> – com 1 trafo: <b>Corrente na fase A</b> .....	47
Figura 67 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A)</b> - barra 31755 - <b>Foz do Iguaçu Norte 230 kV</b> – com 1 trafo: <b>Corrente na fase A</b> .....	48
Figura 68 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A)</b> - barra 31755 - <b>Foz do Iguaçu Norte 230 kV</b> – com 1 trafo: <b>Corrente 3I0</b> .....	48

Figura 69 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	49
Figura 70 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 1 trafo1: Corrente 3I0</b> .....	49
Figura 71 – <b>Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase B</b> .....	50
Figura 72 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C</b> .....	50
Figura 73 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	51
Figura 74 – <b>Curto-circuito trifásico-terra - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	51
Figura 75 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	52
Figura 76 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	52
Figura 77 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	53
Figura 78 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	53
Figura 79 – <b>Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase B</b> .....	54
Figura 80 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C</b> .....	54
Figura 81 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	55
Figura 82 – <b>Curto-circuito trifásico-terra - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	55
Figura 83 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	56
Figura 84 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	56
Figura 85 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	57
Figura 86 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	57



Figura 87 – <b>Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase B</b> .....	58
Figura 88 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C</b> .....	58
Figura 89 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	59
Figura 90 – <b>Curto-circuito trifásico-terra - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	59
Figura 91 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	60
Figura 92 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	60
Figura 93 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31757 - Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	61
Figura 94 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31757 - Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	61
Figura 95 – <b>Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31757 - Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase B</b> .....	62
Figura 96 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - barra 31757 - Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C</b> .....	62
Figura 97 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - barra 31757 - Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	63
Figura 98 – <b>Curto-circuito trifásico-terra - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	63
Figura 99 – <b>Curto-circuito fase-terra - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	64
Figura 100 – <b>Curto-circuito fase-terra - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	64
Figura 101 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	65
Figura 102 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	65
Figura 103 – <b>Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase B</b> .....	66
Figura 104 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C</b> .....	66



Figura 105 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	67
Figura 106 – <b>Curto-circuito trifásico-terra - barra 30793 – Portal 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	67
Figura 107 – <b>Curto-circuito fase-terra - barra 30793 – Portal 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	68
Figura 108 – <b>Curto-circuito fase-terra - barra 30793 – Portal 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	68
Figura 109 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	69
Figura 110 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	69
Figura 111 – <b>Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase B</b> .....	70
Figura 112 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C</b> .....	70
Figura 113 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	71
Figura 114 – <b>Curto-circuito trifásico-terra - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	71
Figura 115 – <b>Curto-circuito fase-terra - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	72
Figura 116 – <b>Curto-circuito fase-terra - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	72
Figura 117 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	73
Figura 118 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	73
Figura 119 – <b>Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase B</b> .....	74
Figura 120 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C</b> .....	74
Figura 121 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0</b> .....	75
Figura 122 – <b>Curto-circuito trifásico-terra - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	75
Figura 123 – <b>Curto-circuito fase-terra - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A</b> .....	76

Figura 124 – <b>Curto-circuito fase-terra</b> - barra 30648 – <b>Foz do Iguaçu 138 kV</b> – com 1 trafo: <b>Corrente 3I0</b> .....	76
Figura 125 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>)</b> - barra 30648 – <b>Foz do Iguaçu 138 kV</b> – com 1 trafo: <b>Corrente na fase A</b> .....	77
Figura 126 – <b>Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância (<math>R_f=80\Omega</math>)</b> - barra 30648 – <b>Foz do Iguaçu 138 kV</b> – com 1 trafo: <b>Corrente 3I0</b> .....	77
Figura 127 – <b>Curto-circuito fase-fase (fases B e C)</b> - barra 30648 – <b>Foz do Iguaçu 138 kV</b> – com 1 trafo: <b>Corrente na fase B</b> .....	78
Figura 128 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C)</b> - barra 30648 – <b>Foz do Iguaçu 138 kV</b> – com 1 trafo: <b>Corrente na fase C</b> .....	78
Figura 129 – <b>Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C)</b> - barra 30648 – <b>Foz do Iguaçu 138 kV</b> – com 1 trafo: <b>Corrente 3I0</b> .....	79

## 1 OBJETIVO

Este relatório apresenta os resultados dos cálculos de curtos-circuitos efetuados na Subestação de Foz de Iguaçu Norte e nas demais subestações conectadas a esta, com o objetivo de fornecer subsídios para os estudos seletividade e de coordenação da proteção referentes à entrada em operação do segundo transformador 230/138/13,8 kV – 150 MVA nesta subestação.

## 2 PREMISSAS E DADOS UTILIZADOS

### 2.1 PREMISSAS

As seguintes premissas foram consideradas nas análises de curto-circuito desenvolvidas:

O cálculo das correntes de curto-circuito, nas diversas barras e para as diferentes configurações estudadas, foi realizado através do programa ANAFAS (CEPEL) [versão 6.0].

A Figura 1, a seguir, apresenta o diagrama esquemático simplificado da Subestação Foz do Iguaçu Norte, contemplando todas as barras de conexão [1] e [2]. Em cada barra mostrada, foram simulados cinco tipos de defeitos: trifásico-terra; fase-fase (fases B e C); fase-fase-terra (fases B e C); fase-terra (fase A), e fase-terra (fase A) através impedância (Resistência de falta=  $R_f = 80$  ohms).

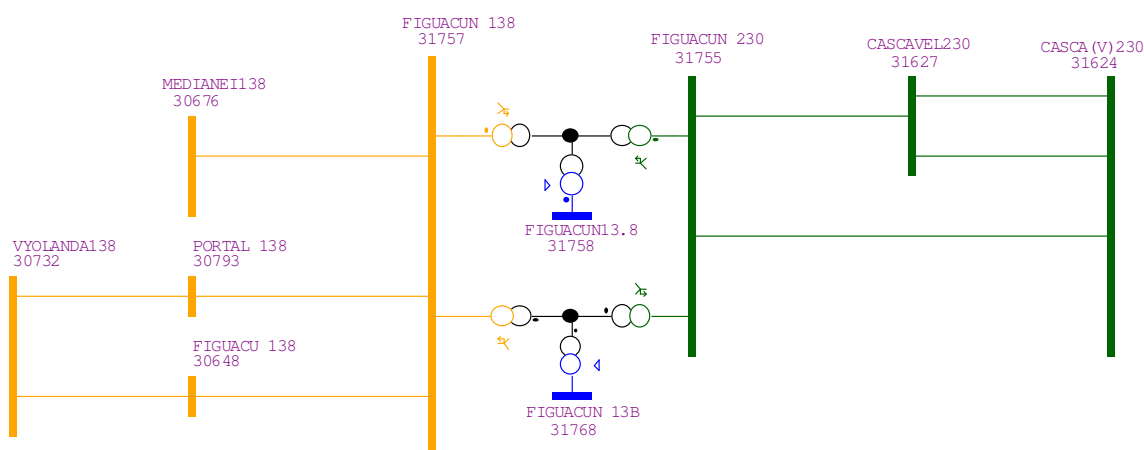


Figura 1 – Diagrama Simplificado da SE Foz do Iguaçu Norte

Os casos de curto-circuito foram processados utilizando a base de dados para estudos de curto-circuito do ONS, caso base dezembro de 2011.

Foram consideradas duas configurações distintas: com apenas um transformador em operação, e com os dois transformadores 230/138/13, 8 kV - 150 MVA da SE Foz de Iguaçu Norte presentes.

Todos os níveis de curto-circuito calculados, bem como os valores de corrente de contribuição de curto-circuito obtidos estão expressos em ampères, e se referem aos valores de curto-circuito simétricos.

## 2.2 DADOS UTILIZADOS

As Tabelas 1 e 2, a seguir, apresentam os parâmetros elétricos das linhas de transmissão da região em estudo e dos transformadores da subestação de Foz de Iguaçu Norte [2].

**Tabela 1 – Parâmetros das Linhas de transmissão**

BARRAS		N° do CIRCUITO	TENSÃO	IMPEDÂNCIAS DE SEQUÊNCIAS POSITIVA E ZERO – BASE 100 MVA			
DE	PARA		[kV]	R1 (%)	X1 (%)	R0 (%)	X0 (%)
Foz do Iguaçu Norte	Cascavel	1	230	1,97	12,2	6,89	25,84
Cascavel	Cascavel Oeste	1		0,2	1,03	0,74	3,20
		2		0,18	1,07	0,59	2,56
Foz do Iguaçu Norte	Cascavel Oeste	1		1,88	10,60	9,72	37,09
Foz do Iguaçu Norte	Medianeira	1	138	4,72	14,14	10,87	39,03
Foz do Iguaçu Norte	Portal	1		0,07	0,34	0,34	1,02
Portal	Vila Yolanda	1		0,43	1,98	1,94	6,01
Foz do Iguaçu Norte	Foz do Iguaçu	1		0,23	1,33	0,75	2,78

**Tabela 2 – Parâmetros dos Transformadores da SE Foz do Iguaçu Norte**

ENROLAMENTO	TENSÃO [kV]	TIPO DE LIGAÇÃO	IMPEDÂNCIAS DE SEQUÊNCIAS POSITIVA E ZERO – BASE 100 MVA			
			R1 (%)	X1 (%)	R0 (%)	X0 (%)
Xp	230	Estrela aterrado	0,165	8,267	0,165	5,107
Xs	138	Estrela aterrada	0,005	-1,733	0,005	0,57
Xt	13,8	delta	1,381	47,20	1,381	38,227

### **3 RESULTADOS**

Neste item são apresentados os resultados das simulações de curto-circuito através de tabelas contendo os níveis de curto-circuito nas barras de interesse do sistema, e graficamente mostrados as contribuições de corrente para cada caso de curto-circuito simulado.

Os relatórios completos das simulações, contendo os valores das correntes e tensões por fase e por componentes simétricas, são fornecidos, também, em arquivos de texto, no formato de saída do programa ANAFAS, versão 6.0, do CEPEL, enviados juntamente com este estudo, como descrito no ANEXO I.

#### **3.1 TABELAS RESUMO – NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO NAS BARRAS**

As Tabelas 3 e 4, a seguir, apresentam os níveis de curto-circuito calculados nas barras de interesse do sistema, considerando um ou dois transformadores de 230/128/13,8 kV – 150 MVA na Subestação de Foz do Iguaçu Norte, respectivamente.

**Tabela 3 – Níveis de Curto-Circuito nas Barras – Com 2 transformadores na SE Foz do Iguaçu Norte**

BARRA	TENSÃO [kV]	Curto 3F [A]	Curto 1F [A]	Curto 1F (Z=80Ω) [A]	Curto 2F [A]	Curto 2FT [A]
Foz do Iguaçu Norte (31755)	<b>230</b>	4201/-80.4°	4420/-81.2°	1481/-19.3°	3638/-170.4°	4373/-138.2°
Cascavel (31627)		22506/-84.7°	21185/-82.3°	1638/-4.4°	19490/-174.7°	21203/-146.6°
Cascavel Oeste (31624)		27498/-86.4°	30284/-85.8°	1651/-3.1°	23814/-176.4°	28845/-140.7°
Foz do Iguaçu Norte (31757)	<b>138</b>	5083/-81.7°	6213/-82.0°	963/-8.8°	4402/-171.7°	5984/-129.8°
Medianeira (30676)		3282/-75.1°	3457/-77.0°	904/-14.8°	2842/-165.1°	3481/-133.6°
Portal (30793)		4887/-81.5°	5908/-81.7°	960/-9.3°	4232/-171.5°	5667/-130.3°
Vila Yolanda (30792)		4252/-81.0°	4968/-81.1°	949/-10.9°	3682/-171.0°	4753/-132.1°
Foz do Iguaçu (30648)		4482/-81.4°	5446/-81.7°	956/-10.0°	3882/-171.4°	5239/-130.0°

**Tabela 4 – Níveis de Curto-Circuito nas Barras – Com 1 transformador na SE Foz do Iguaçu Norte**

BARRA	TENSÃO [kV]	Curto 3F [A]	Curto 1F [A]	Curto 1FZ80Ω [A]	Curto 2F [A]	Curto 2FT [A]
Foz do Iguaçu Norte (31755)	<b>230</b>	4171/-80.6°	4052/-81.1°	1459/-20.8°	3613/-170.6°	4146/-142.2°
Cascavel (31627)		22506/-84.7°	21152/-82.3°	1638/-4.4°	19490/-174.7°	21195/-146.7°
Cascavel Oeste (31624)		27498/-86.4°	30261/-85.8°	1651/-3.1°	23814/-176.4°	28834/-140.8°
Foz do Iguaçu Norte (31757)	<b>138</b>	4081/-82.0°	5071/-82.2°	953/-10.7°	3524/-172.0°	4892/-128.8°
Medianeira (30676)		3099/-75.7°	3317/-77.3°	901/-15.4°	2684/-165.7°	3313/-133.2°
Portal (30793)		3954/-81.9°	4881/-82.0°	950/-11.1°	3424/-171.9°	4694/-129.1°
Vila Yolanda (30792)		3528/-81.4°	4245/-81.5°	939/-12.6°	3055/-171.4°	4064/-130.4°
Foz do Iguaçu (30648)		3685/-81.8°	4580/-82.0°	946/-11.8°	3191/-171.8°	4422/-128.6°

## 3.2 CONTRIBUIÇÕES DE CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO

A seguir são apresentadas as correntes de contribuição na forma gráfica de saída do programa Sapre, versão 2.2, do CEPEL.

Para cada diagrama contendo os resultados de uma simulação de curto-circuito, os valores das correntes são apresentados em ampères, acompanhados dos respectivos ângulos em graus. Os valores de tensão em cada barra (na parte inferior) também são mostrados, e estão expressos em valores por unidade da tensão nominal [p.u].

### 3.2.1. COM 2 TRANSFORMADORES 230/138/13,8 KV EM OPERAÇÃO NA SE FOZ DO IGUAÇU NORTE

Localização da falta: **Foz do Iguaçu Norte 230 kV** (barra 31755) - Figuras 2 a 9

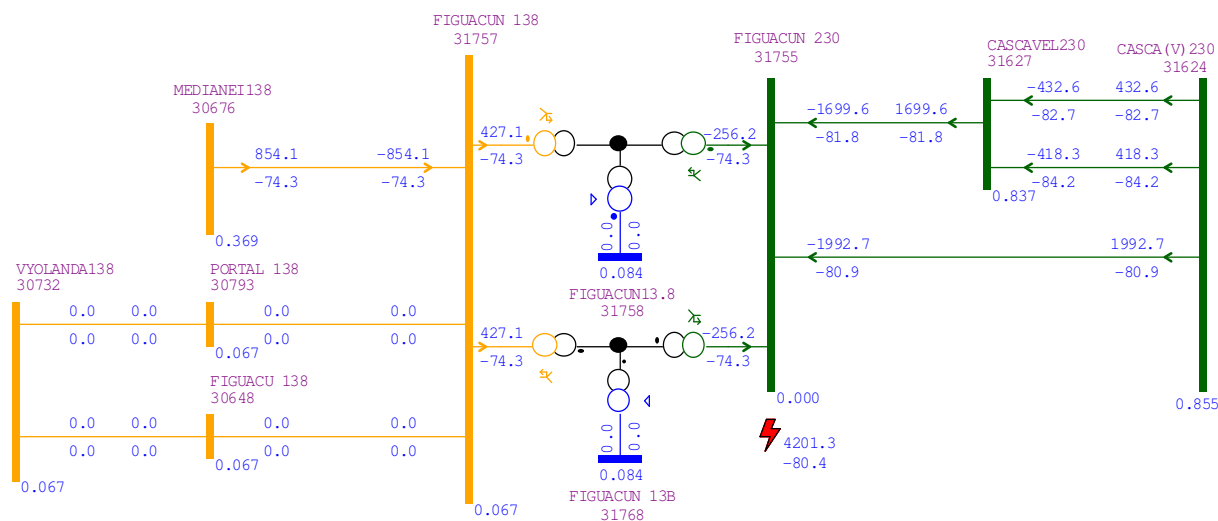
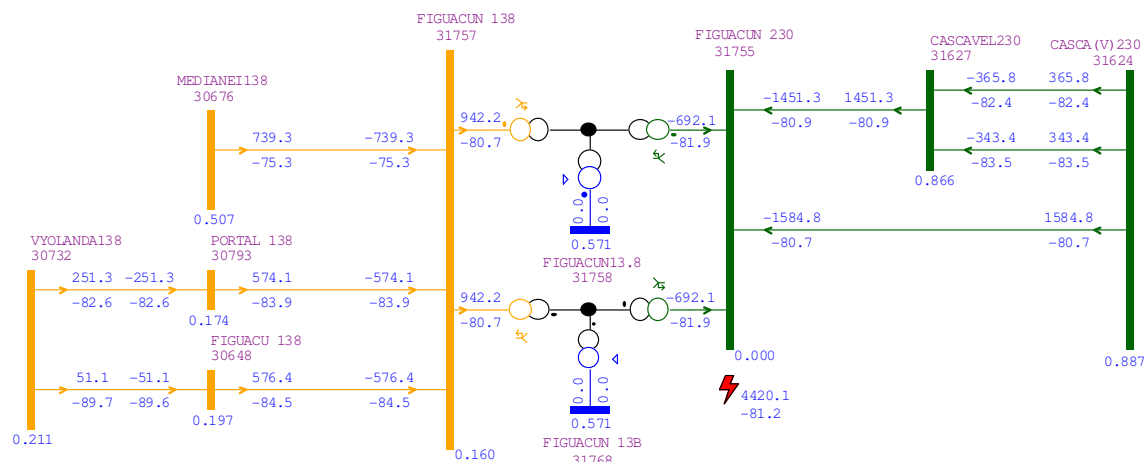
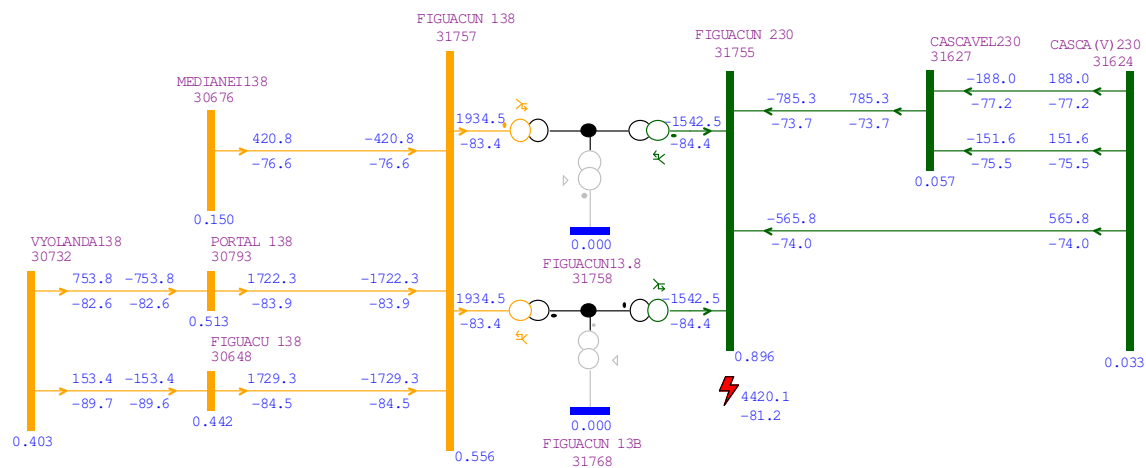


Figura 2 – **Curto-circuito trifásico-terra** - barra 31755 - **Foz do Iguaçu Norte 230 kV** – com 2 trafos: **Corrente na fase A**

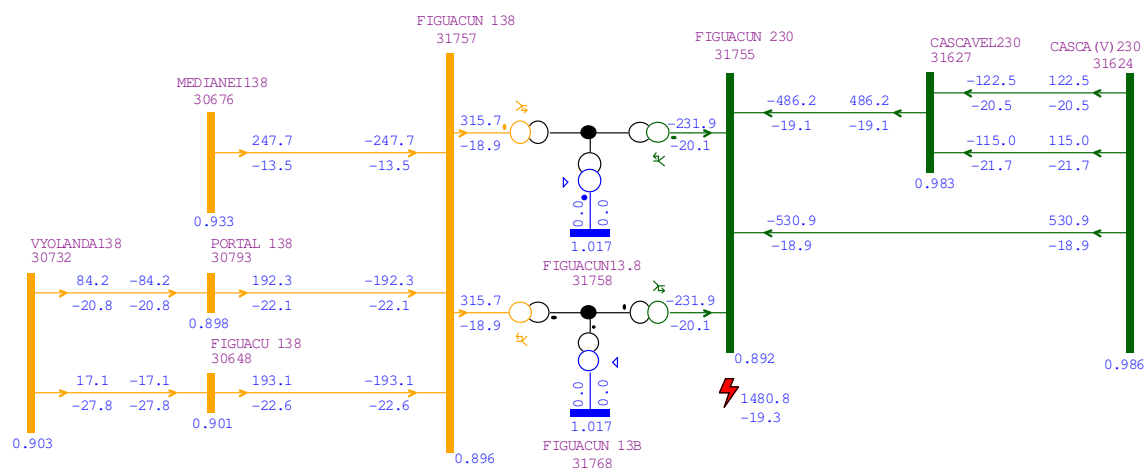




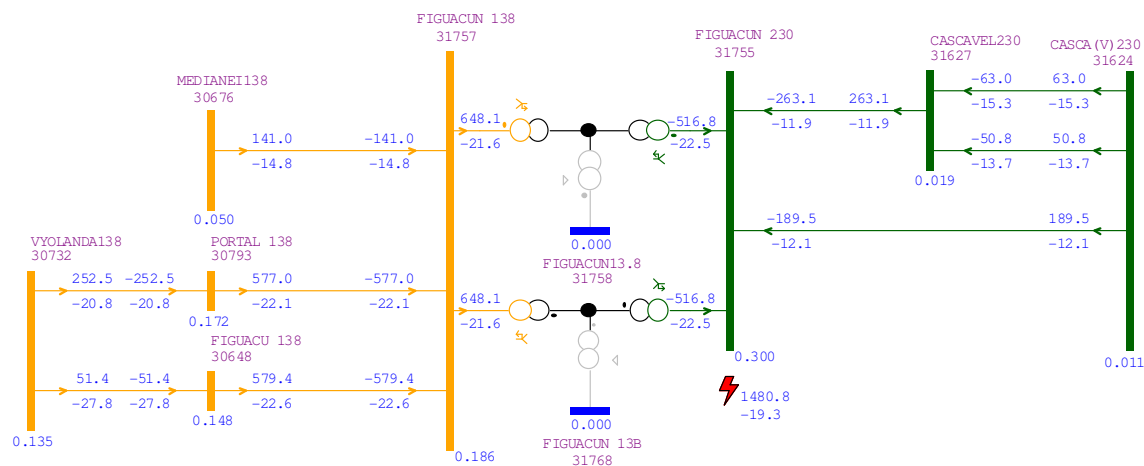
**Figura 3 – Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**



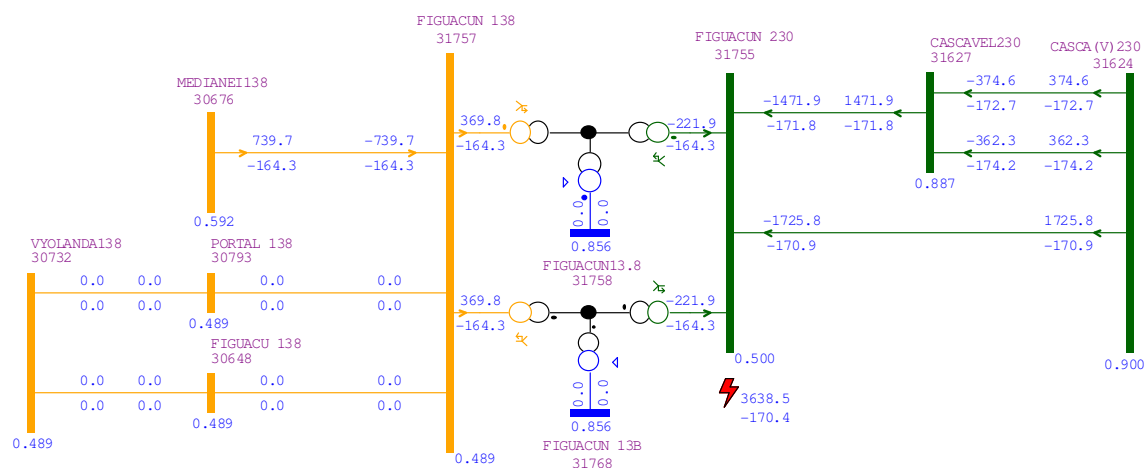
**Figura 4 – Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente 310**



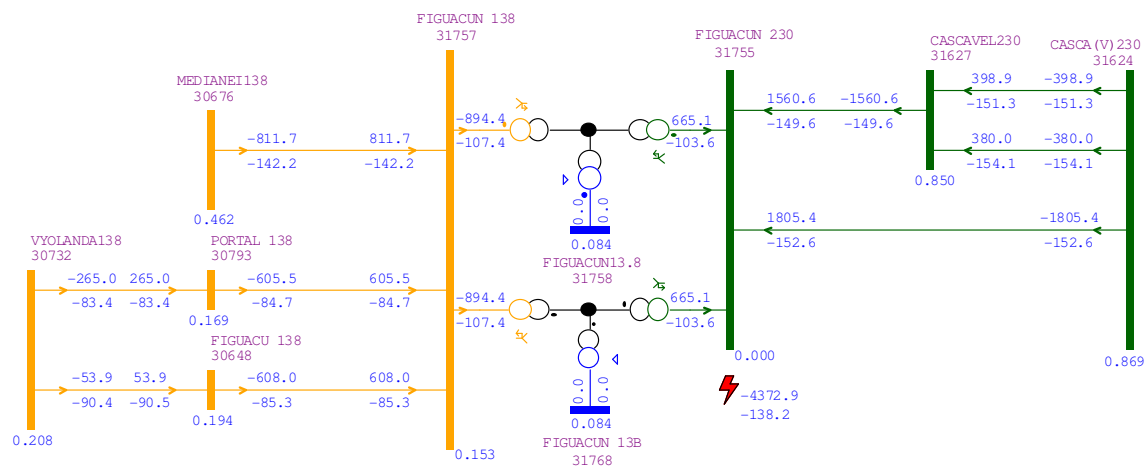
**Figura 5 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**



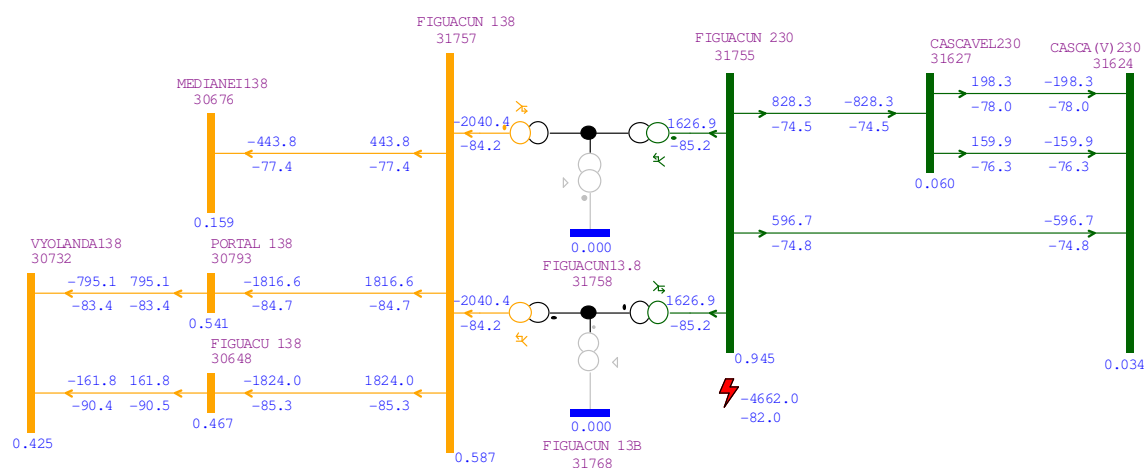
**Figura 6 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0**



**Figura 7 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase B**

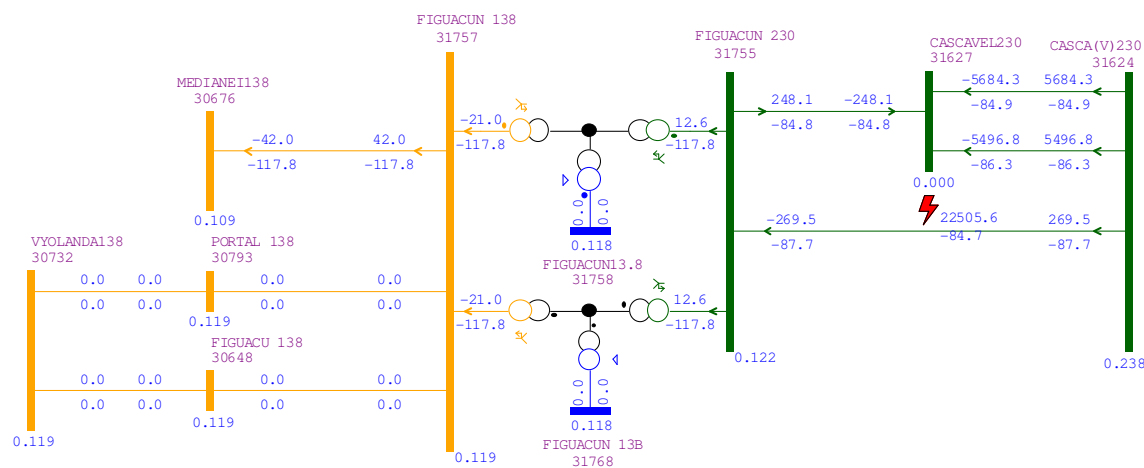


**Figura 8 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase C**

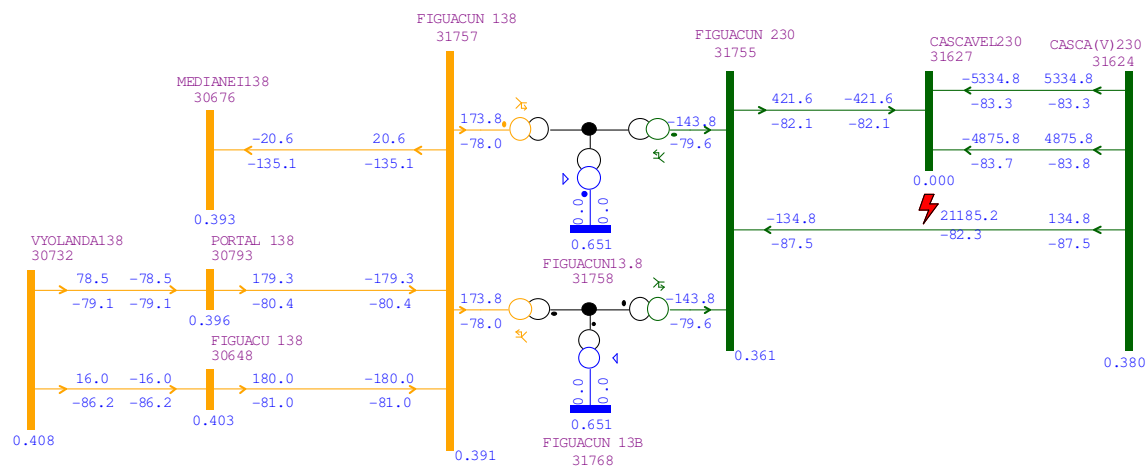


**Figura 9 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 2 trafos: Corrente 310**

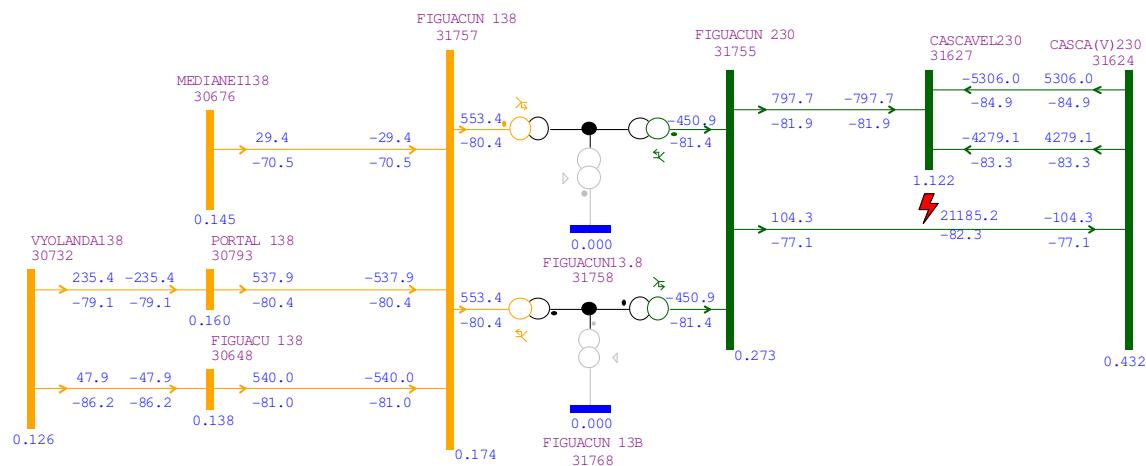
Localização da falta: **Cascavel 230 kV** (barra 31627) - Figuras 10 a 17



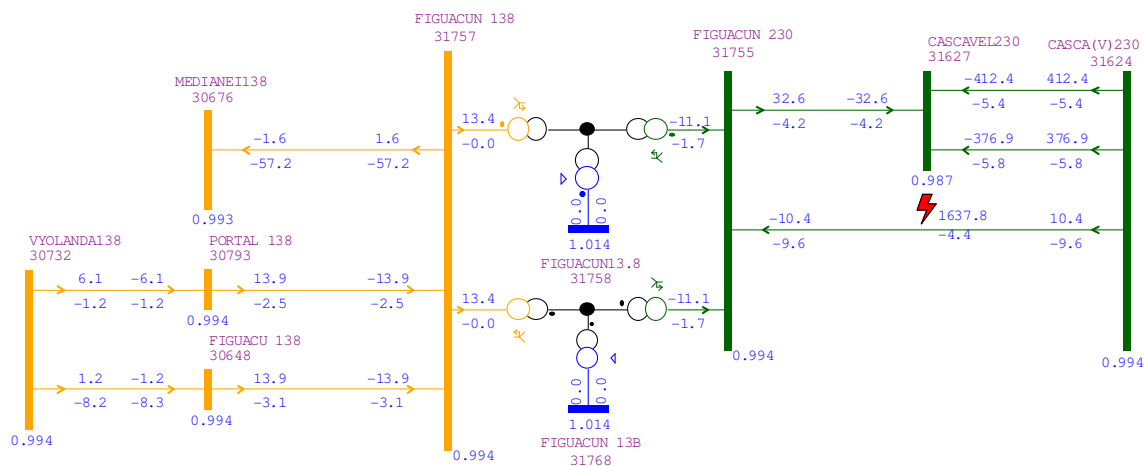
**Figura 10 – Curto-circuito trifásico-terra - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**



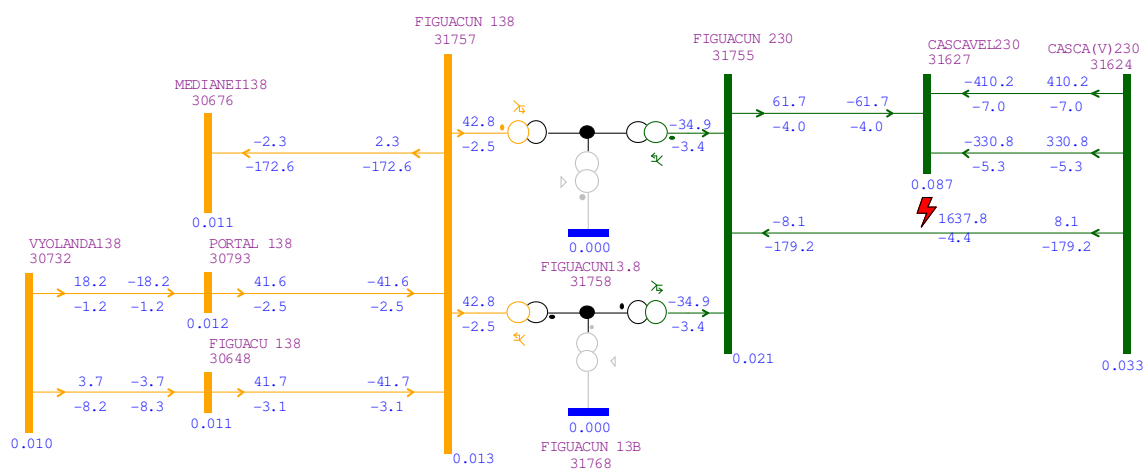
**Figura 11 – Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 trafos:  
Corrente na fase A**



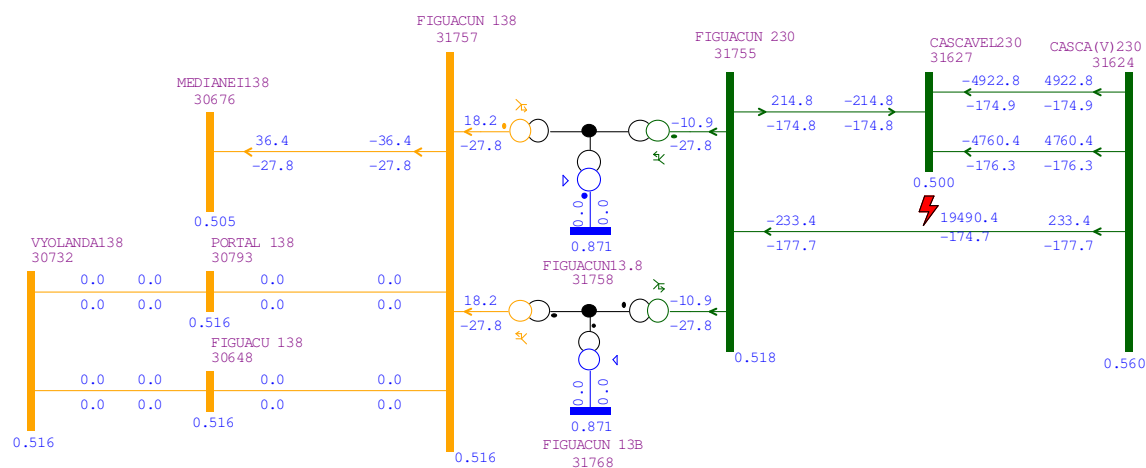
**Figura 12 – Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 trafos:  
Corrente 3I0**



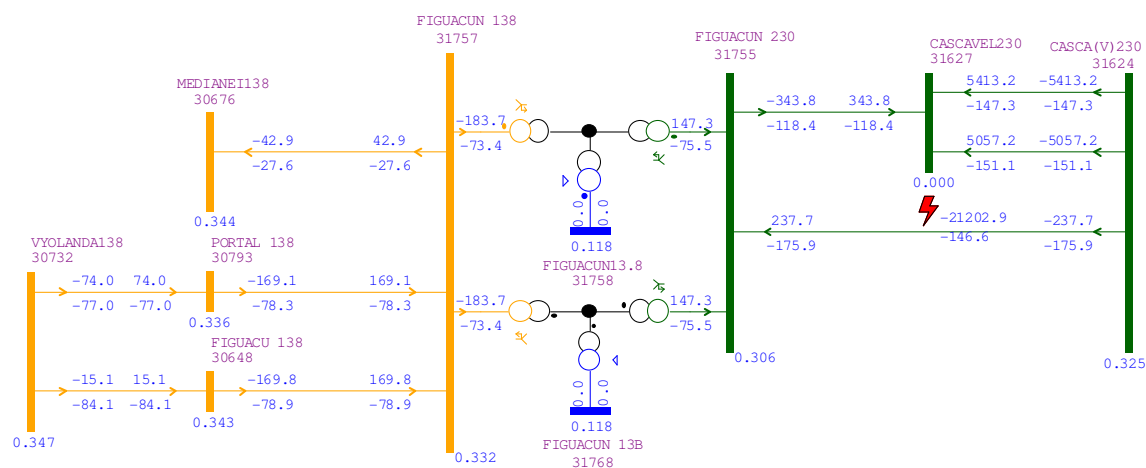
**Figura 13 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**



**Figura 14 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 trafos: Corrente 310**



**Figura 15 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 tra-  
fos: Corrente na fase B**



**Figura 16 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com  
2 traços: Corrente na fase C**



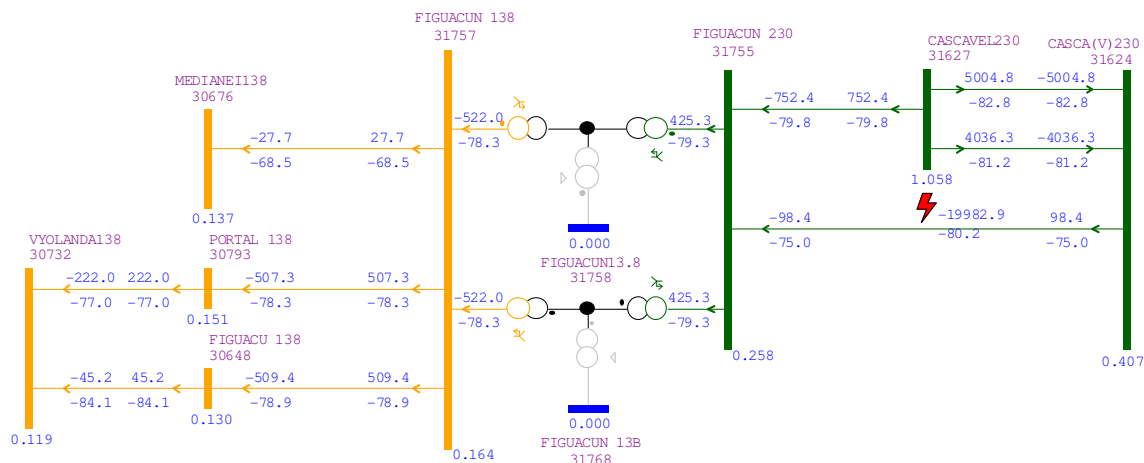


Figura 17 – **Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 2 trafos: Corrente 310**

Localização da falta: **Cascavel 230 kV** (barra 31624) - Figuras 18 a 25

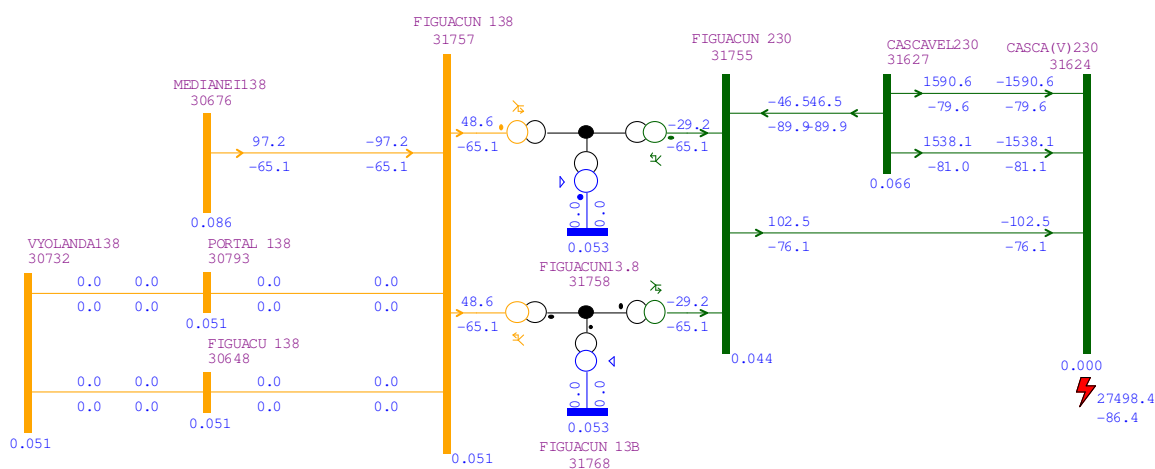
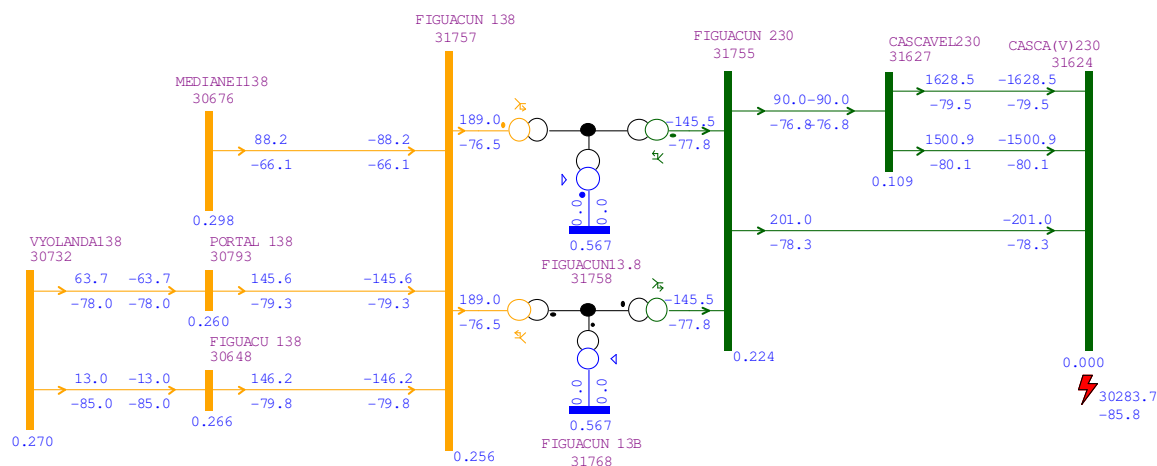
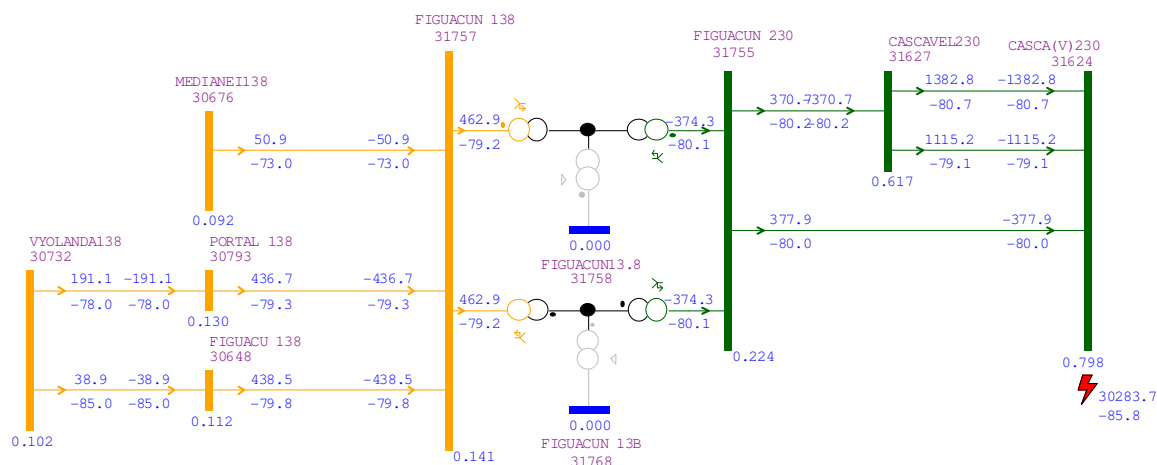


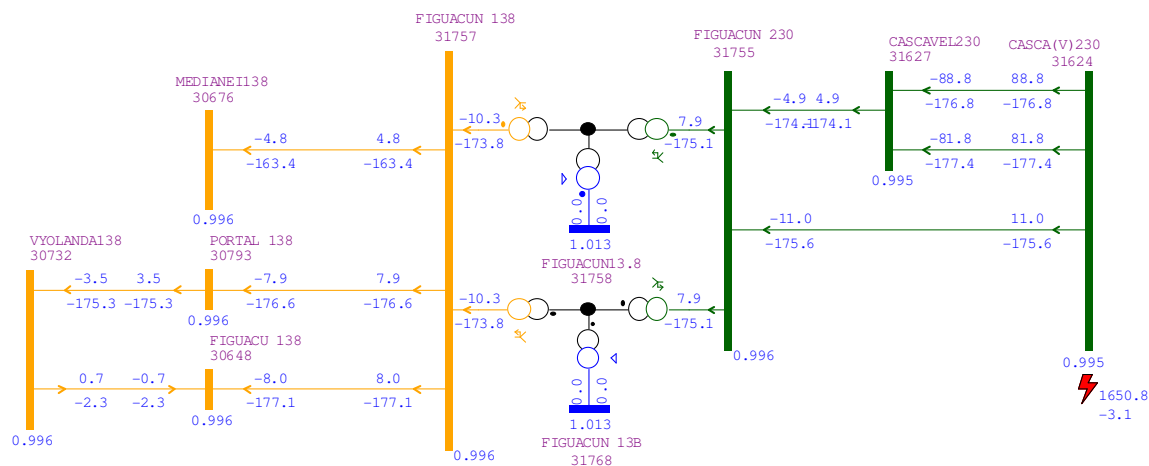
Figura 18 – **Curto-circuito trifásico-terra - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**



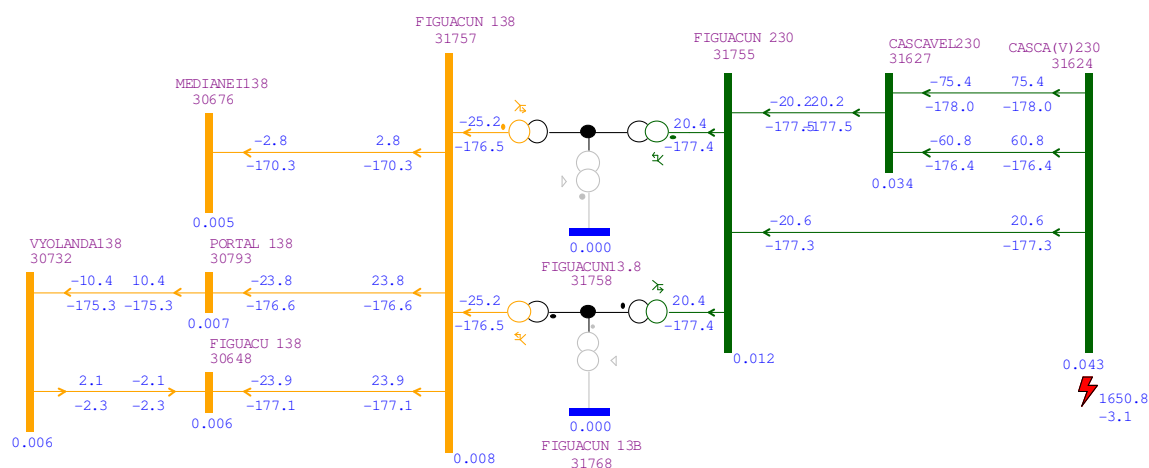
**Figura 19 – Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**



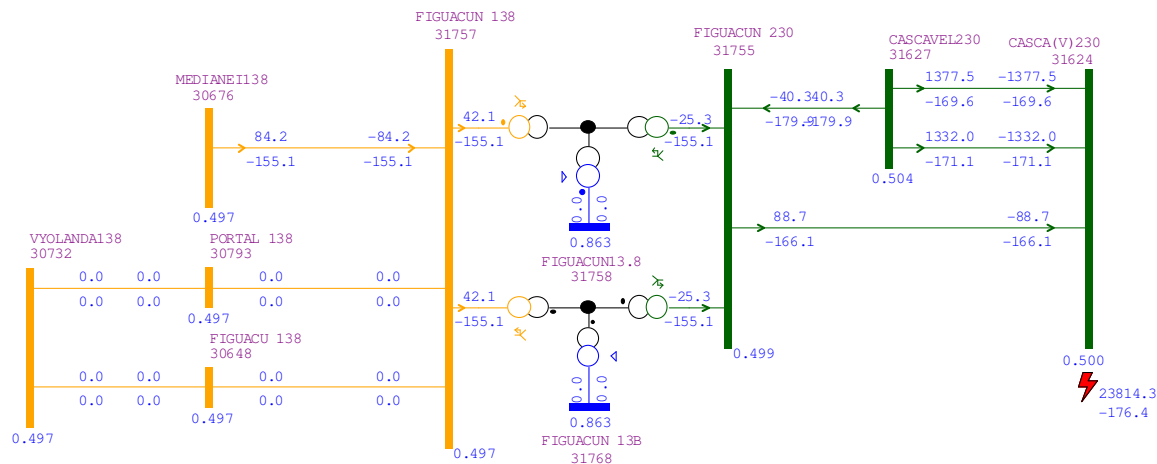
**Figura 20 – Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 2 trafos: Corrente 310**



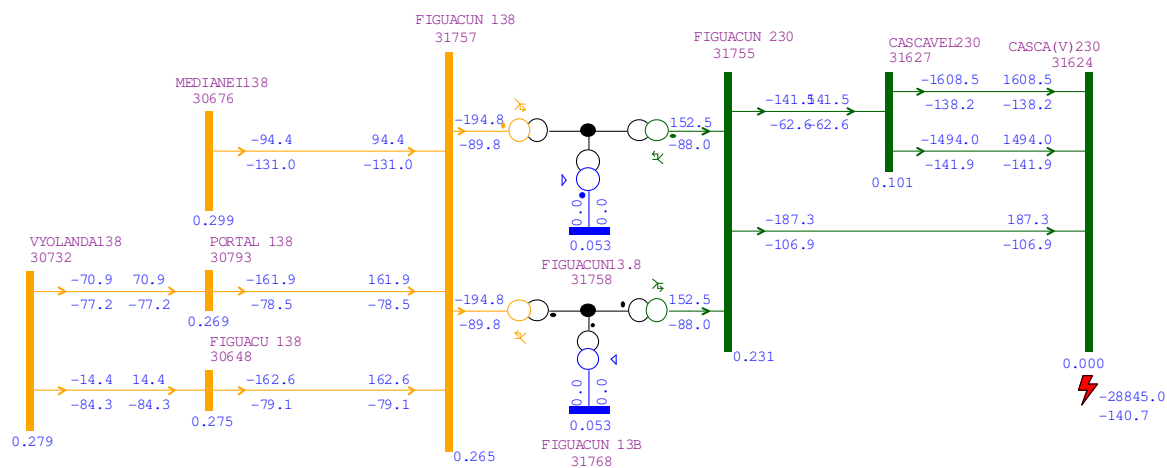
**Figura 21 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**



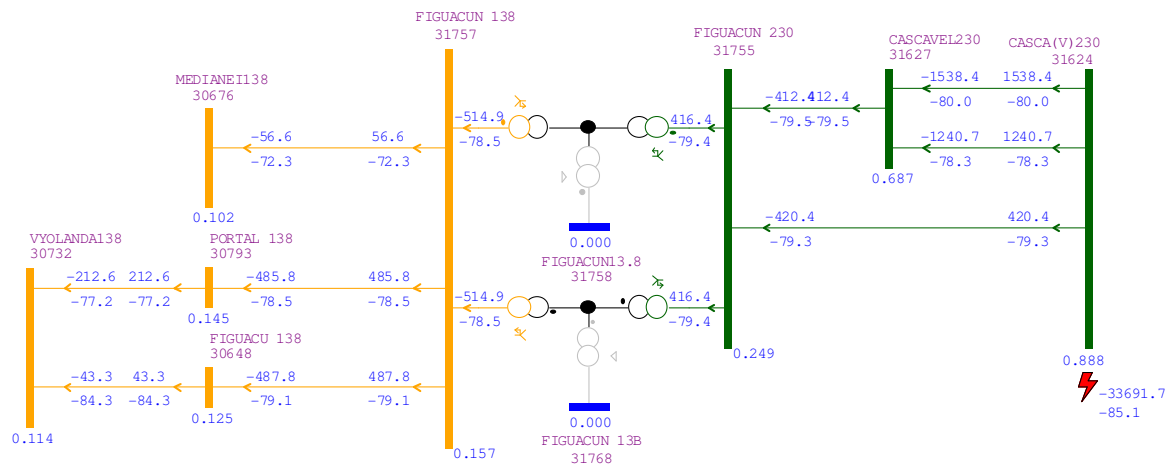
**Figura 22 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0**



**Figura 23 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV  
– com 2 trafos: Corrente na fase B**

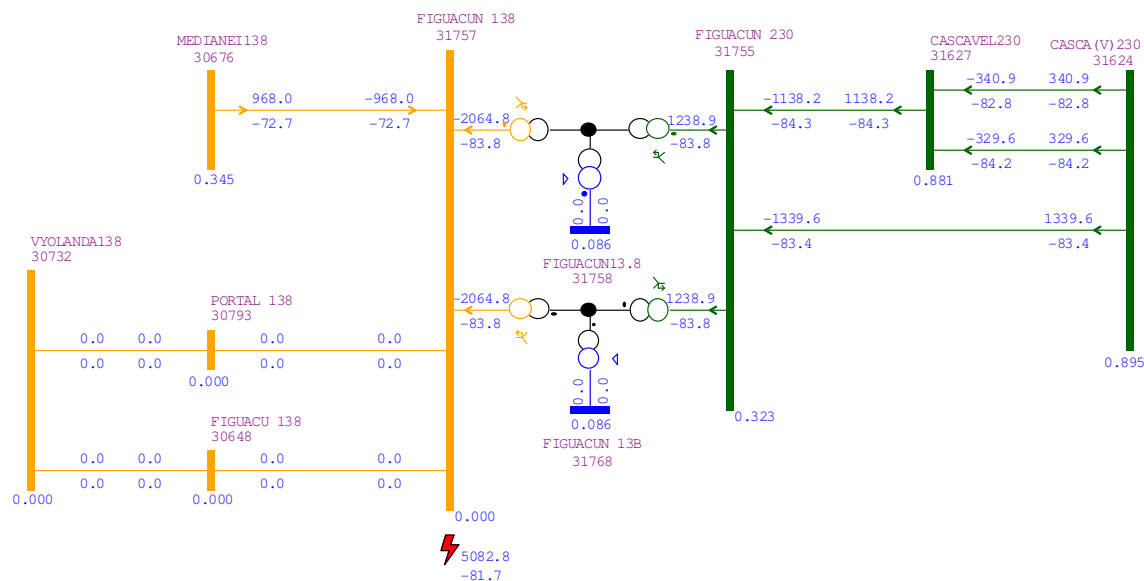


**Figura 24 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO)  
230 kV – com 2 trafos: Corrente na fase C**

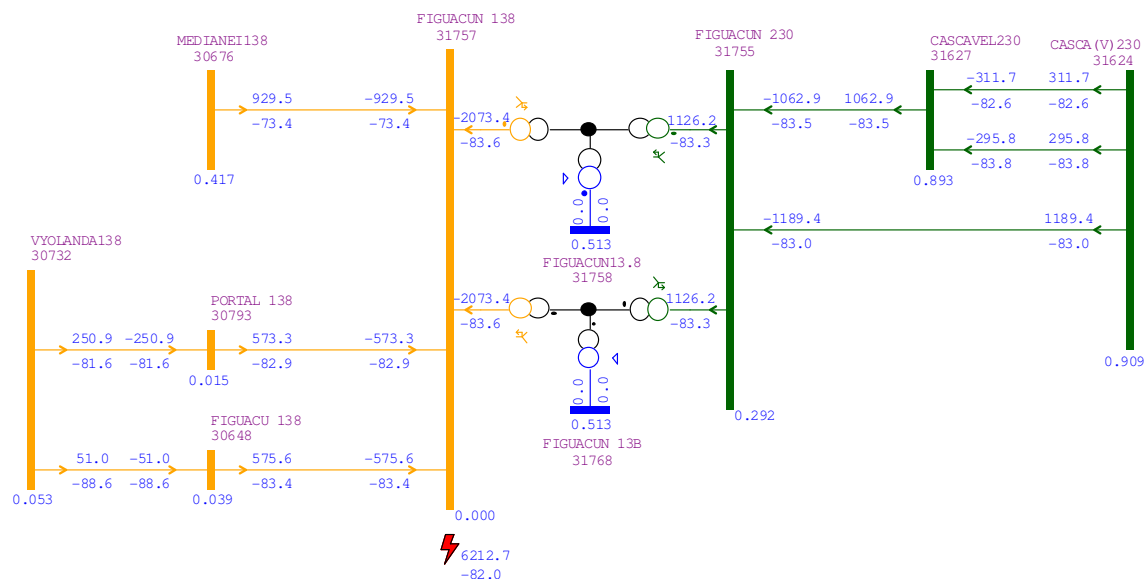


**Figura 25 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 2 trafos: Corrente 310**

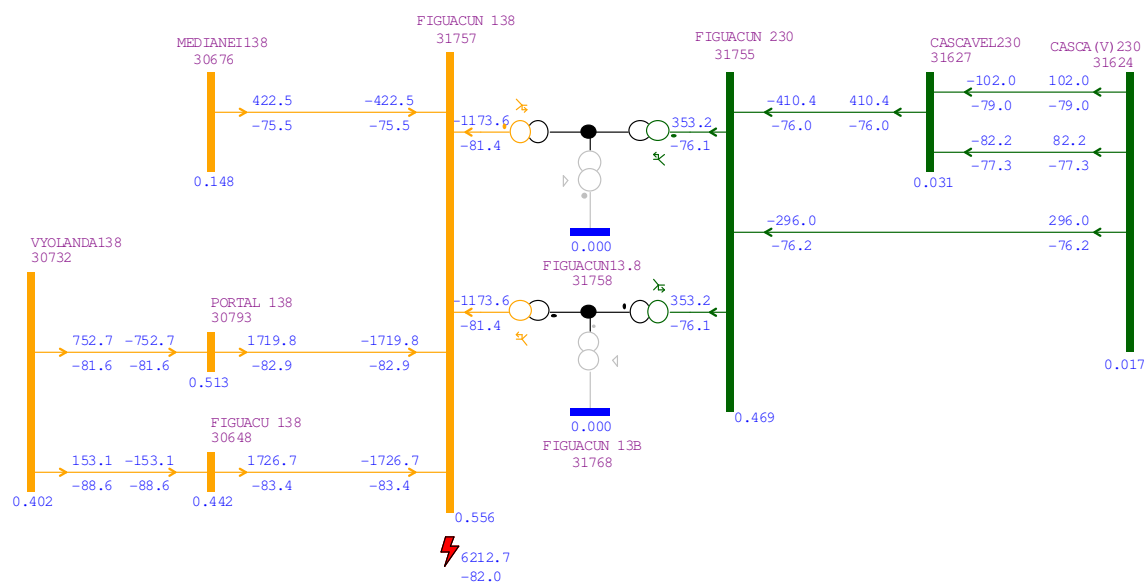
Localização da falta: **Foz do Iguaçu Norte 138 kV** (barra 31757) - Figuras 26 a 33



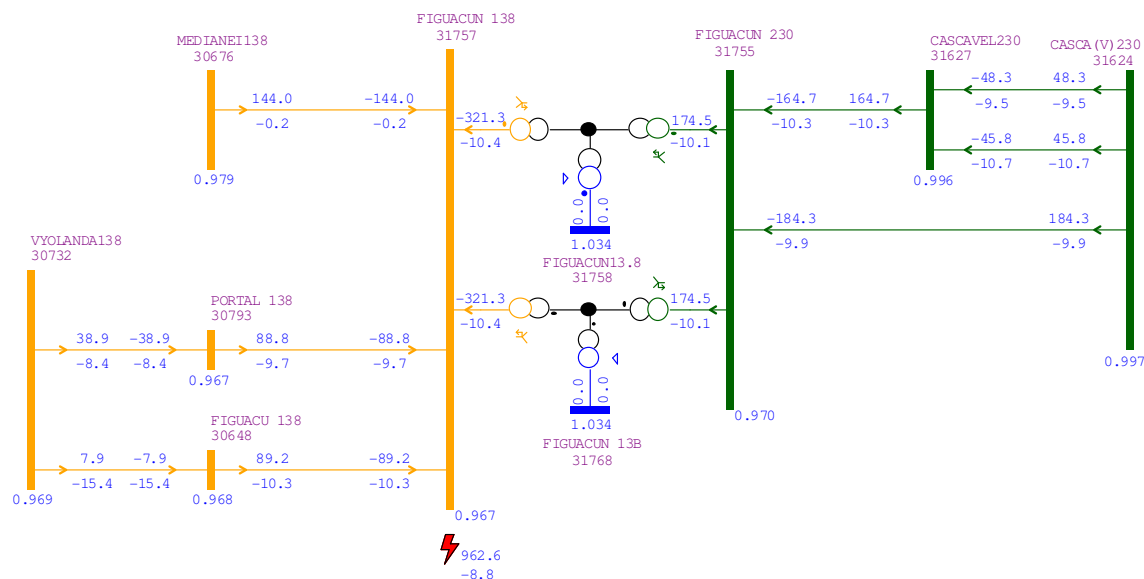
**Figura 26 – Curto-circuito trifásico-terra - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**



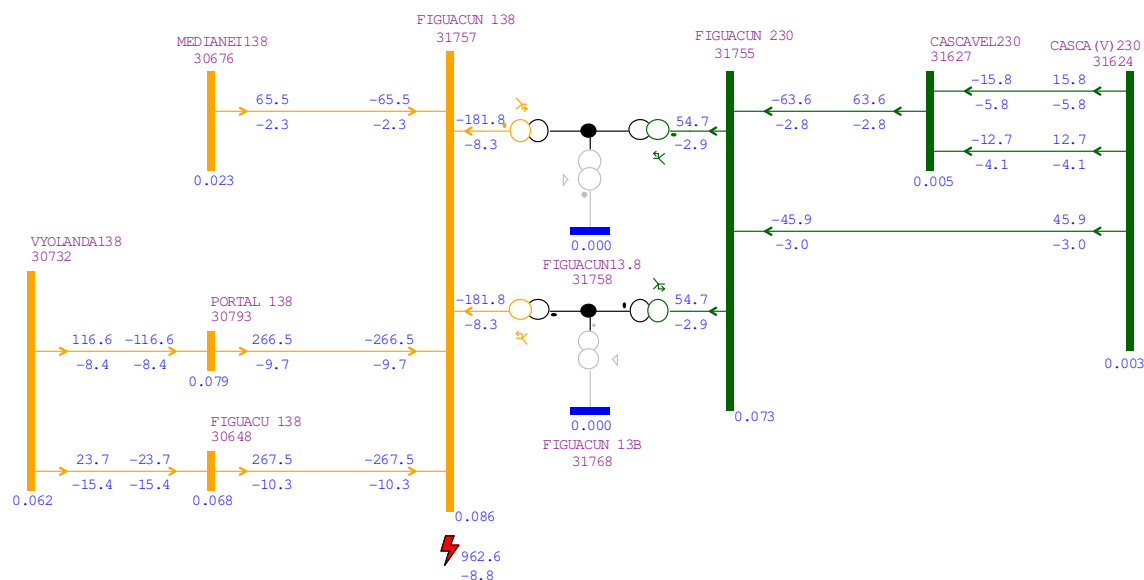
**Figura 27 – Curto-circuito fase-terra - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos:**  
**Corrente na fase A**



**Figura 28 – Curto-circuito fase-terra - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente 310**

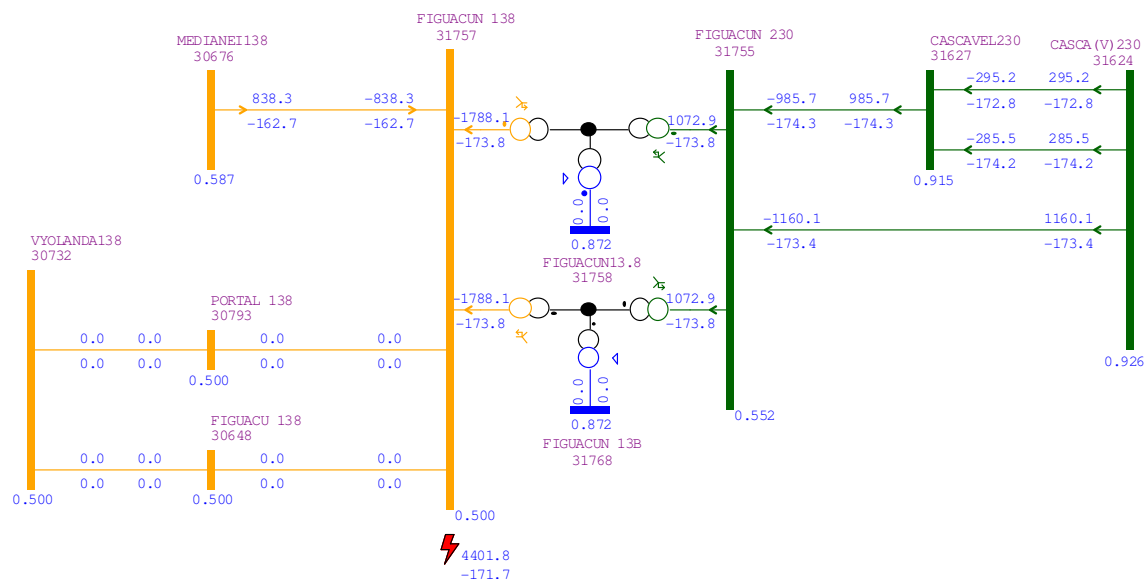


**Figura 29 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**

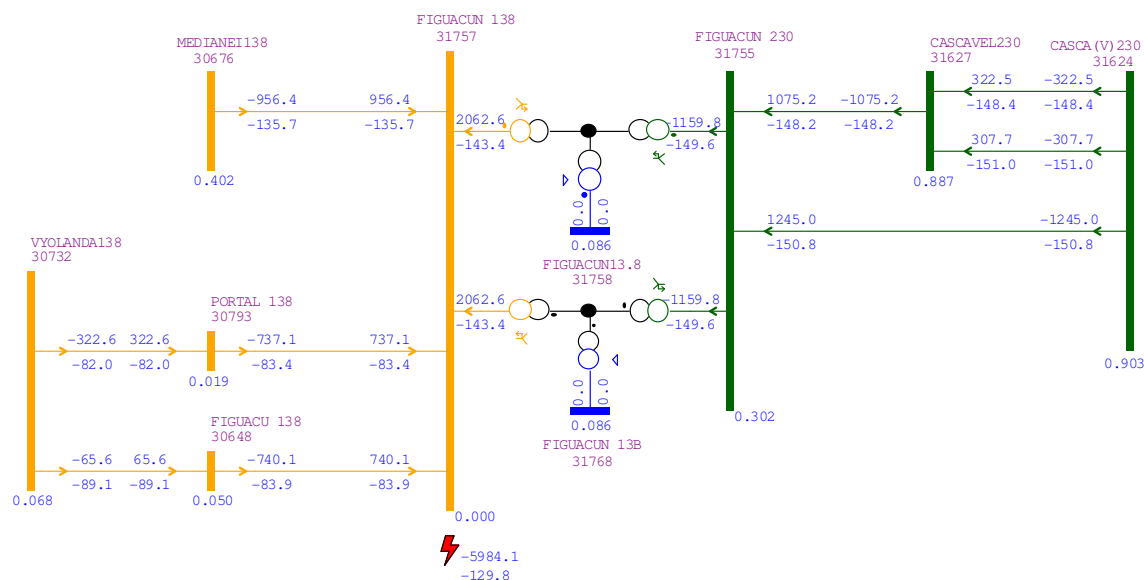


**Figura 30 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0**

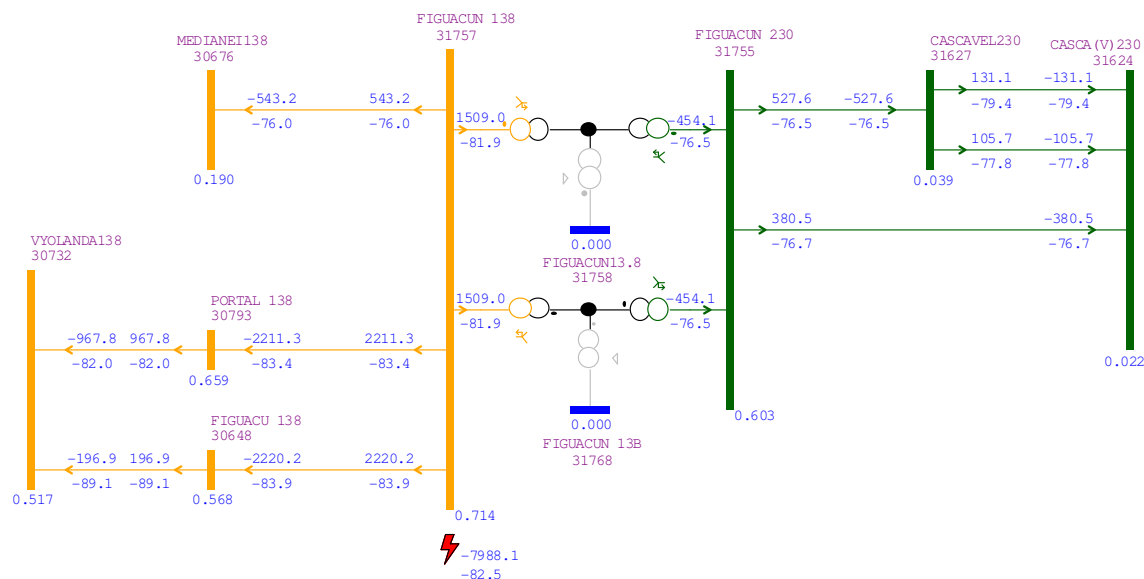




**Figura 31 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase B**

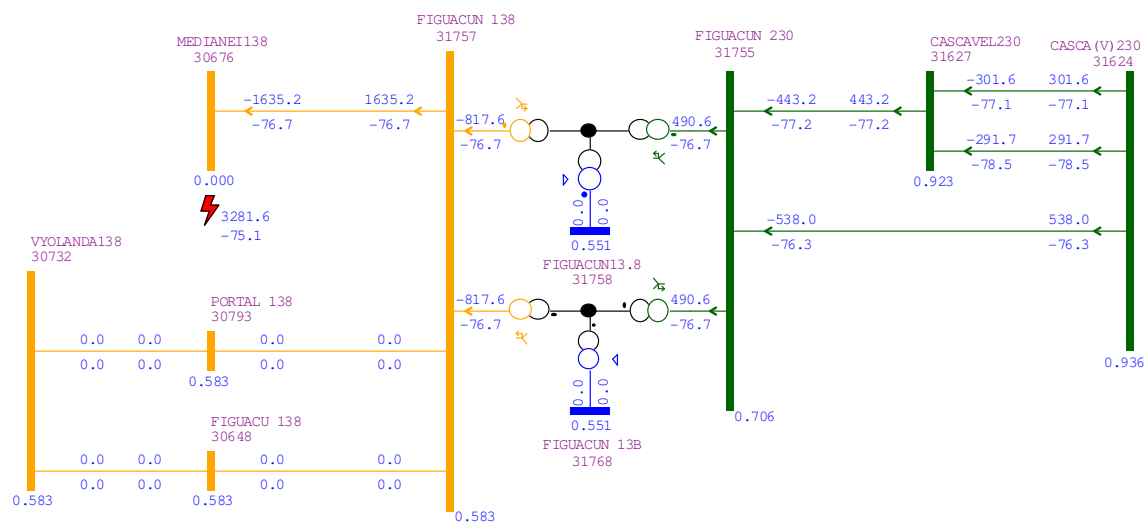


**Figura 32 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase C**

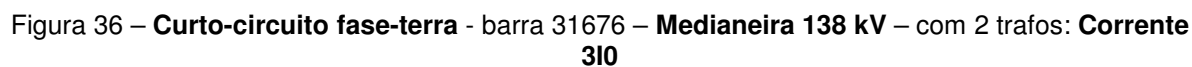
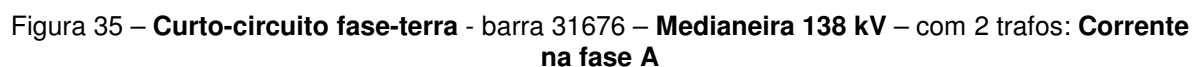


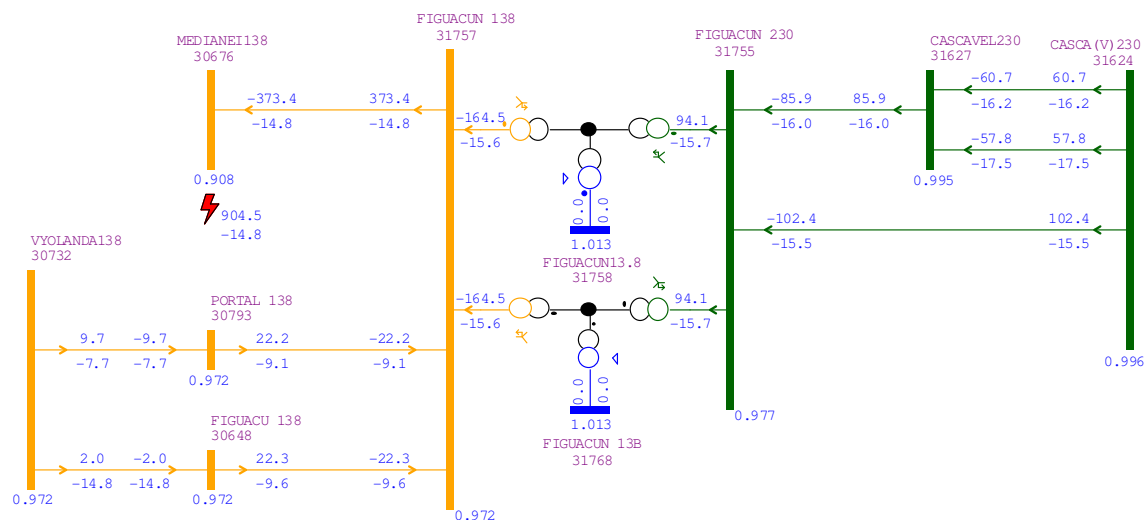
**Figura 33 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 2 trafos: Corrente 310**

Localização da falta: **Medianeira 138 kV** (barra 31676) - Figuras 34 a 41

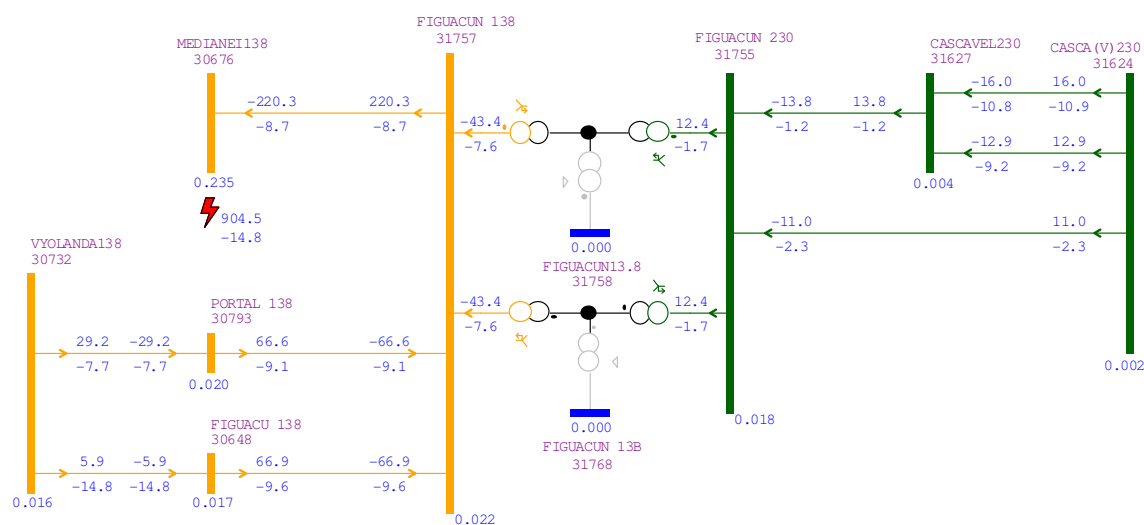


**Figura 34 – Curto-circuito trifásico-terra - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**

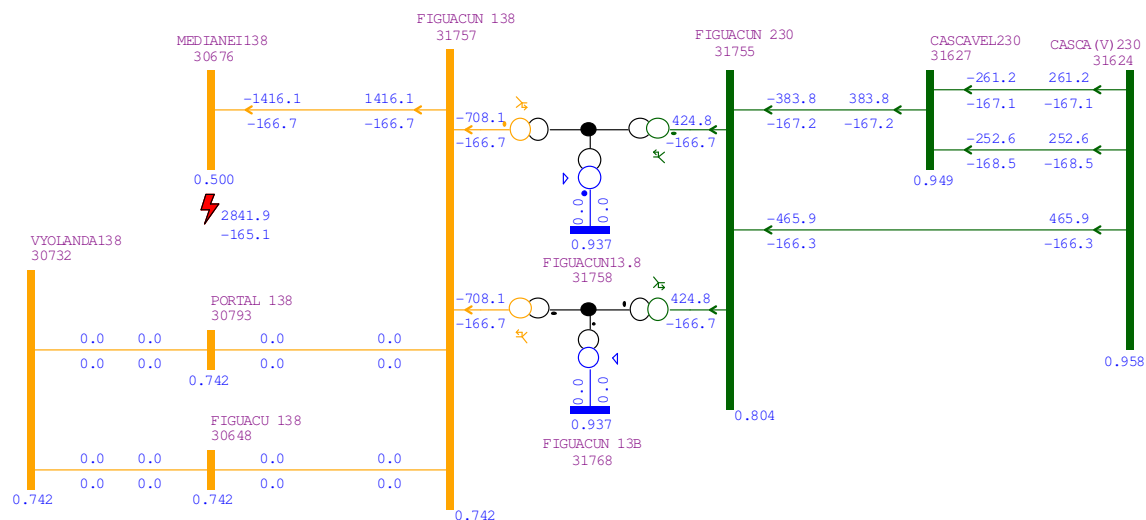




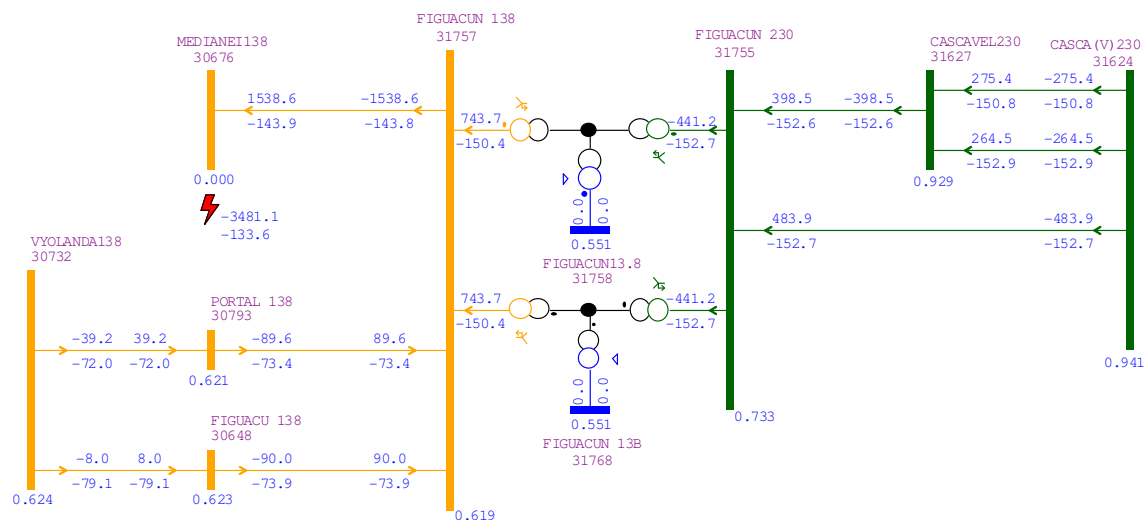
**Figura 37 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**



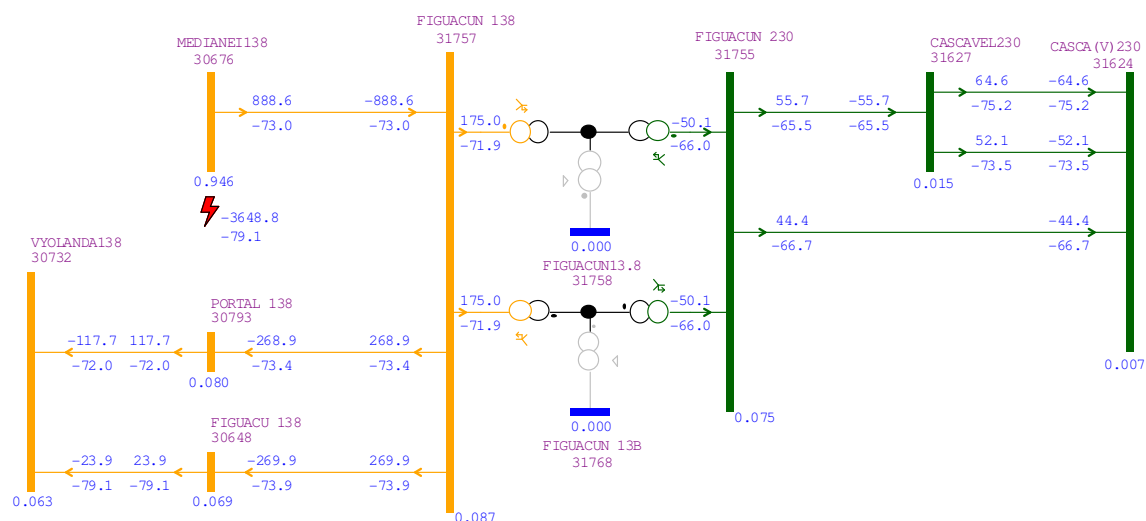
**Figura 38 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 2 trafos: Corrente 310**



**Figura 39 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 2  
trafos: Corrente na fase B**

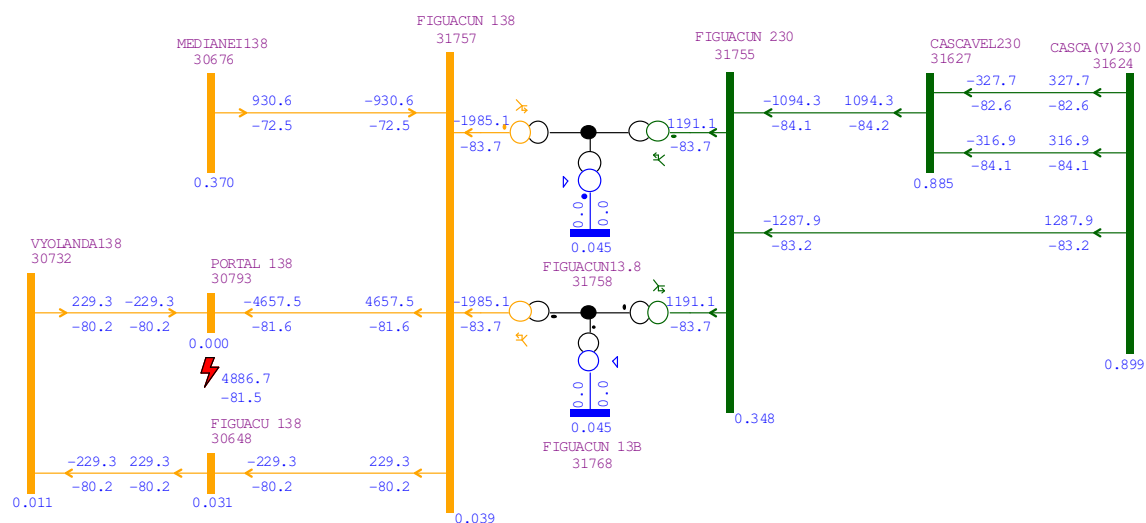


**Figura 40 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31676 – Medianeira 138 kV –  
com 2 trafo: Corrente na fase C**

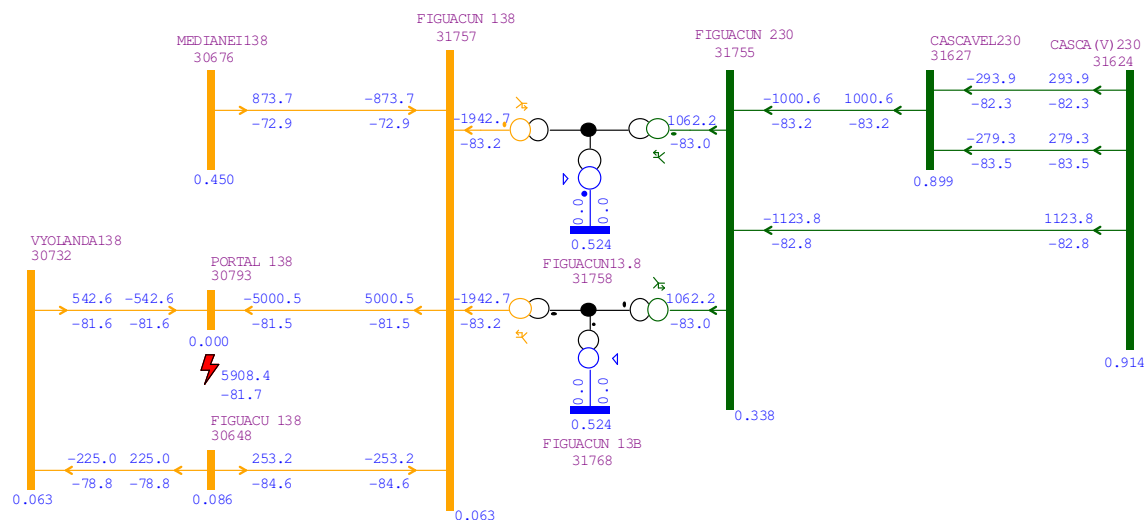


**Figura 41 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 2 trafos: Corrente 310**

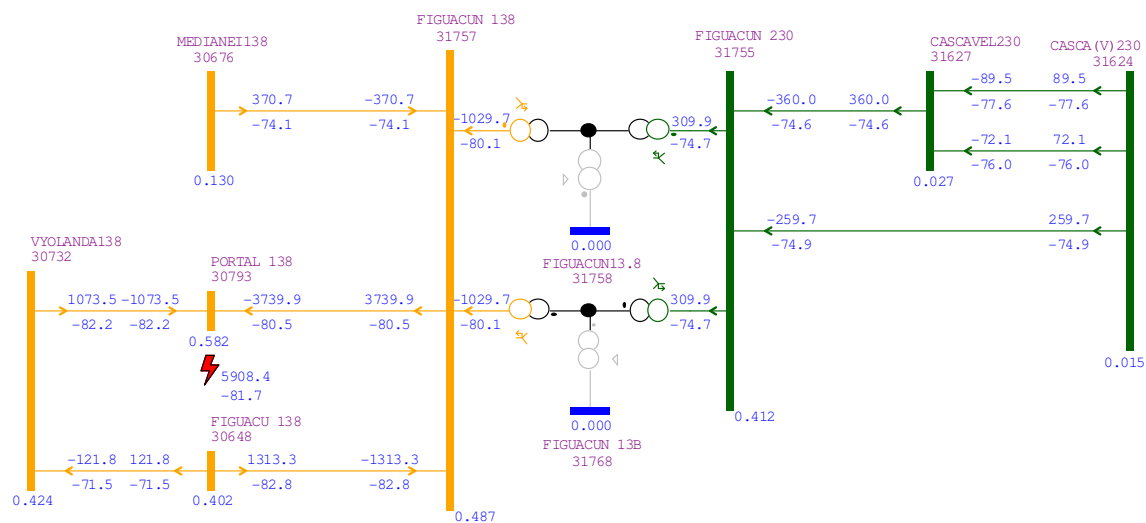
Localização da falta: **Portal 138 kV** (barra 30793) - Figuras 42 a 49



**Figura 42 – Curto-circuito trifásico-terra - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**

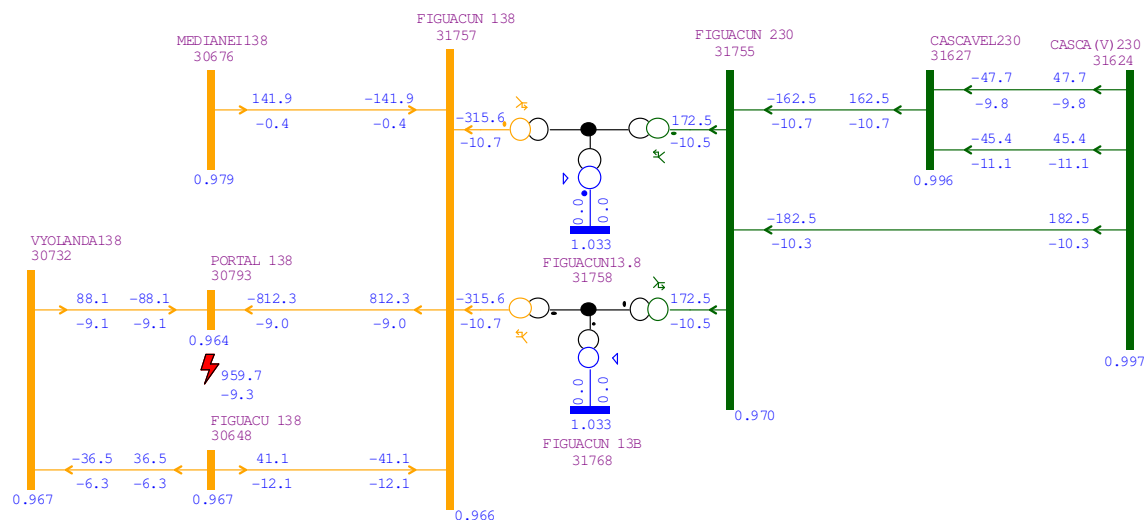


**Figura 43 – Curto-circuito fase-terra - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**

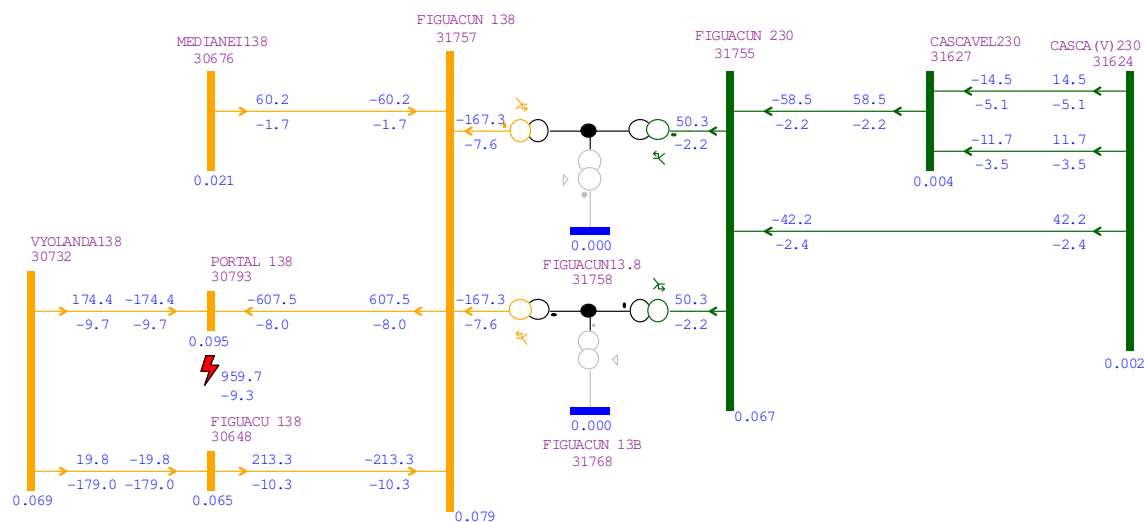


**Figura 44 – Curto-circuito fase-terra - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente 310**

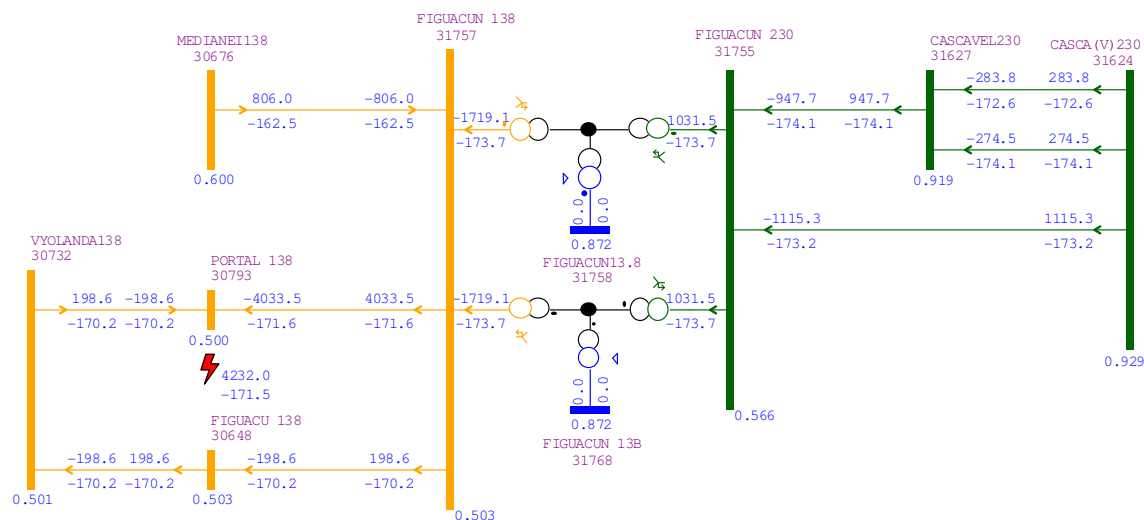




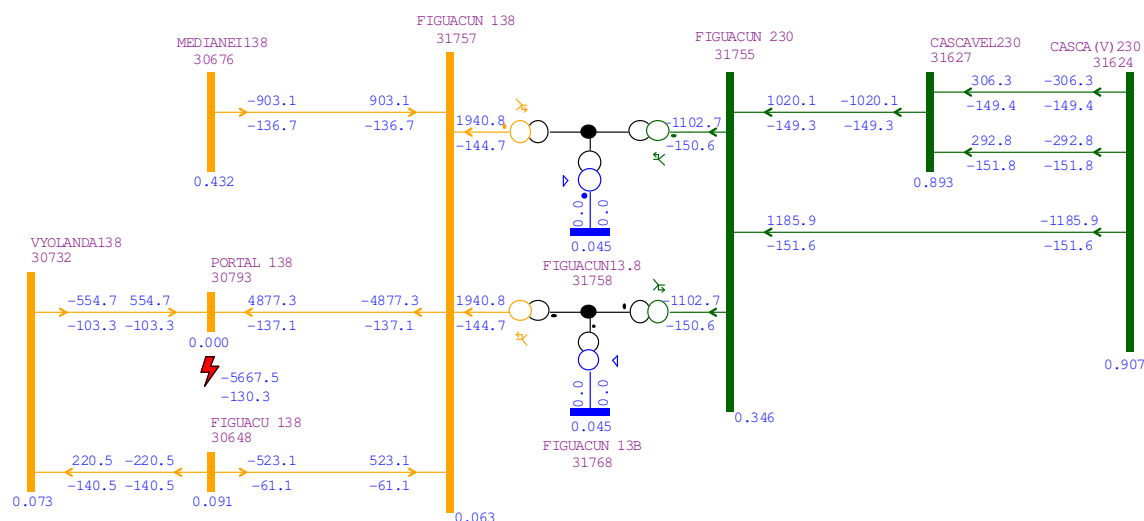
**Figura 45 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**



**Figura 46 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente 310**



**Figura 47 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase B**



**Figura 48 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase C**

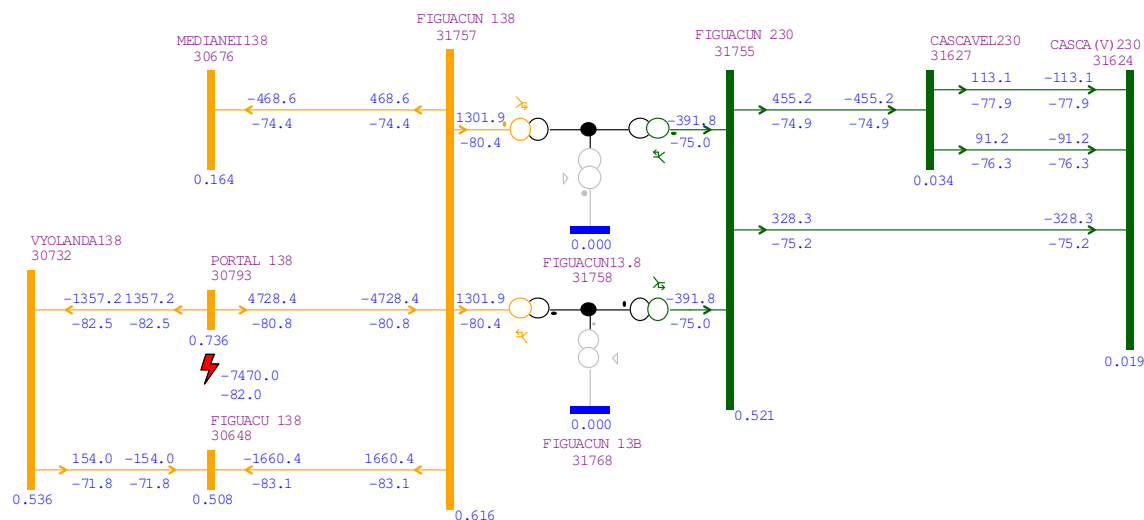


Figura 49 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 2 traços: Corrente 310

Localização da falta: **Vila Yolanda 138 kV** (barra 30792) - Figuras 50 a 57

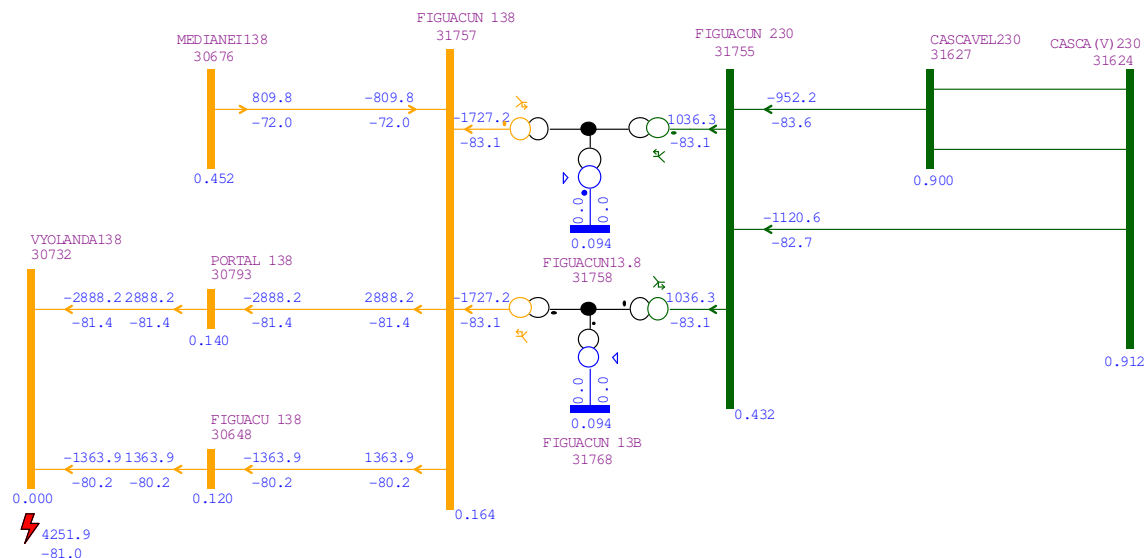
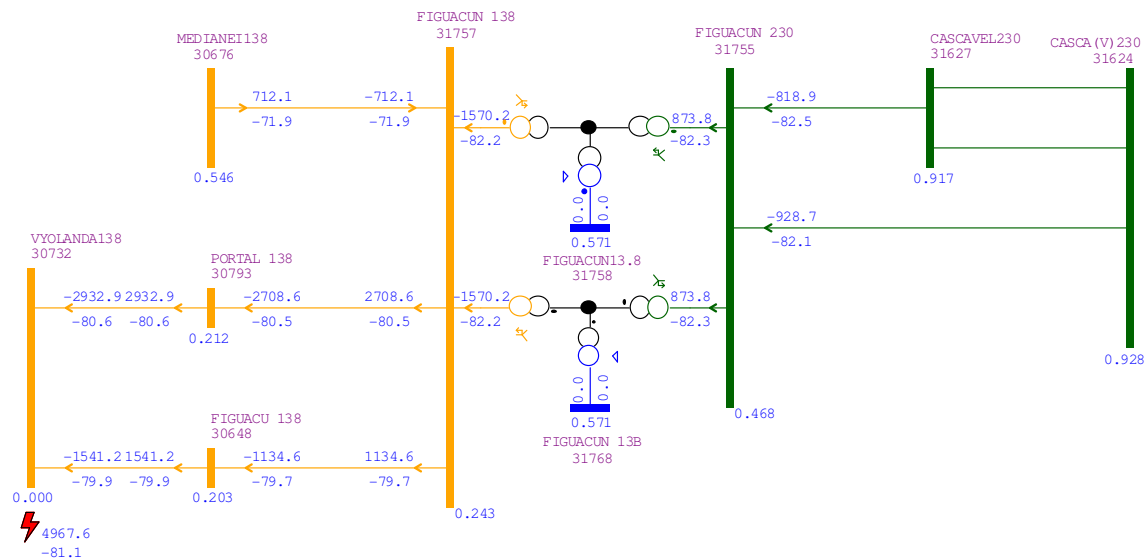
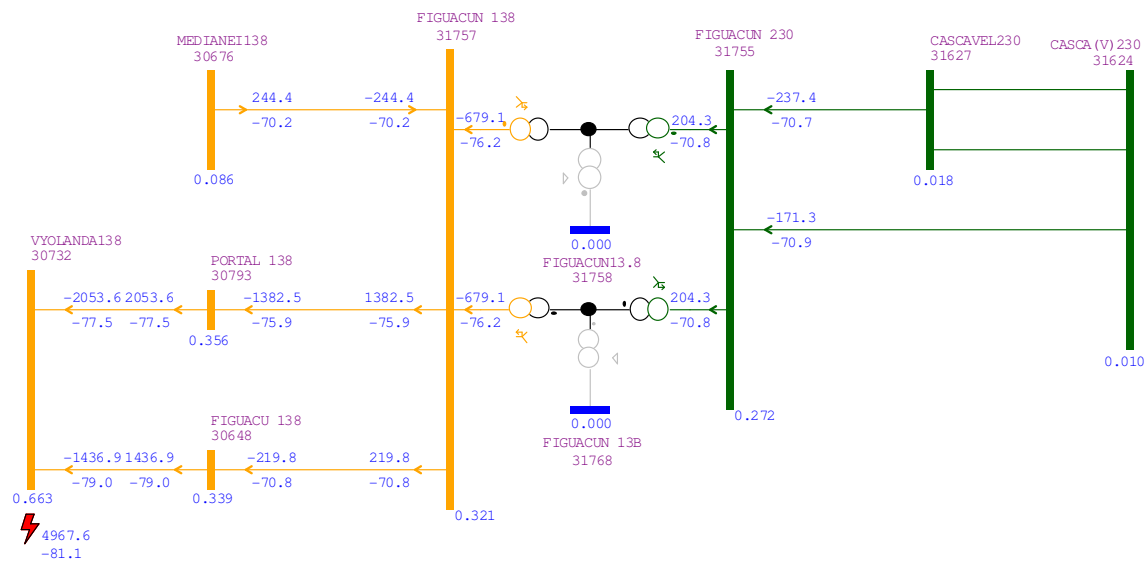


Figura 50 – Curto-circuito trifásico-terra - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 2 traços: Corrente na fase A



**Figura 51 – Curto-circuito fase-terra - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**



**Figura 52 – Curto-circuito fase-terra - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0**

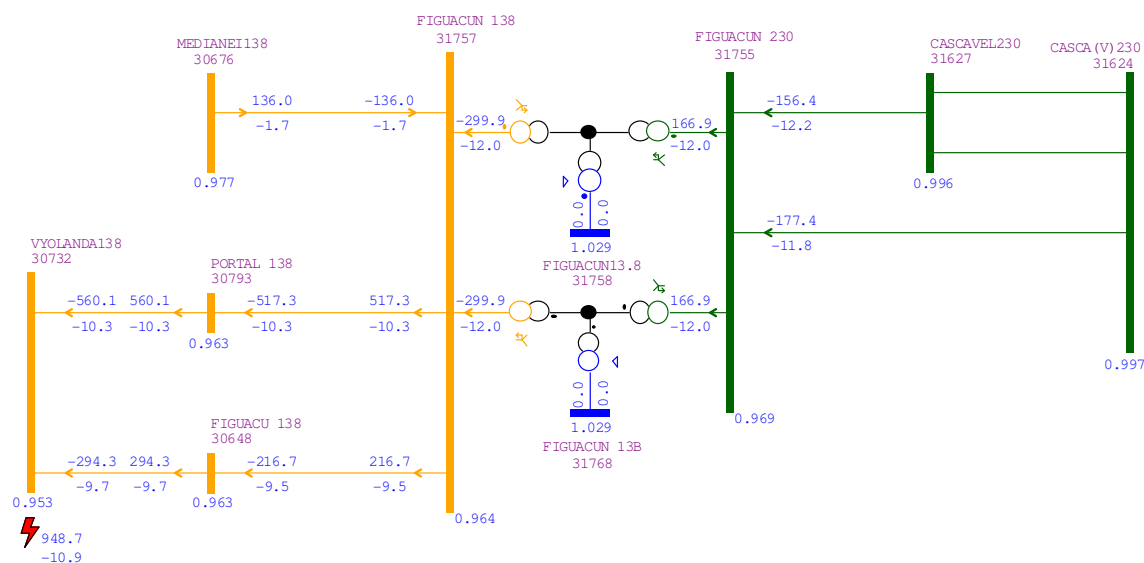


Figura 53 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A

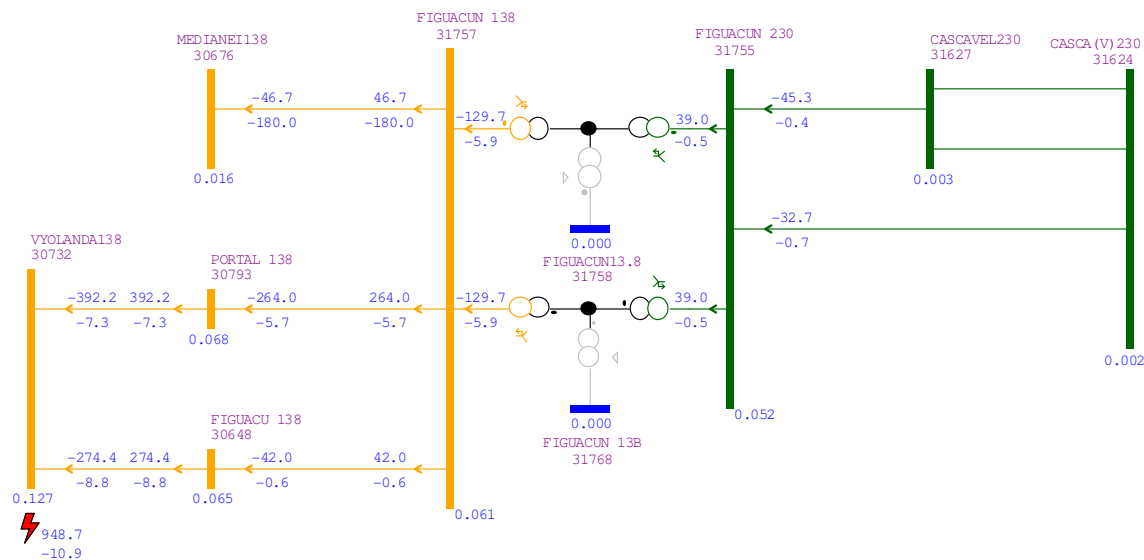
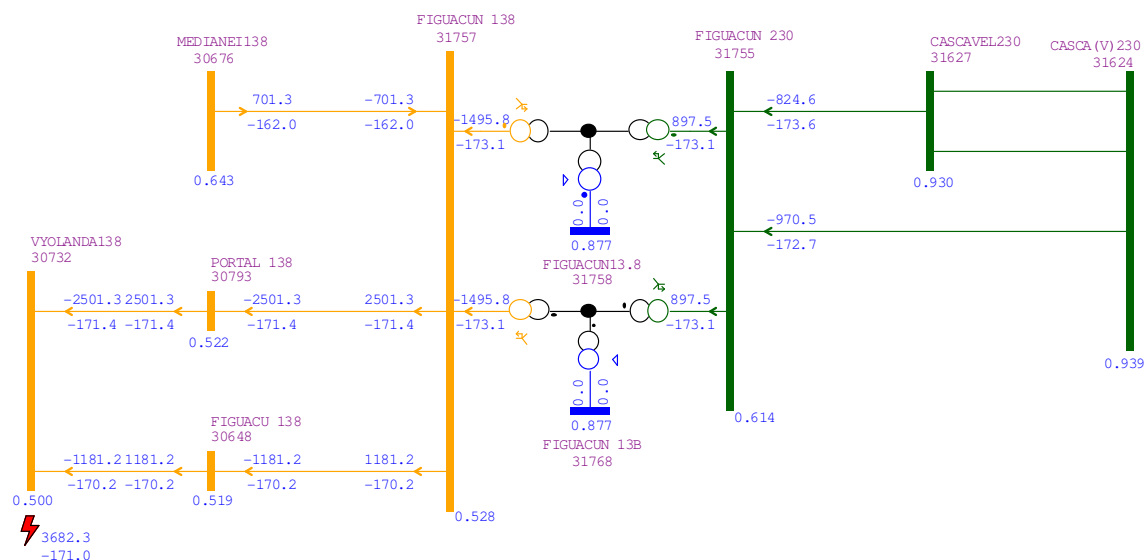
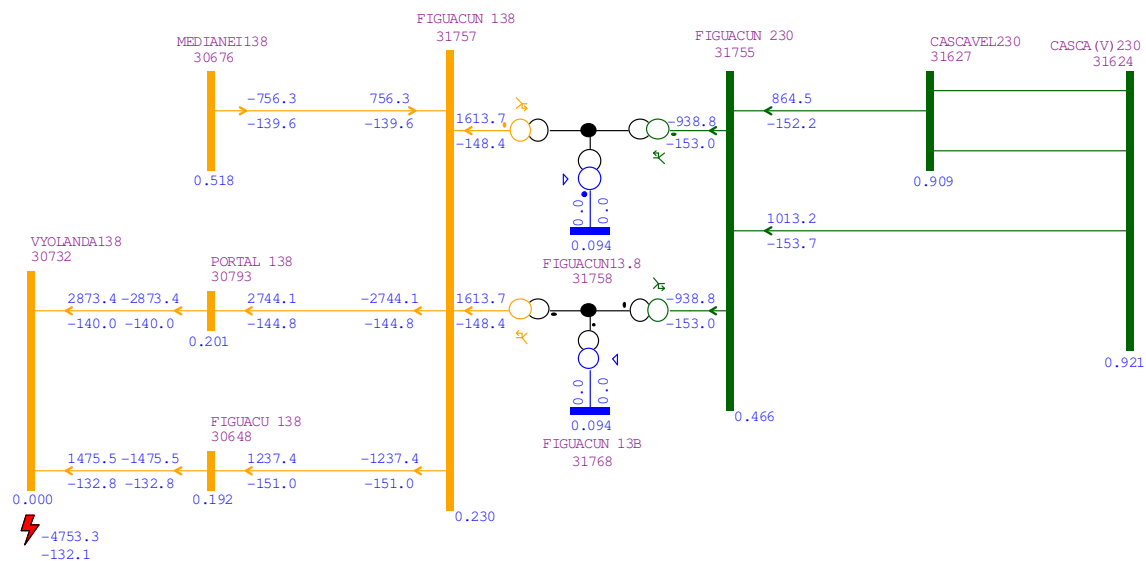


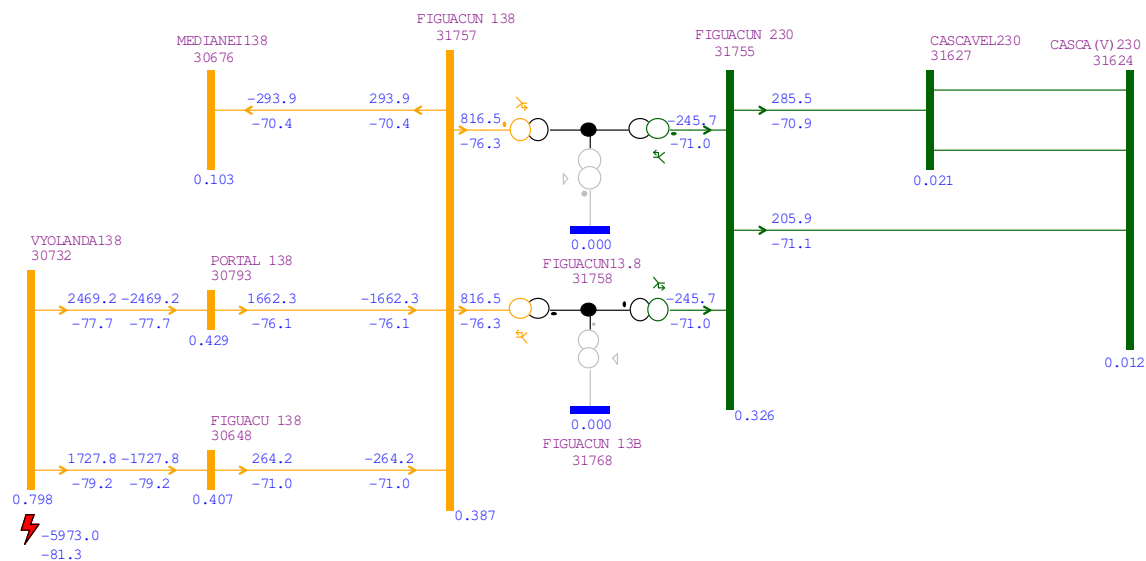
Figura 54 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0



**Figura 55 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 2  
trafos: Corrente na fase B**

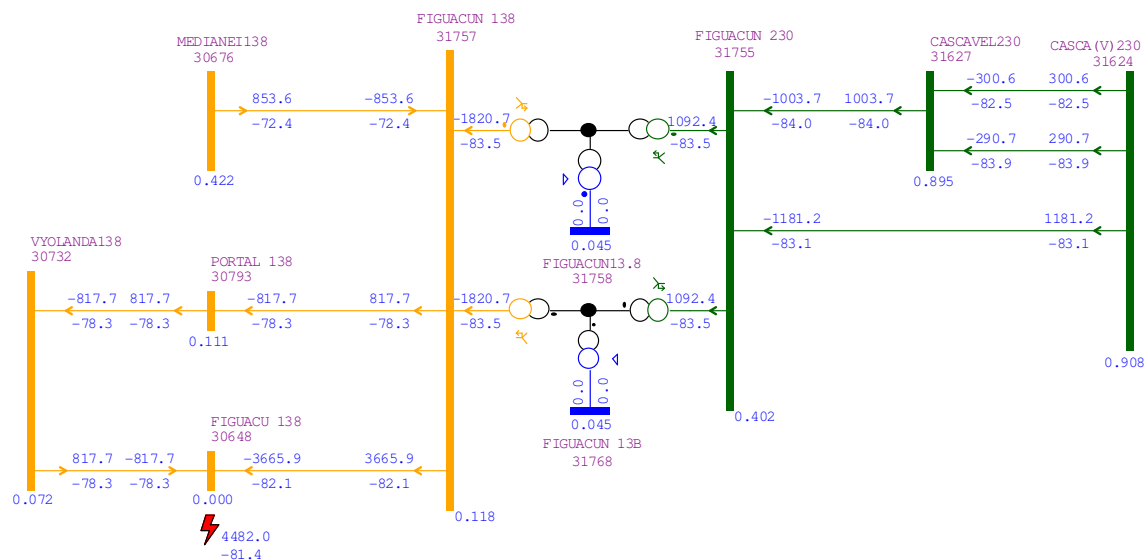


**Figura 56 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV –  
com 2 trafos: Corrente na fase C**

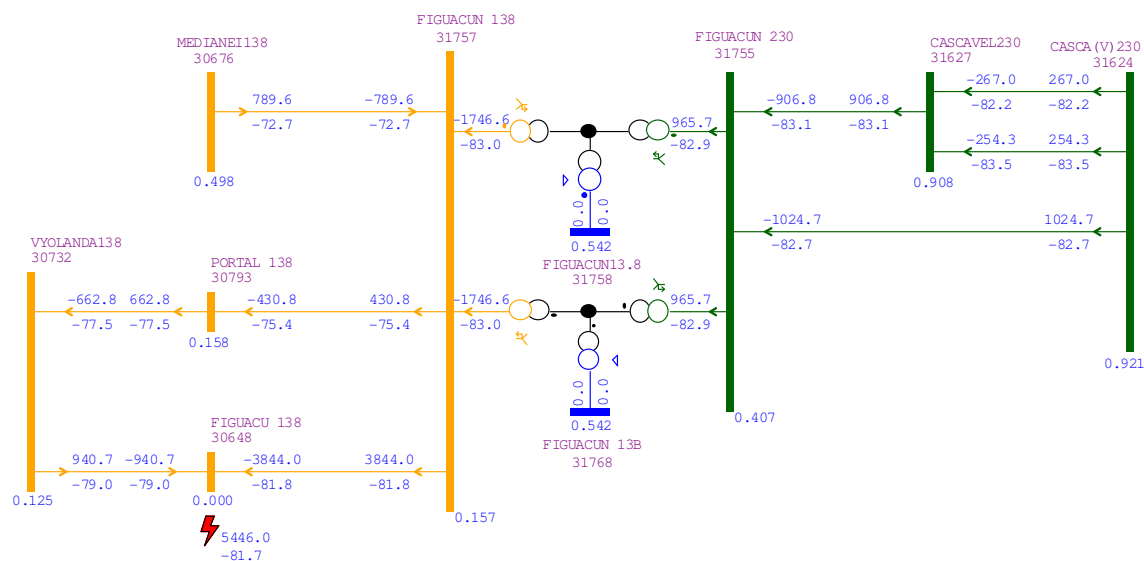


**Figura 57 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 2 trafos: Corrente 310**

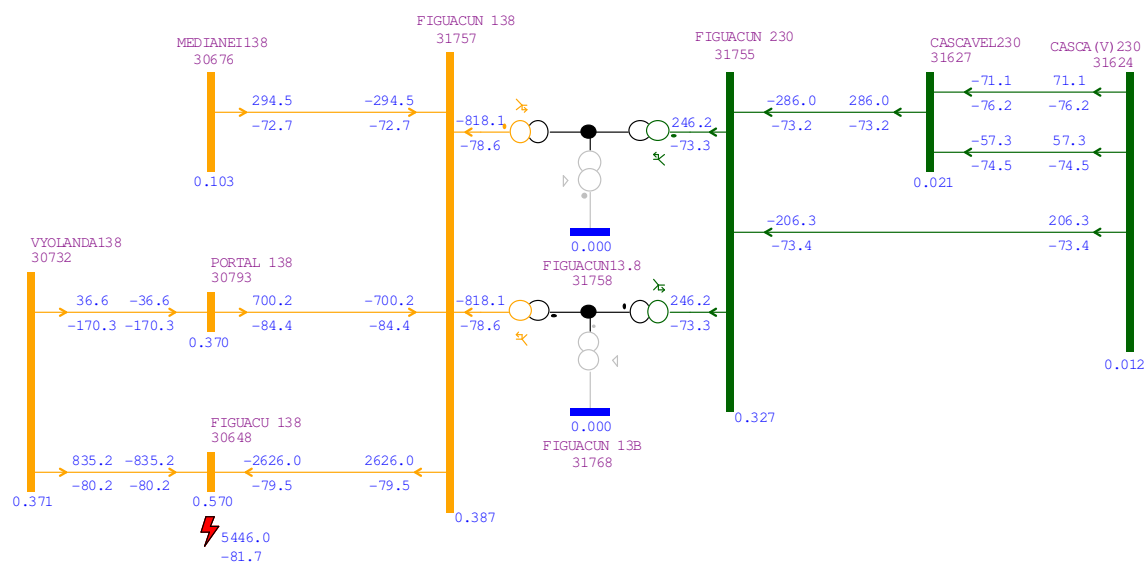
Localização da falta: **Foz do Iguaçu 138 kV** (barra 30648) - Figuras 58 a 65



**Figura 58 – Curto-circuito trifásico-terra - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**

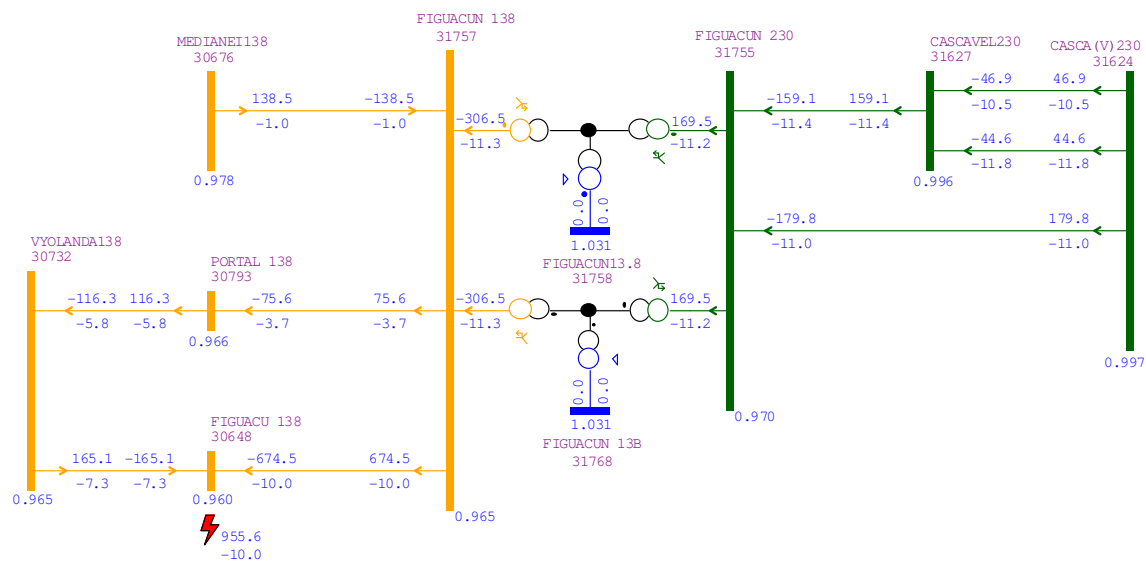


**Figura 59 – Curto-circuito fase-terra - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**

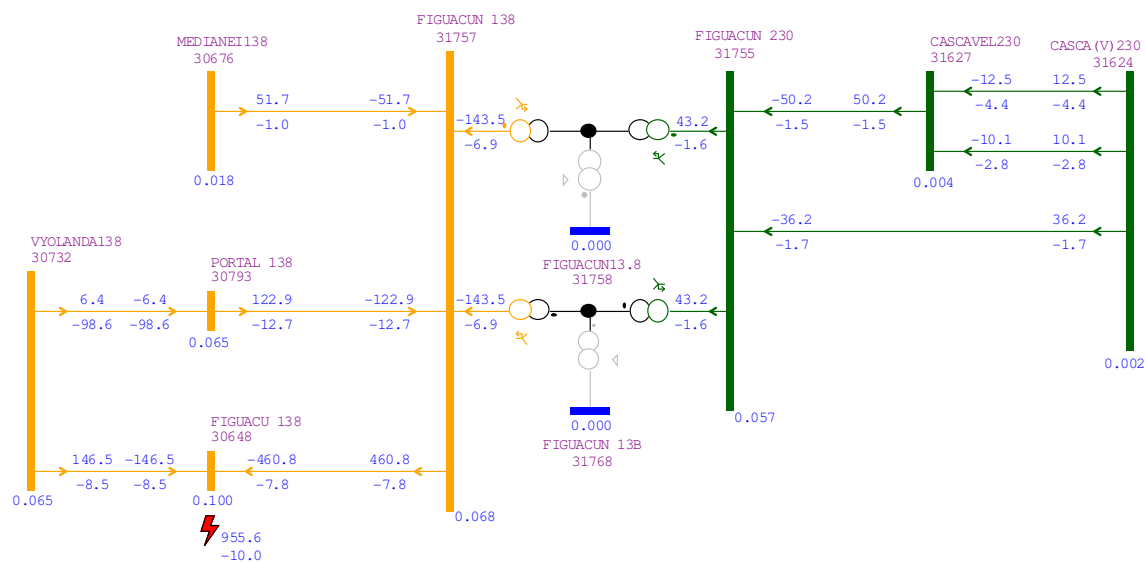


**Figura 60 – Curto-circuito fase-terra - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0**

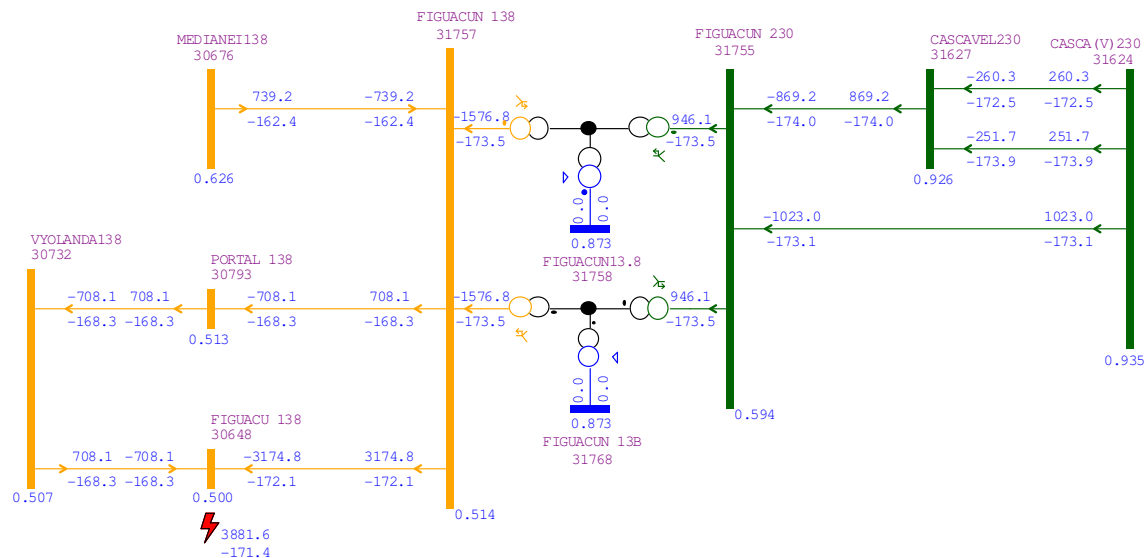




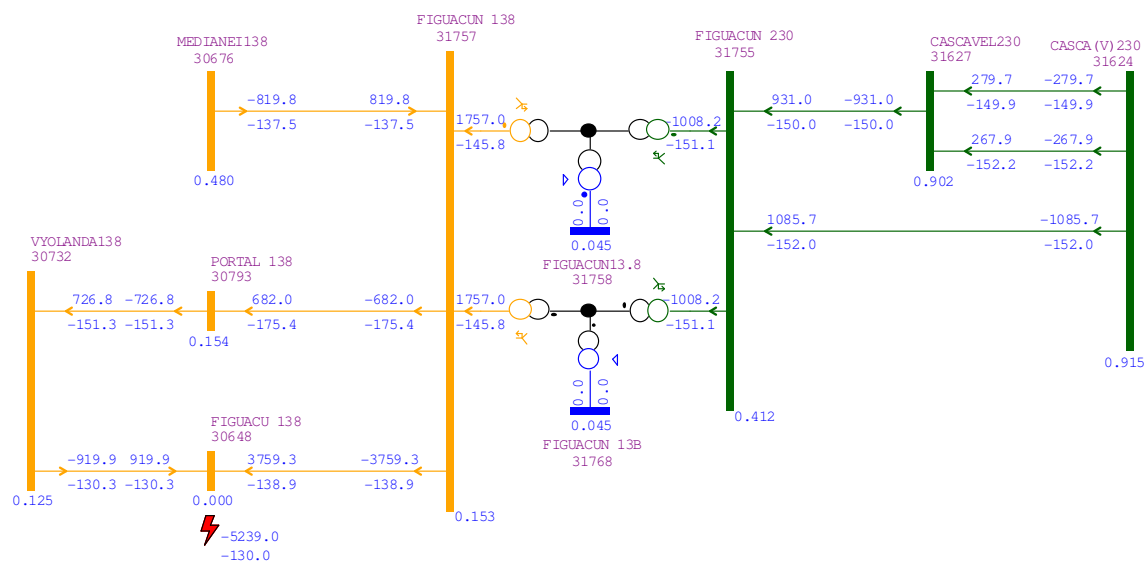
**Figura 61 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase A**



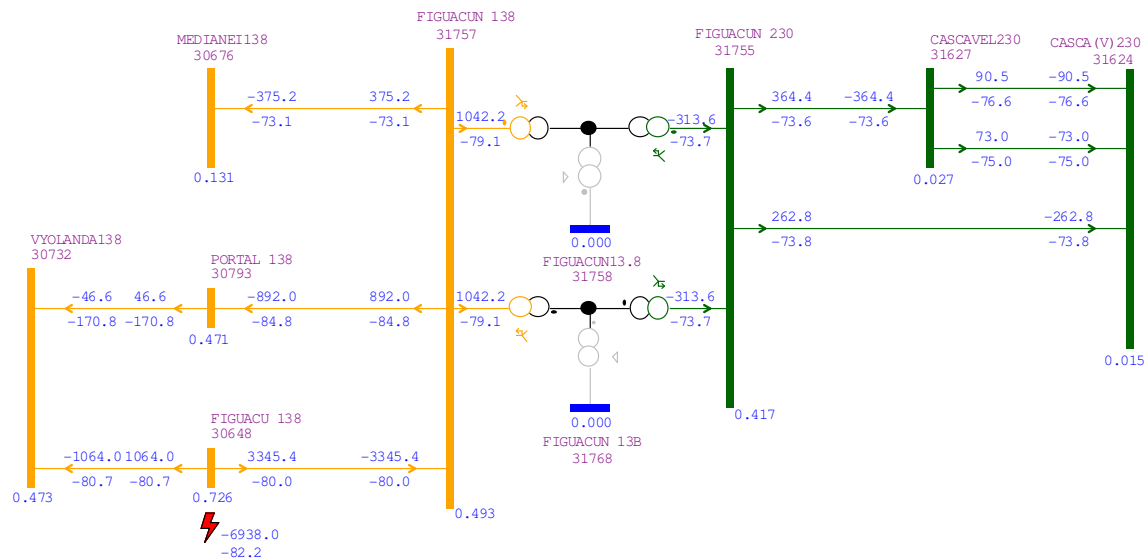
**Figura 62 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 2 trafos: Corrente 310**



**Figura 63 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase B**



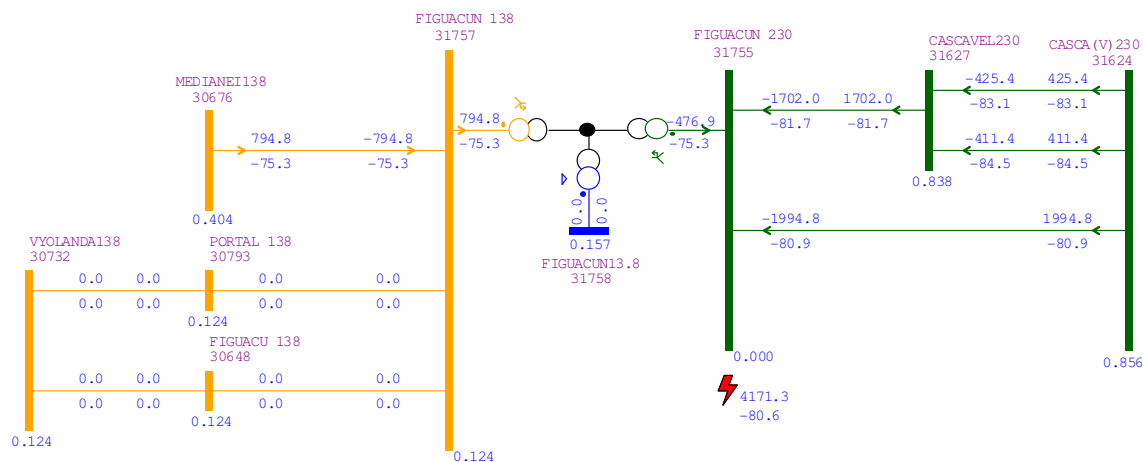
**Figura 64 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 2 trafos: Corrente na fase C**



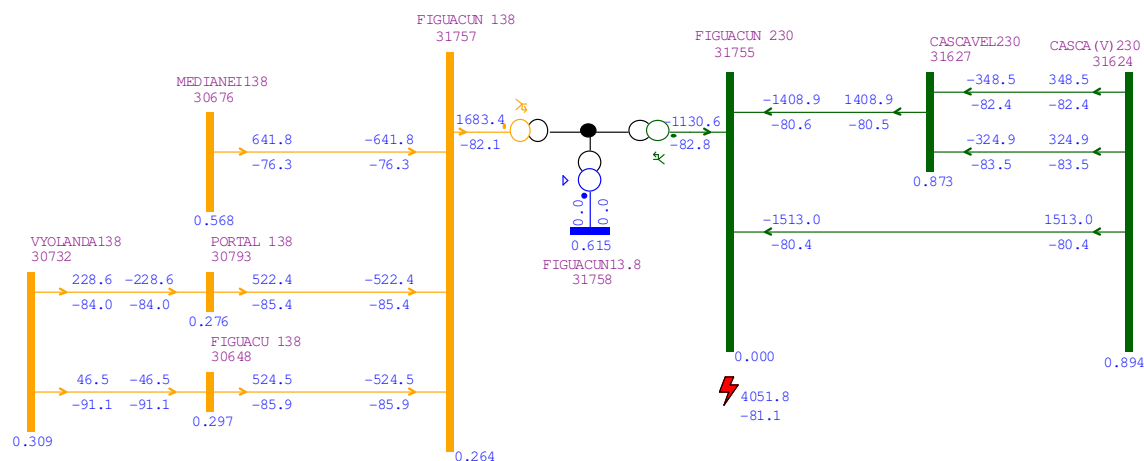
**Figura 65 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 2 trafos: Corrente 3I0**

### 3.2.2. COM APENAS 1 TRANSFORMADOR 230/138/13,8 KV EM OPERAÇÃO NA SE FOZ DO IGUAÇU NORTE

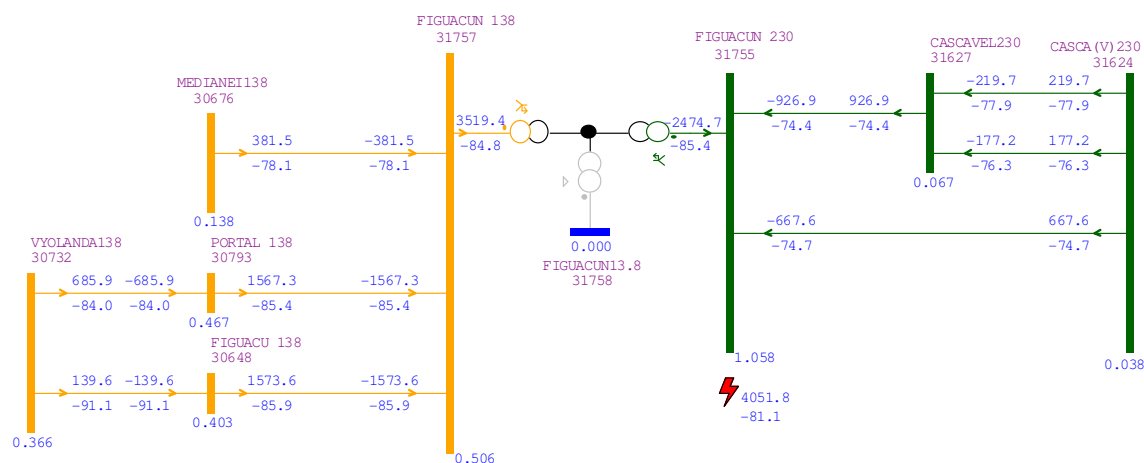
Localização da falta: **Foz do Iguaçu Norte 230 kV** (barra 31755) - Figuras 66 a 73



**Figura 66 – Curto-circuito trifásico-terra - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**



**Figura 67 – Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**



**Figura 68 – Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0**

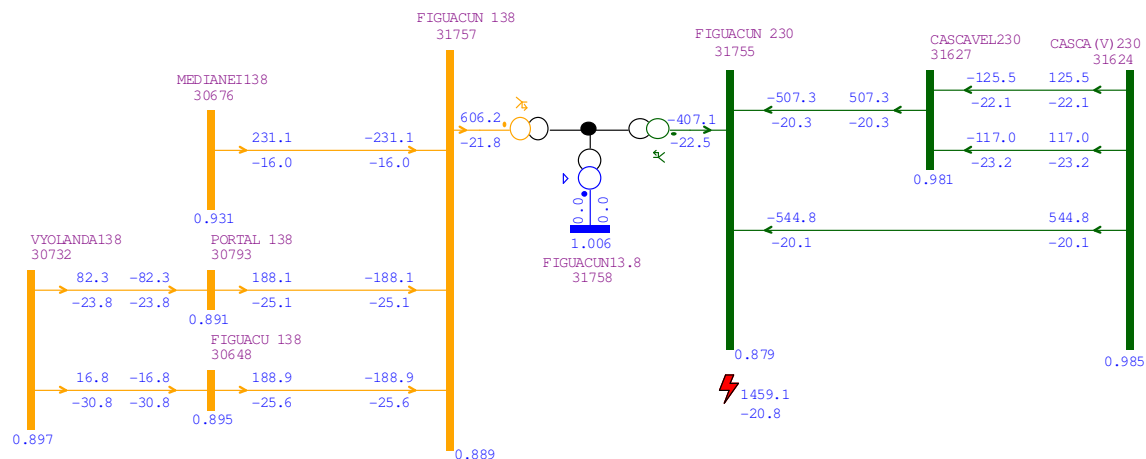


Figura 69 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A

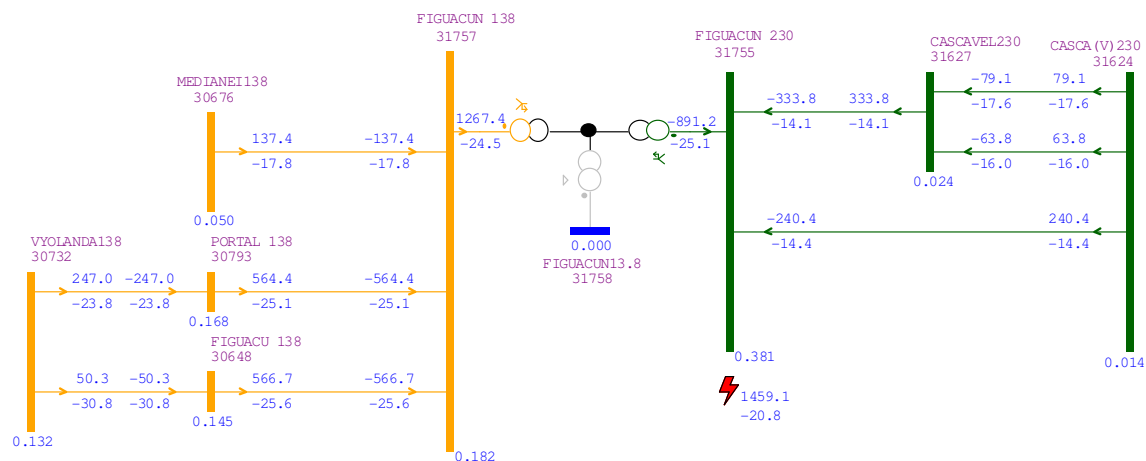
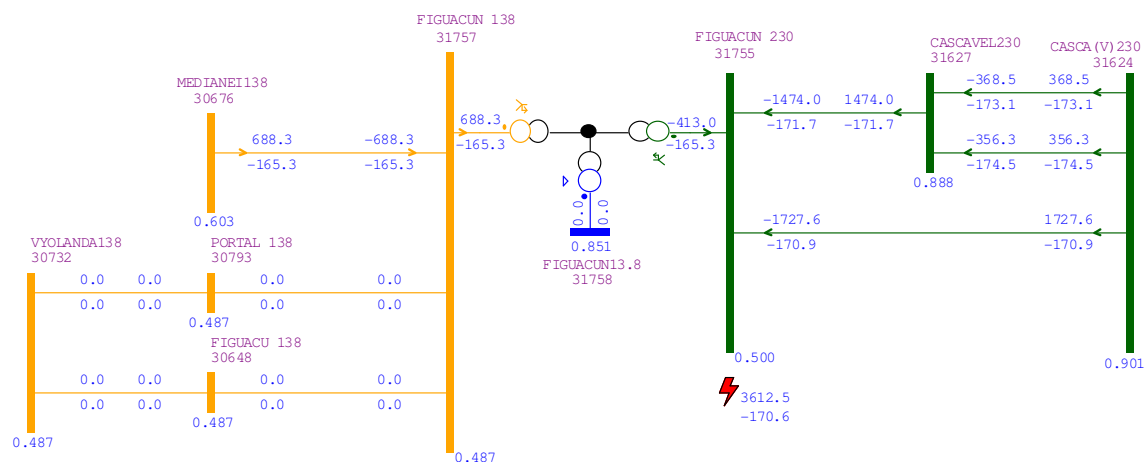
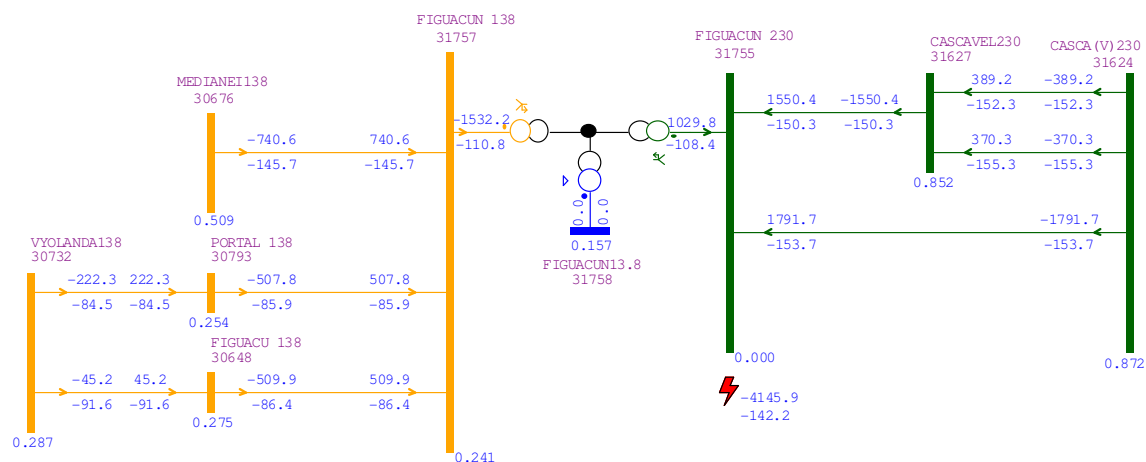


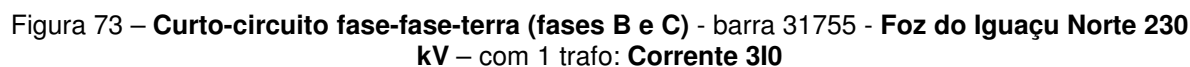
Figura 70 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 1 trafo1: Corrente 3I0



**Figura 71 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase B**



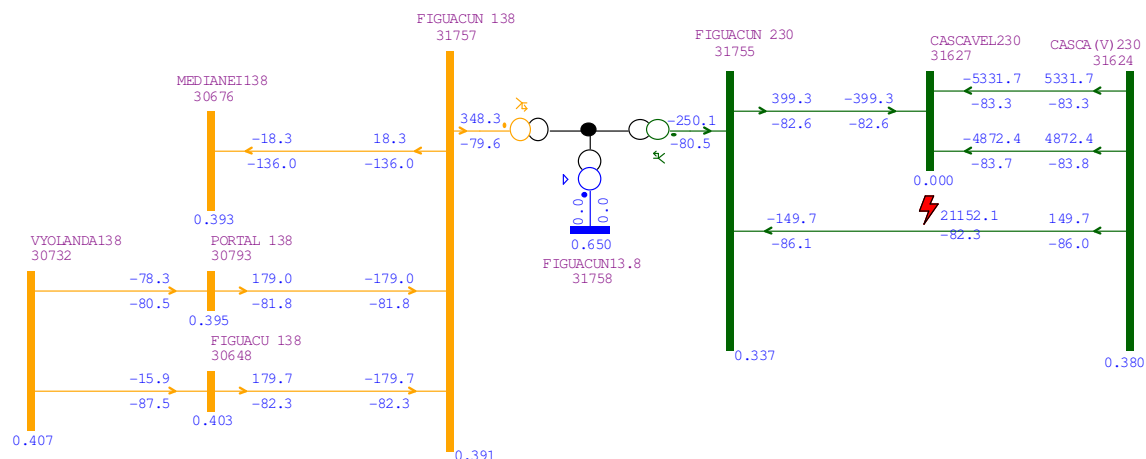
**Figura 72 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31755 - Foz do Iguaçu Norte 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C**



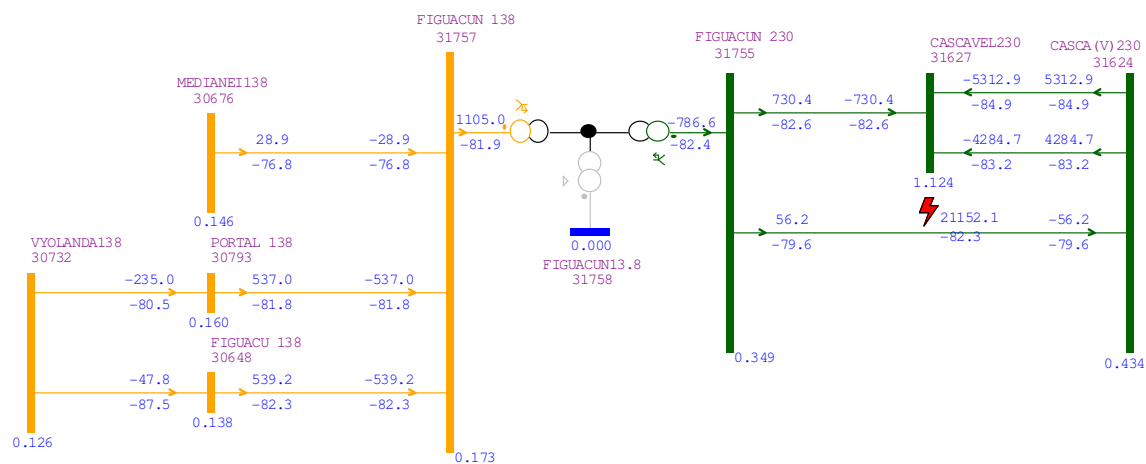
The figure displays a detailed schematic of the 138 Mb region on chromosome 10. Key elements include:

- Genes and Features:** MEDIANE1138 (30676), PORTAL138 (30793), FIGUACU138 (30648), FIGUACUN138 (31757), FIGUACUN138 (31758), FIGUACUN230 (31755), CASCABEL230 (31627), and CASCA(V)230 (31624).
- Repeats:** Indicated by orange vertical bars.
- Structural Variants:** A red lightning bolt symbol indicates a variant near the CASCABEL230 gene.
- Genomic Tracks:**
  - Top Track:** Physical distance in Mb (0.117 to 0.238).
  - Second Track:** Recombination rate (cM/Mb) values (e.g., 0.0, 0.107, 0.117).
  - Third Track:** Linkage disequilibrium ( $r^2$ ) values (e.g., 0.0, 0.117).
  - Fourth Track:** Recombination rate (cM/Mb) values (e.g., -39.3, -118.7, 39.3).
  - Fifth Track:** Recombination rate (cM/Mb) values (e.g., 248.8, -84.9, -248.8).
  - Sixth Track:** Recombination rate (cM/Mb) values (e.g., -5684.5, -84.9, -5497.0).
  - Seventh Track:** Recombination rate (cM/Mb) values (e.g., 22505.5, -84.7, 268.7).
  - Eighth Track:** Recombination rate (cM/Mb) values (e.g., -87.7, -87.7, -87.7).
- SNP Markers:** Represented by colored circles (blue, green, yellow, black) along the bottom track.

**Figura 74 – Curto-circuito trifásico-terra - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**

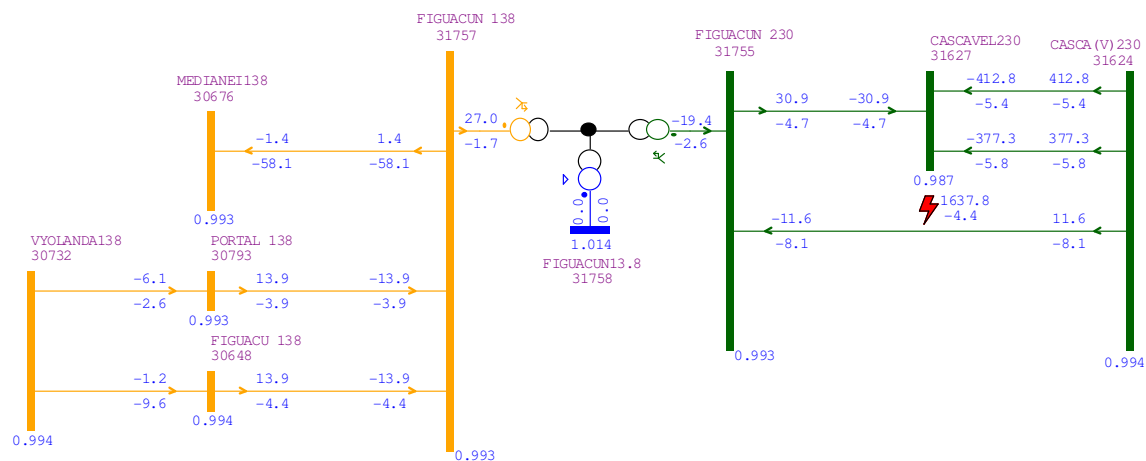


**Figura 75 – Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo:  
Corrente na fase A**

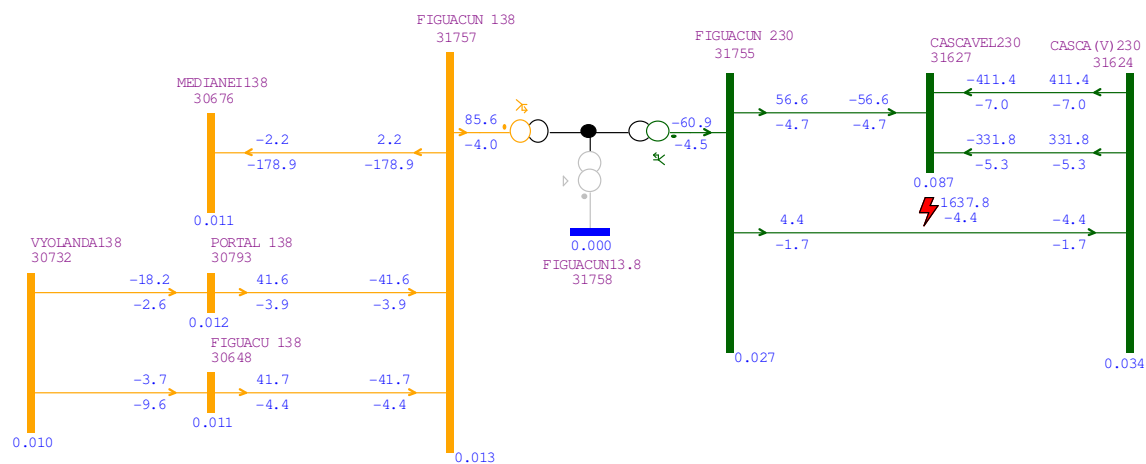


**Figura 76 – Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo:  
Corrente 310**

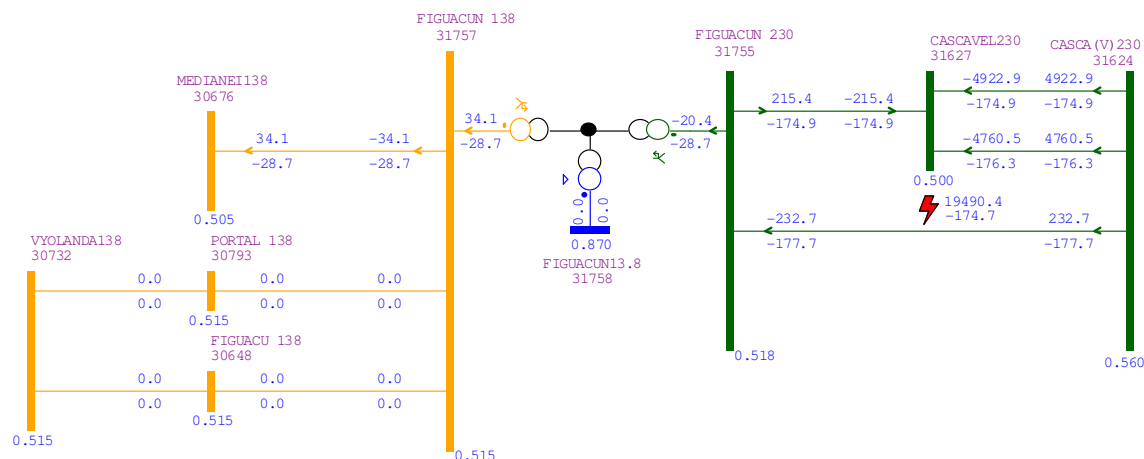




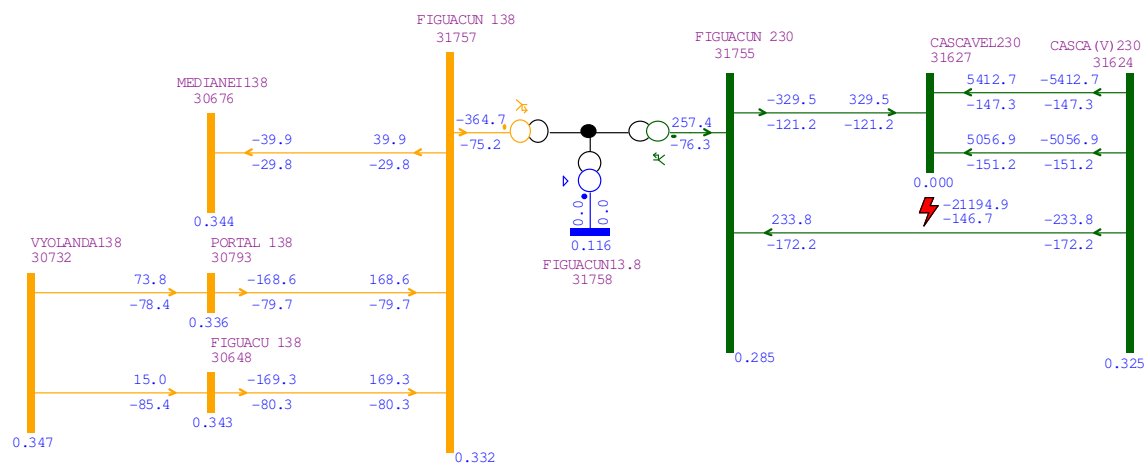
**Figura 77 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**



**Figura 78 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo: Corrente 310**



**Figura 79 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase B**



**Figura 80 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C**

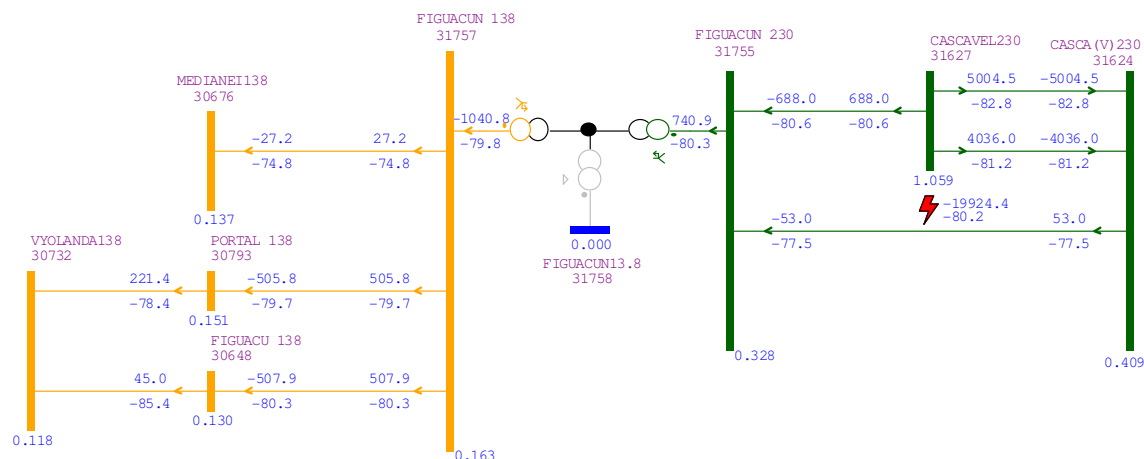


Figura 81 – **Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C)** - barra 31627 - **Cascavel 230 kV** – com 1 trafo: **Corrente 310**

Localização da falta: **Cascavel 230 kV** (barra 31624) - Figuras 82 a 89

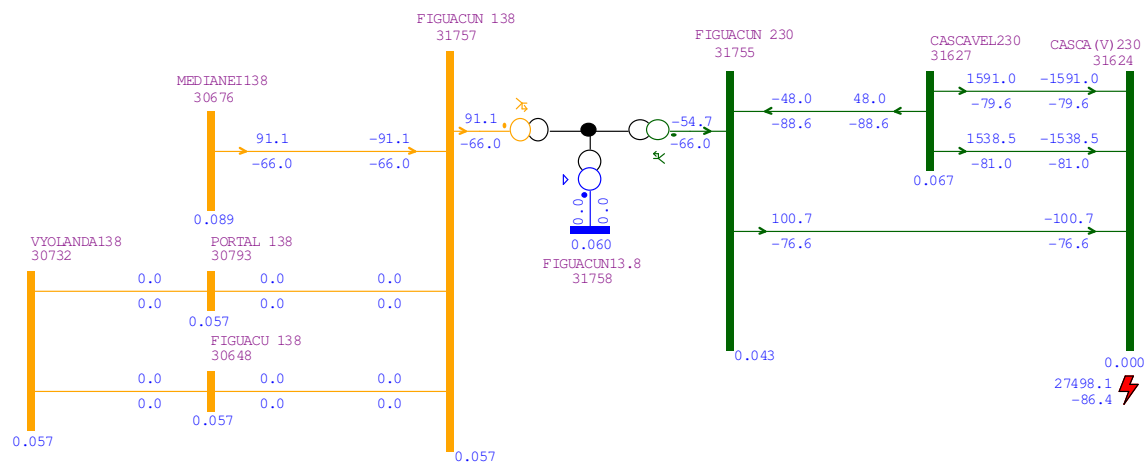


Figura 82 – **Curto-circuito trifásico-terra** - barra 31627 - **Cascavel Oeste (CVO) 230 kV** – com 1 trafo: **Corrente na fase A**

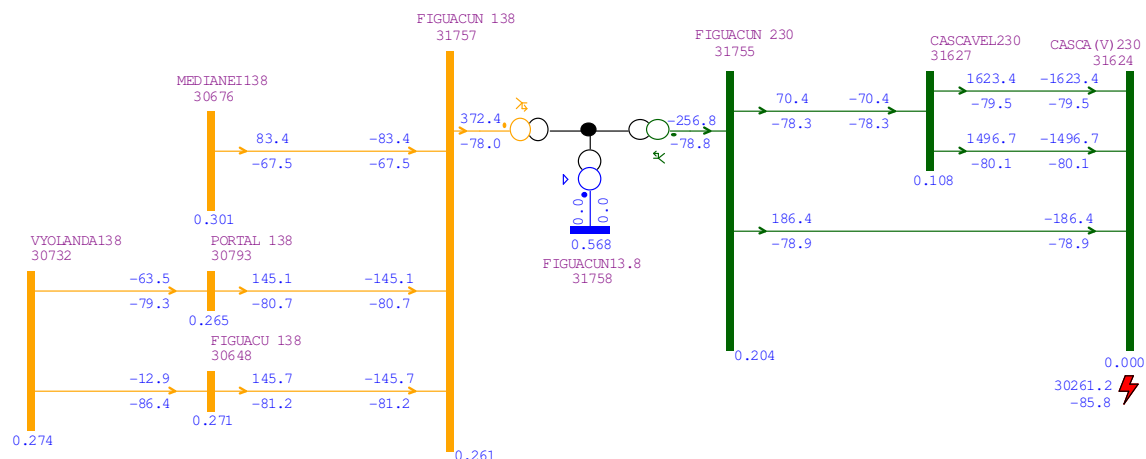


Figura 83 – **Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**

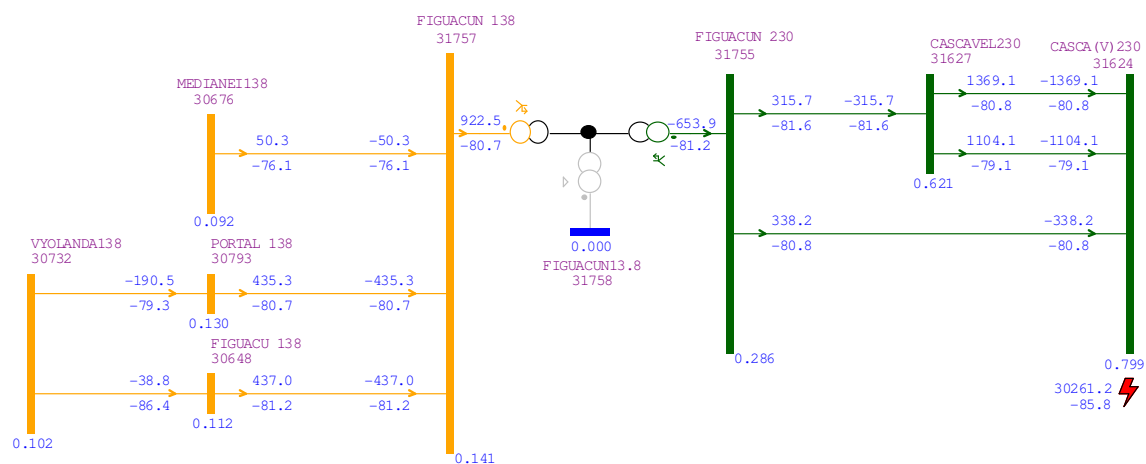
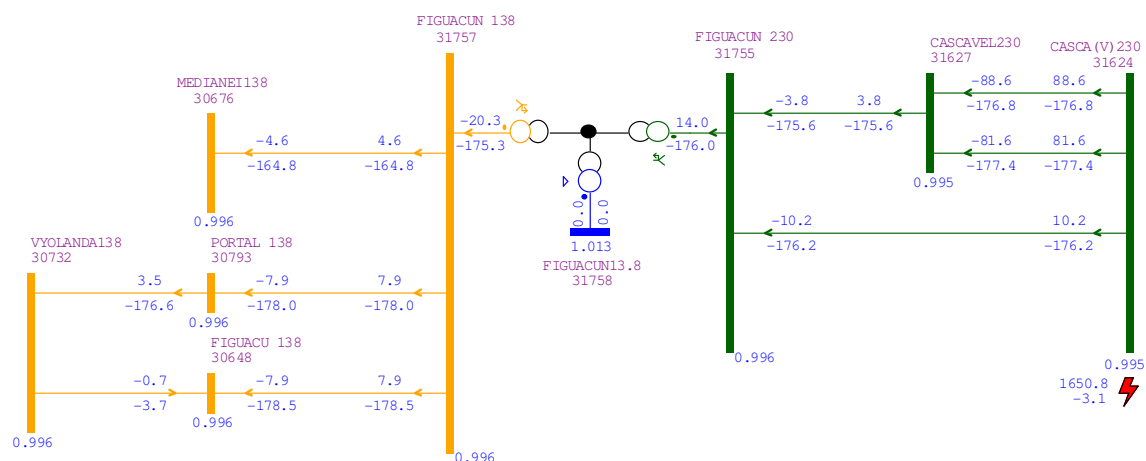
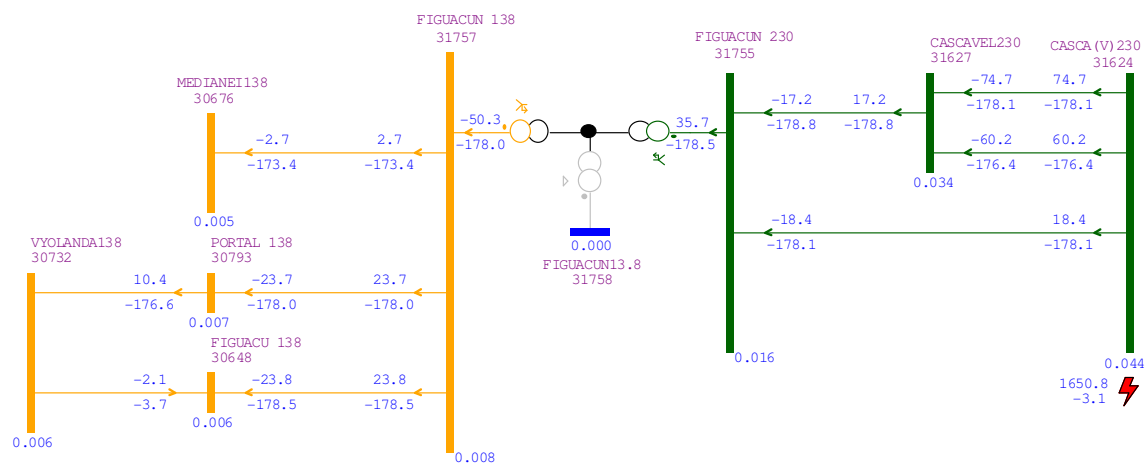


Figura 84 – **Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 1 trafo: Corrente 310**



**Figura 85 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**



**Figura 86 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 1 trafo: Corrente 310**

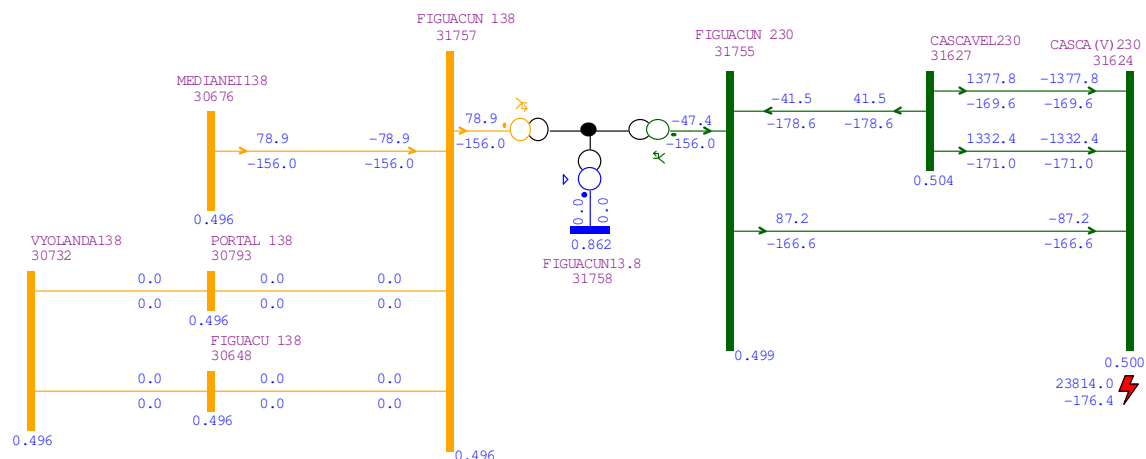
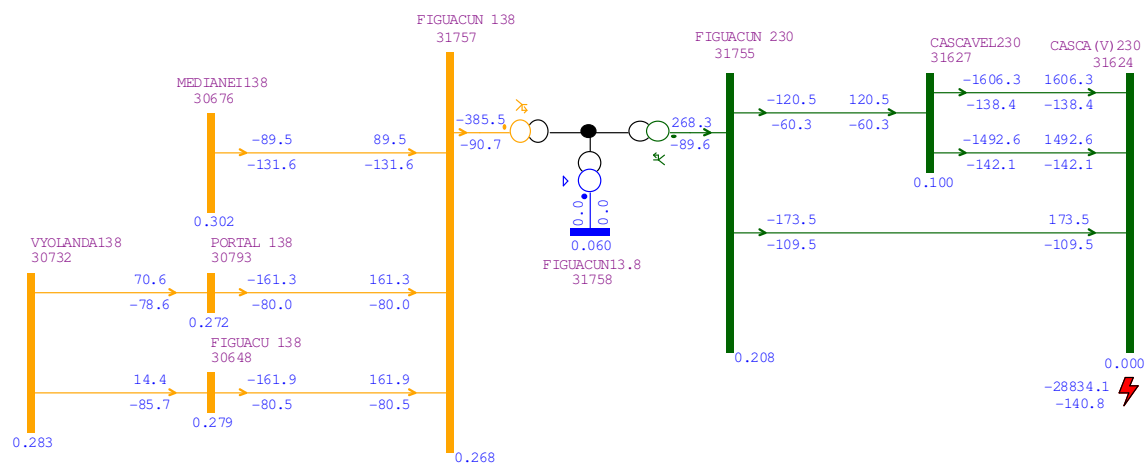


Figura 87 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV  
– com 1 trafo: **Corrente na fase B**



**Figura 88 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO)**  
**230 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C**

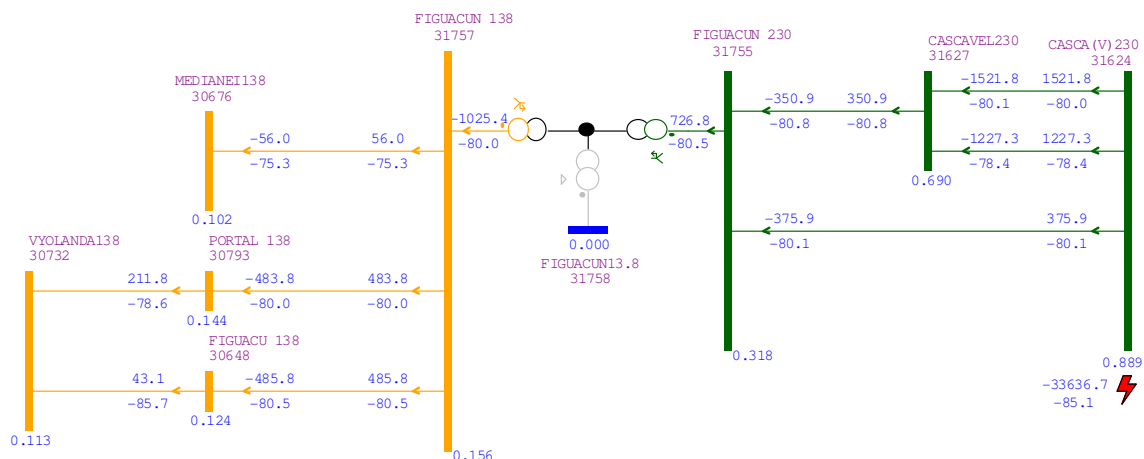


Figura 89 – **Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - Cascavel Oeste (CVO) 230 kV – com 1 trafo: Corrente 310**

Localização da falta: **Foz do Iguaçu Norte 138 kV** (barra 31757) - Figuras 90 a 97

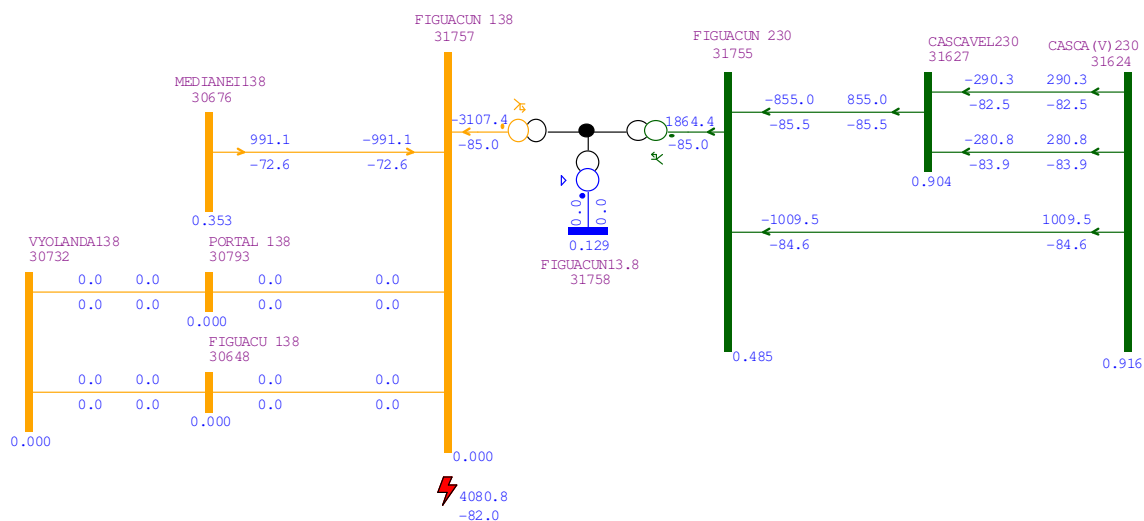
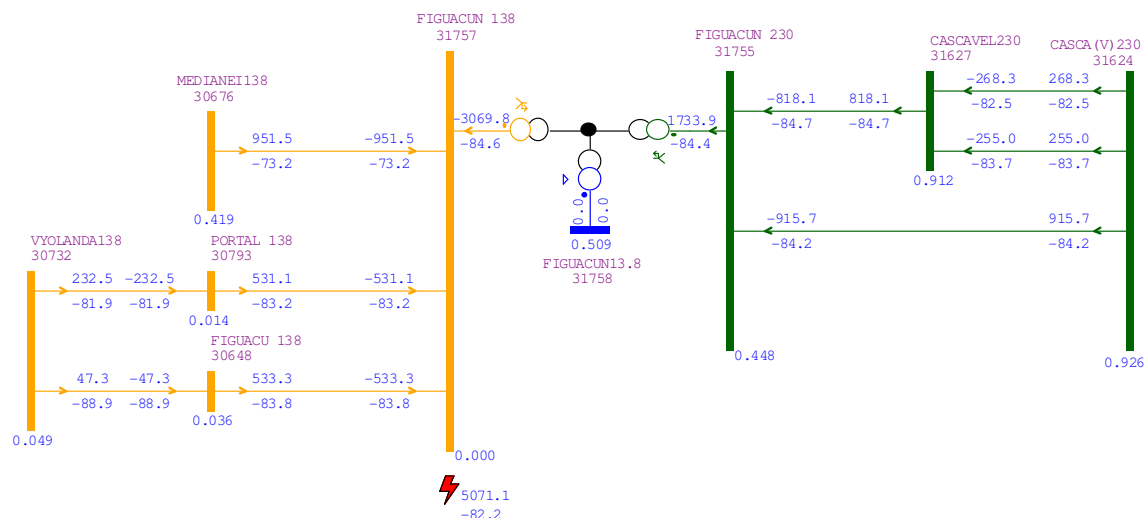
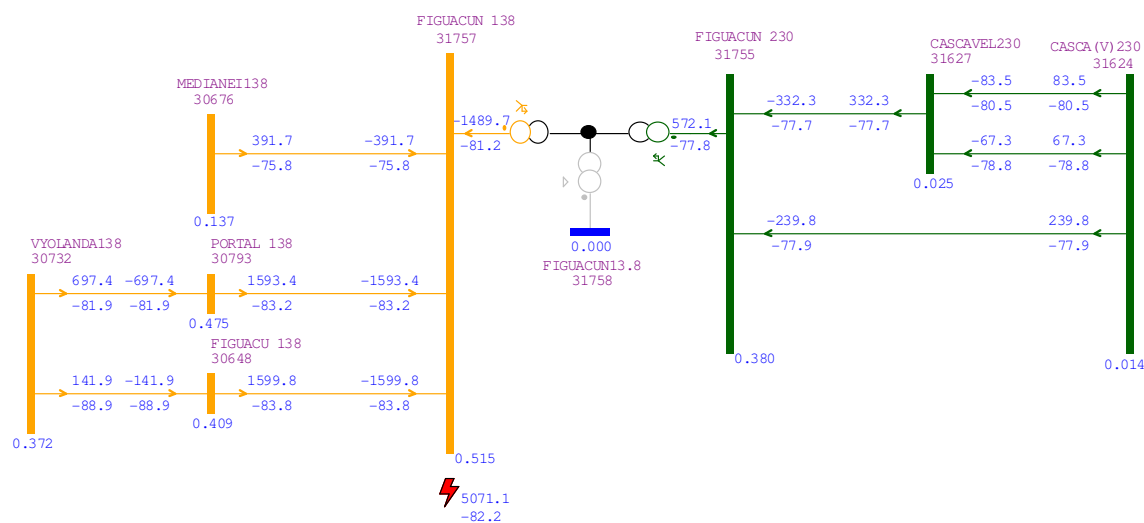


Figura 90 – **Curto-circuito trifásico-terra - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**

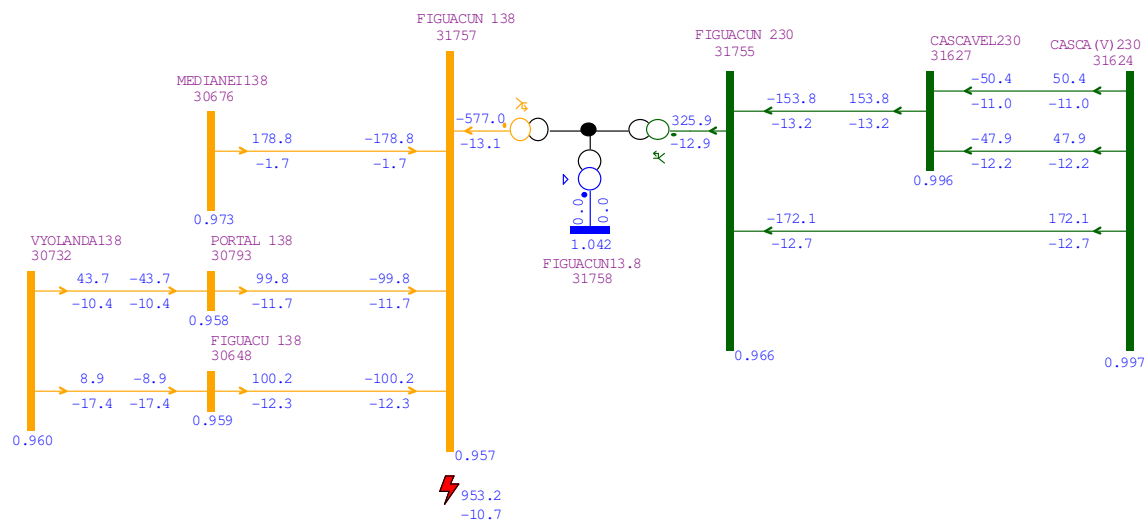


**Figura 91 – Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**

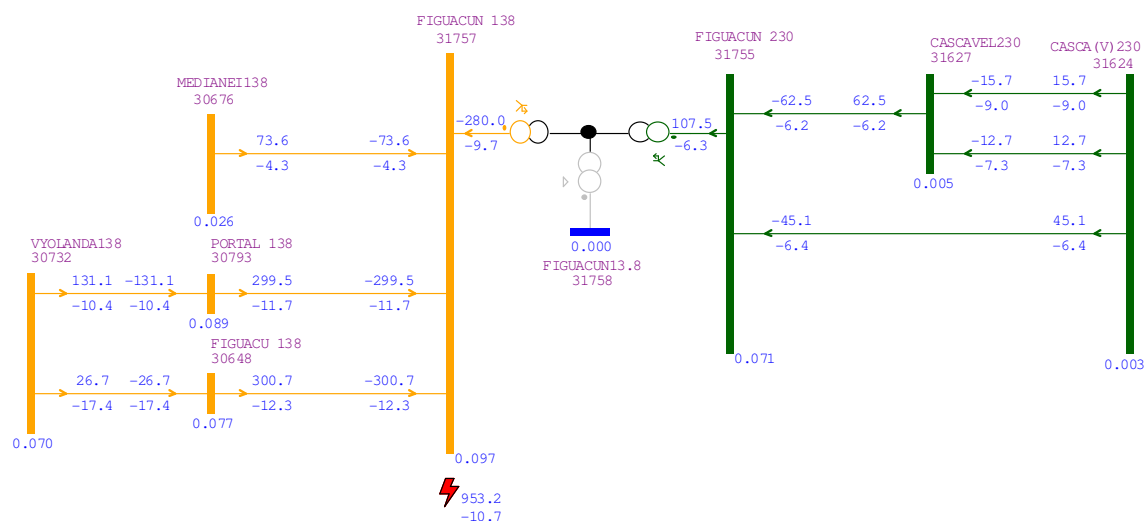


**Figura 92 – Curto-circuito fase-terra (fase A) - barra 31757 – Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0**

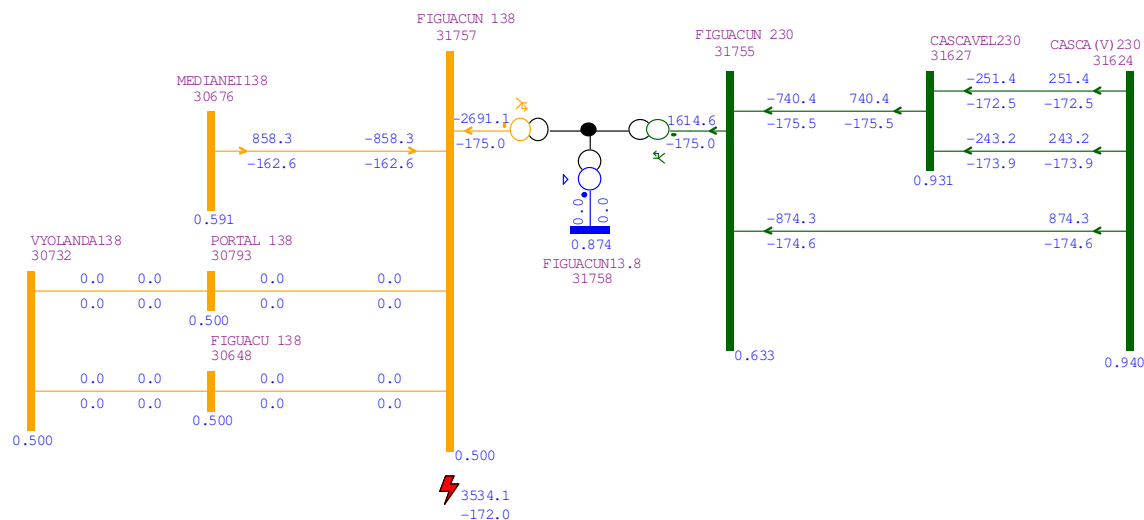




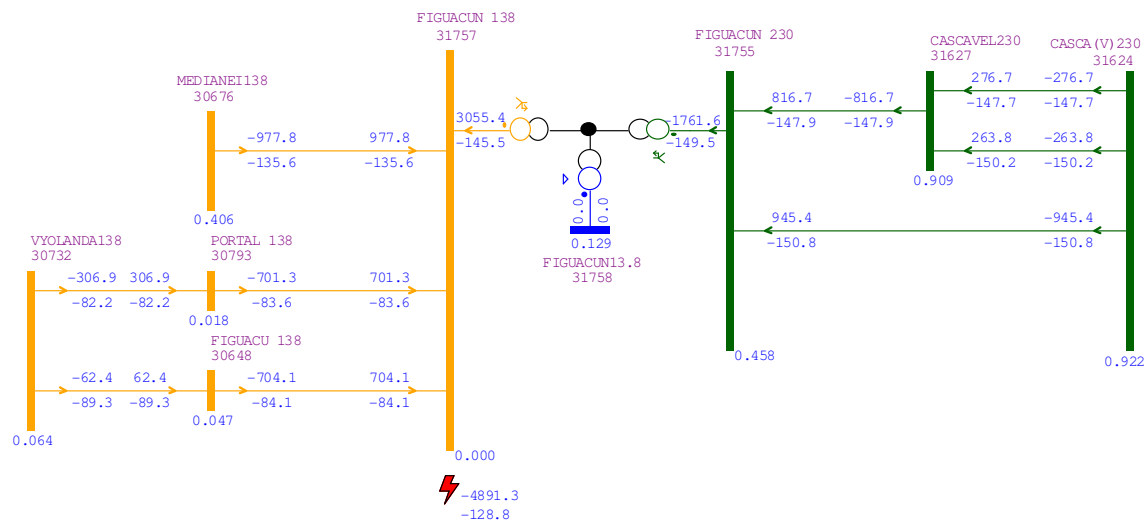
**Figura 93 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31757 - Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**



**Figura 94 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31757 - Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0**



**Figura 95 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31757 - Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase B**



**Figura 96 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - barra 31757 - Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C**

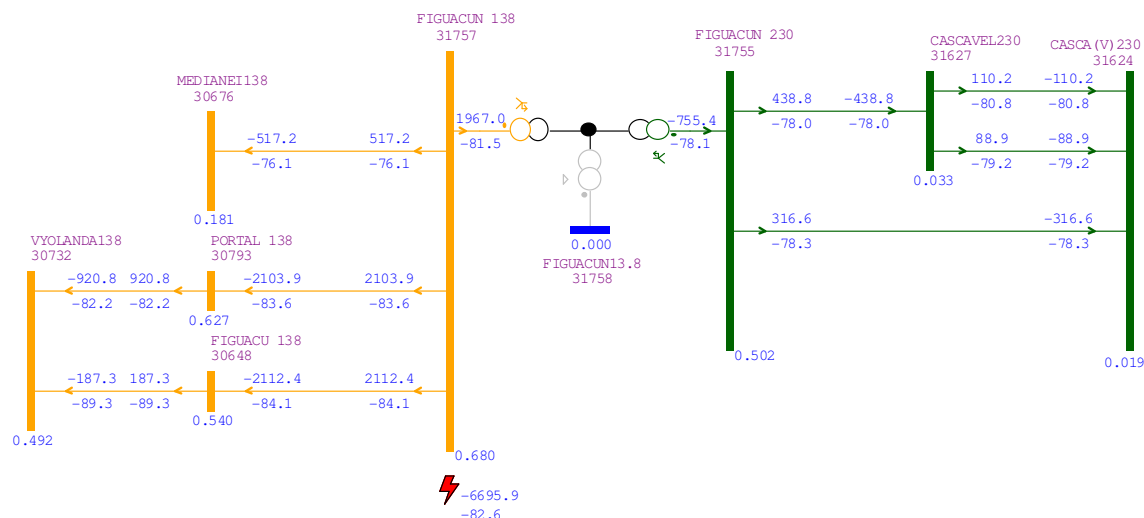


Figura 97 – **Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31627 - barra 31757 - Foz do Iguaçu Norte 138 kV – com 1 trafo: Corrente 310**

Localização da falta: **Medianeira 138 kV** (barra 31676) - Figuras 98 a 105

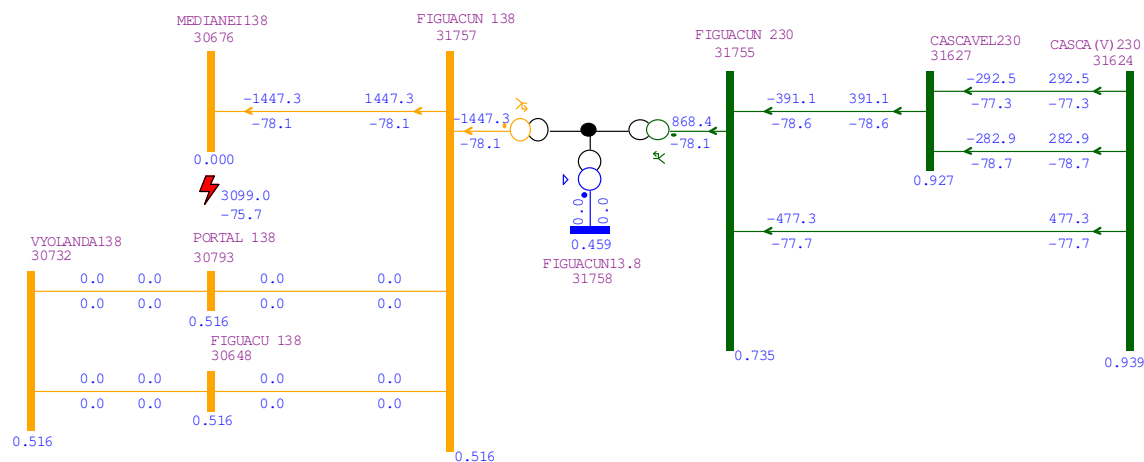
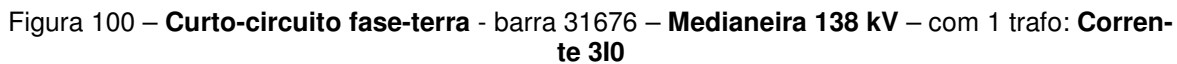
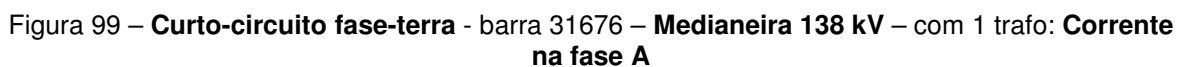


Figura 98 – **Curto-circuito trifásico-terra - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**



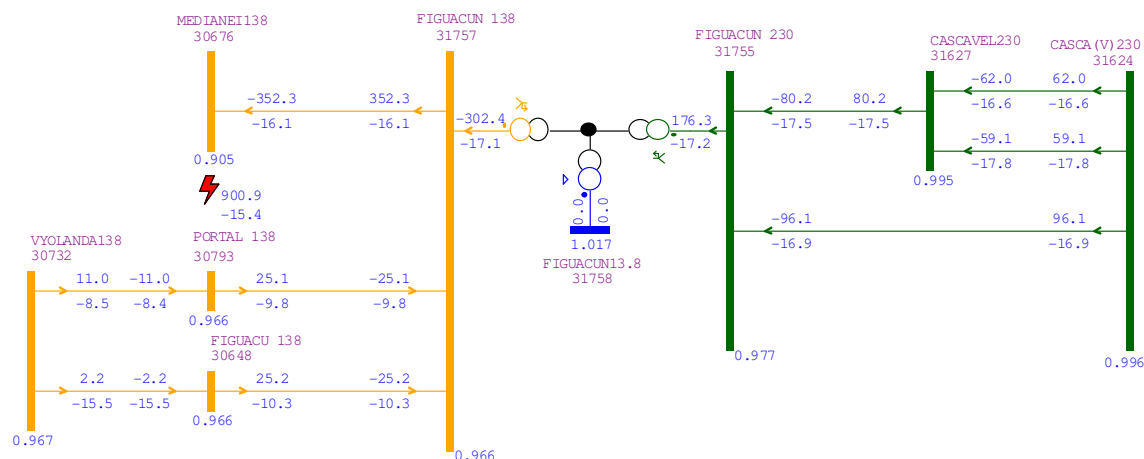


Figura 101 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A

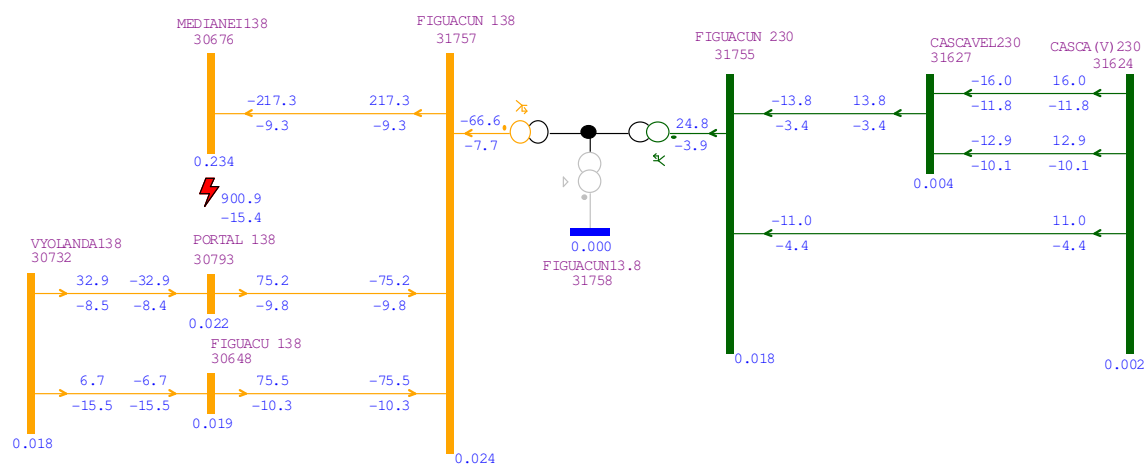


Figura 102 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0

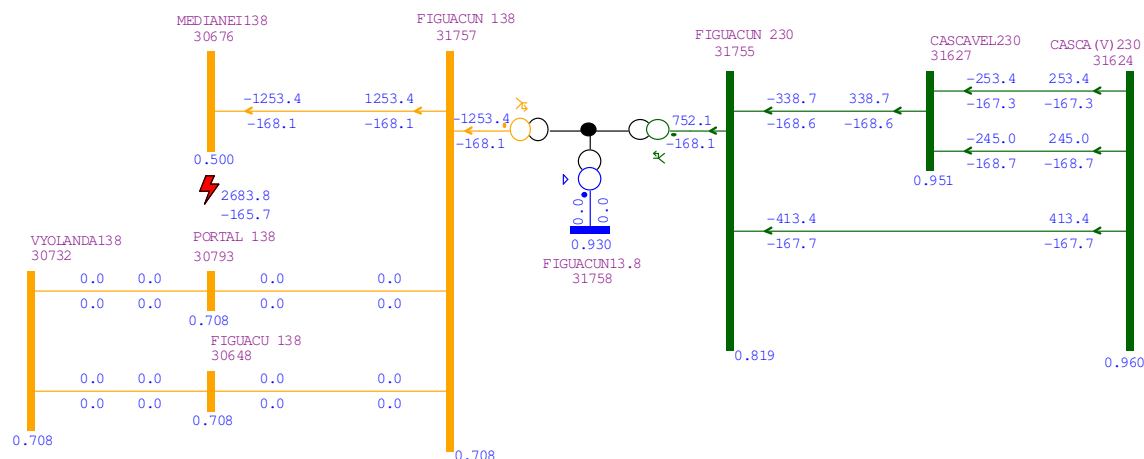


Figura 103 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase B

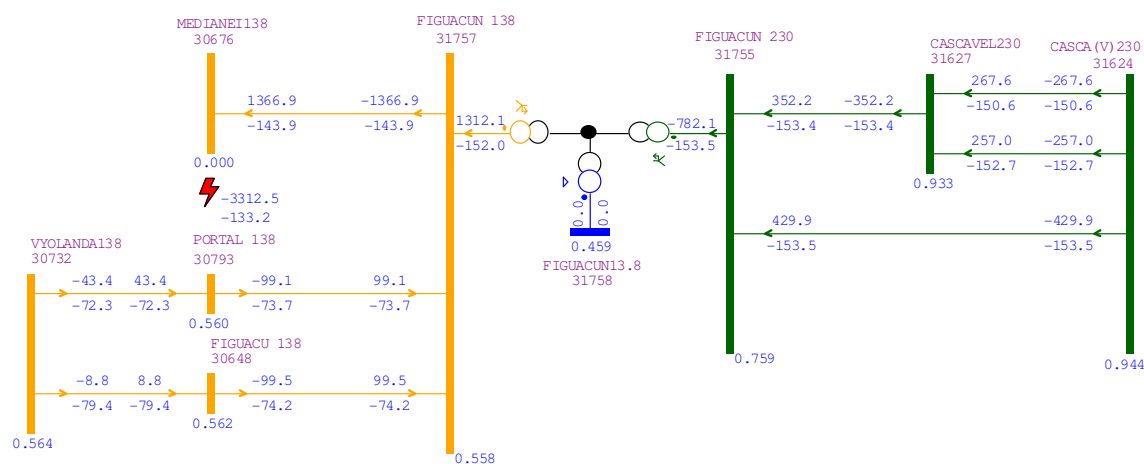


Figura 104 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C

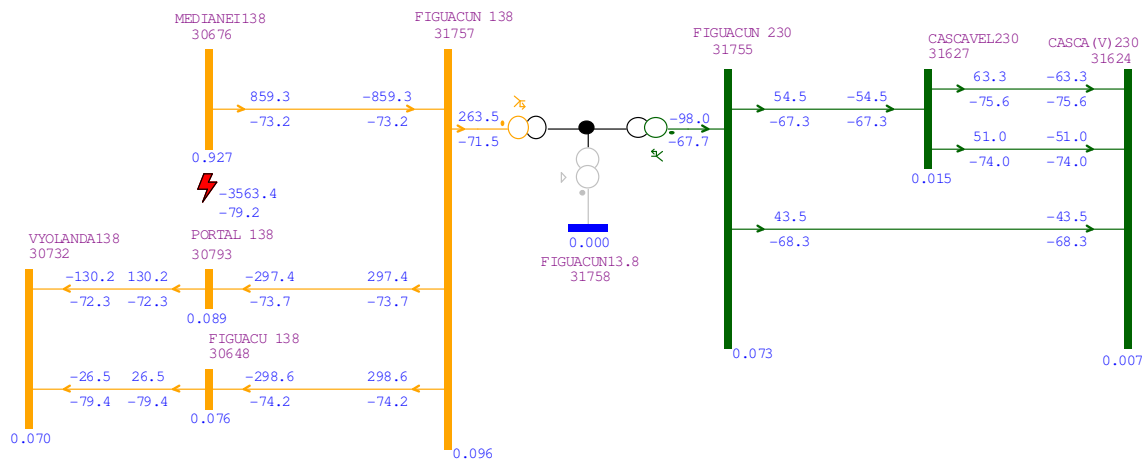


Figura 105 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 31676 – Medianeira 138 kV – com 1 trafo: Corrente 310

Localização da falta: **Portal 138 kV** (barra 30793) - Figuras 106 a 113

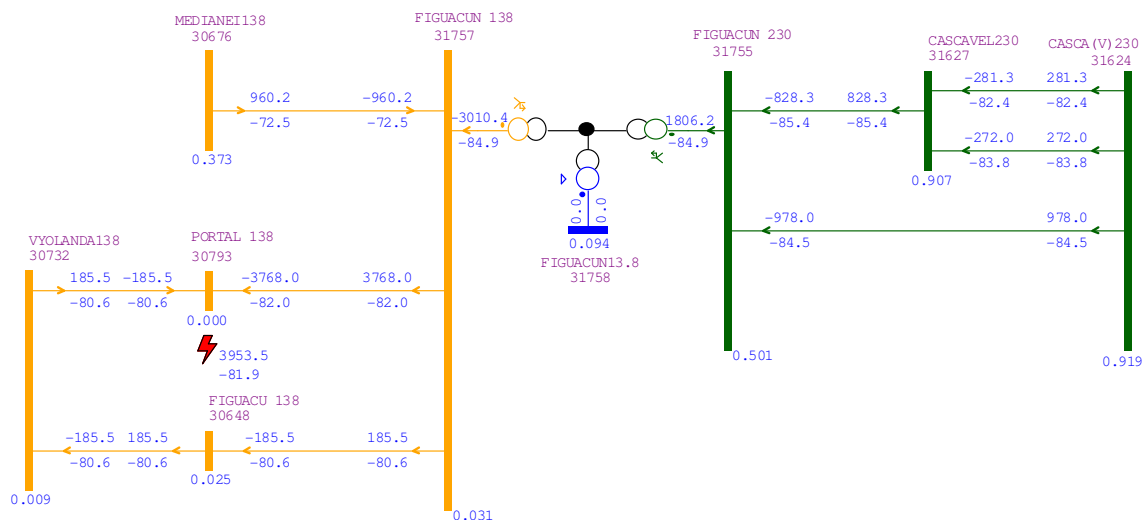


Figura 106 – Curto-circuito trifásico-terra - barra 30793 – Portal 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A

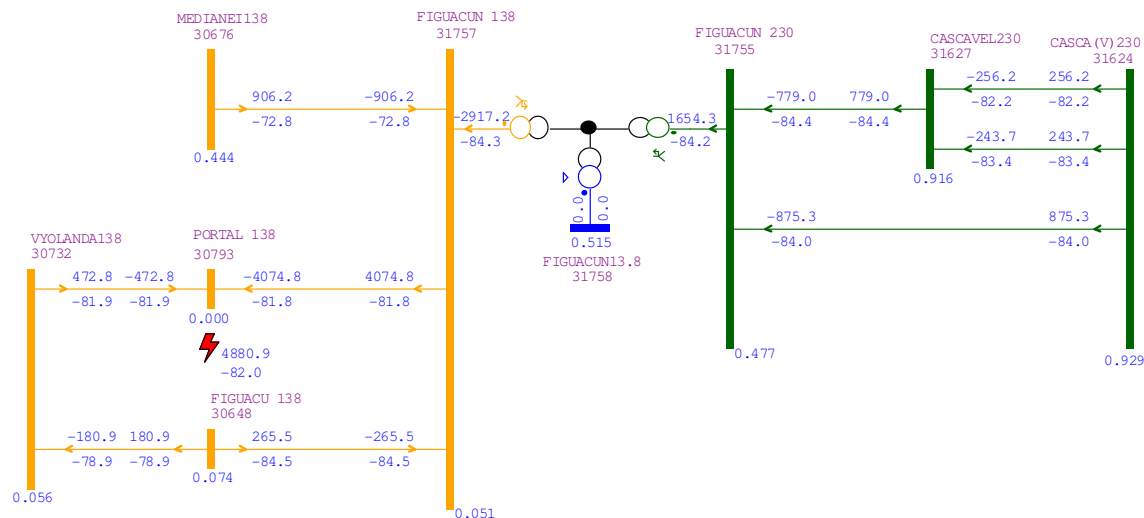


Figura 107 – **Curto-circuito fase-terra - barra 30793 – Portal 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**

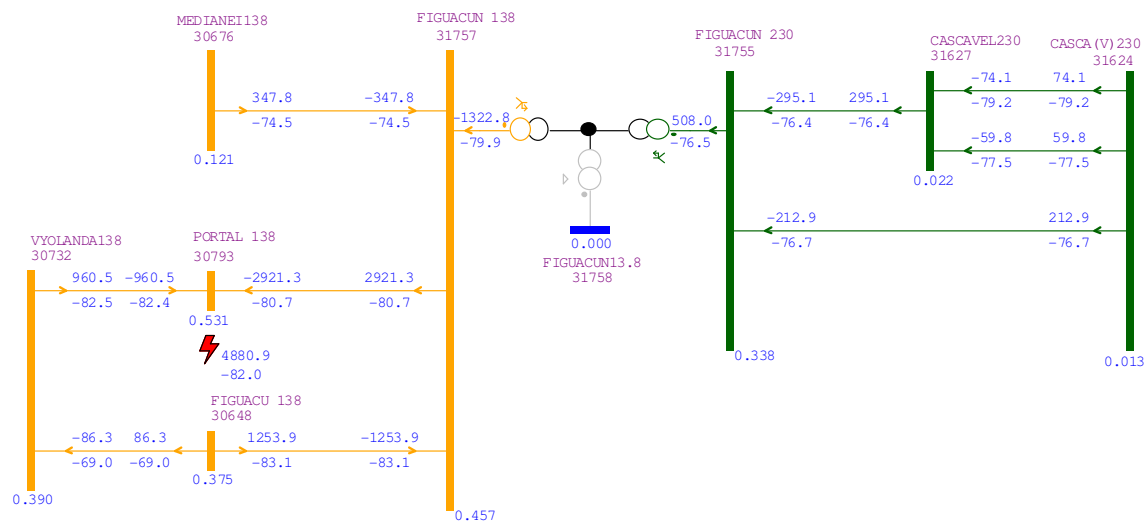
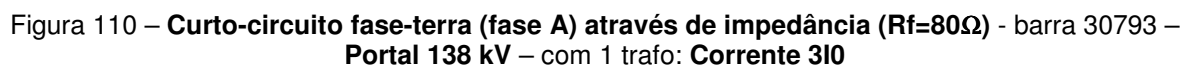
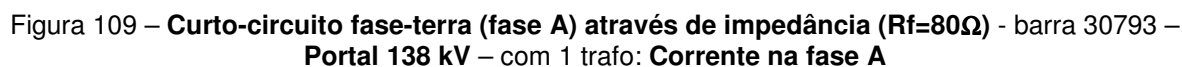
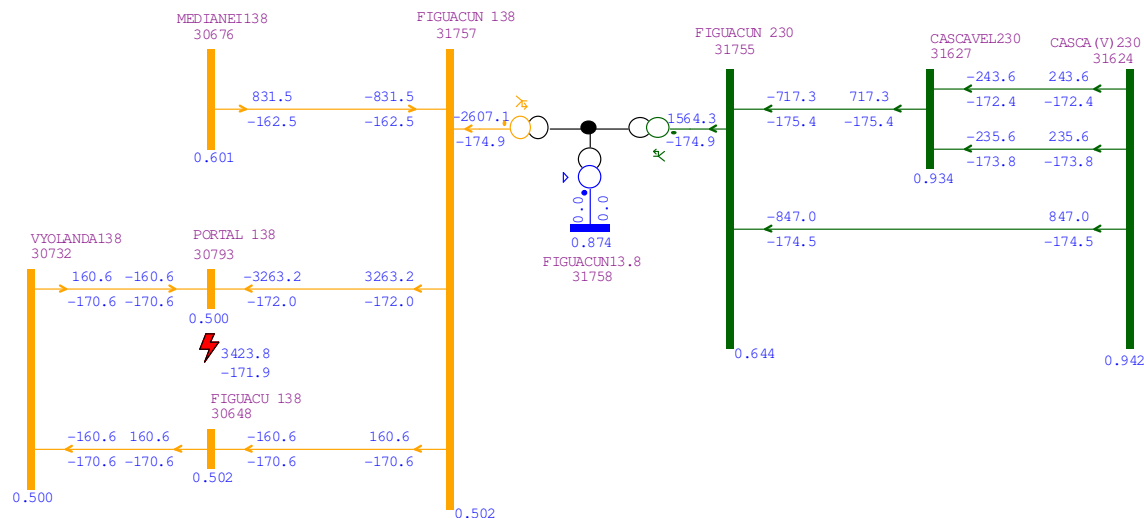


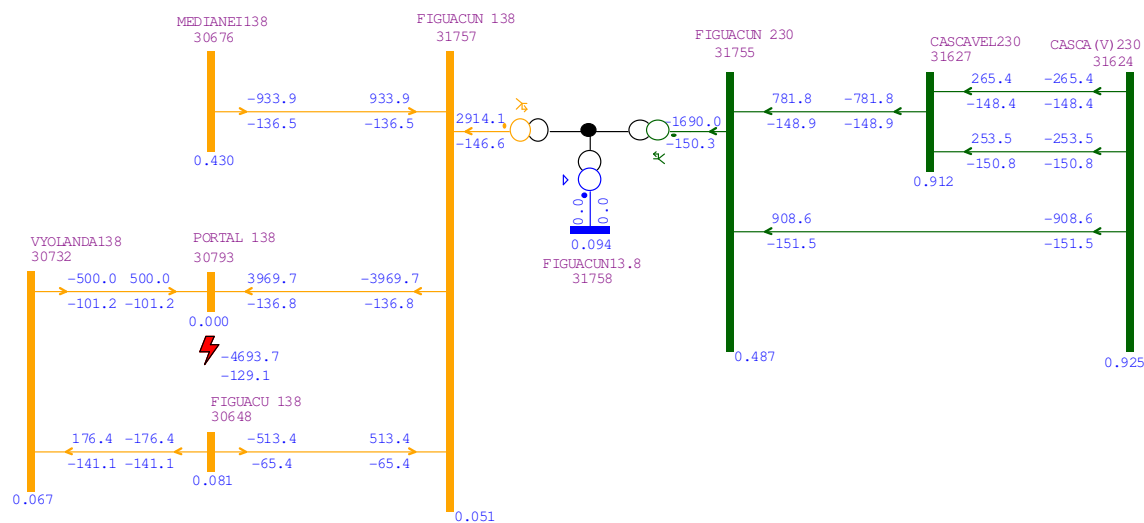
Figura 108 – **Curto-circuito fase-terra - barra 30793 – Portal 138 kV – com 1 trafo: Corrente 310**







**Figura 111 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase B**



**Figura 112 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C**

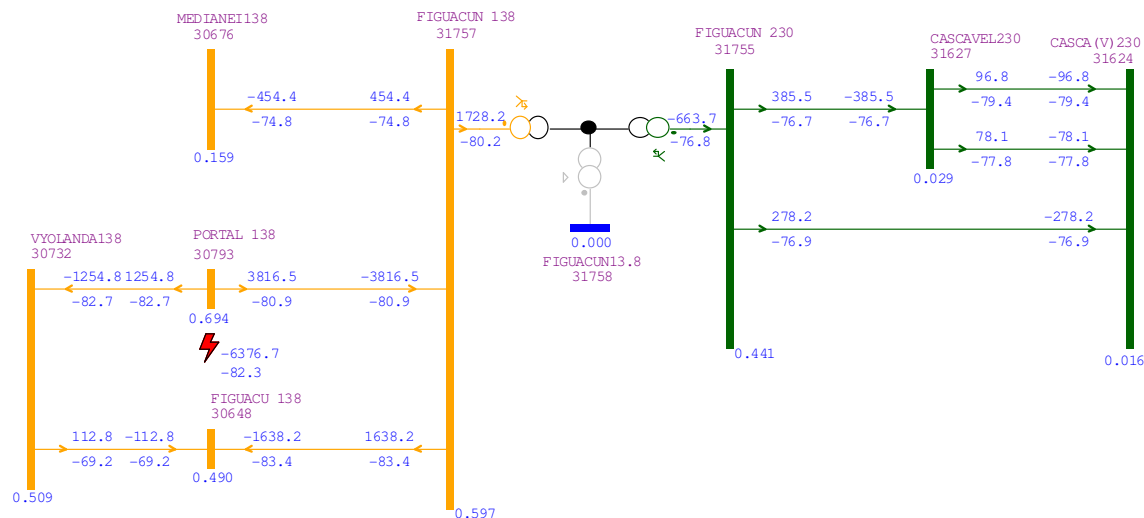


Figura 113 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30793 – Portal 138 kV – com 1 trafo: **Corrente 310**

Localização da falta: **Vila Yolanda 138 kV** (barra 30792) - Figuras 114 a 121

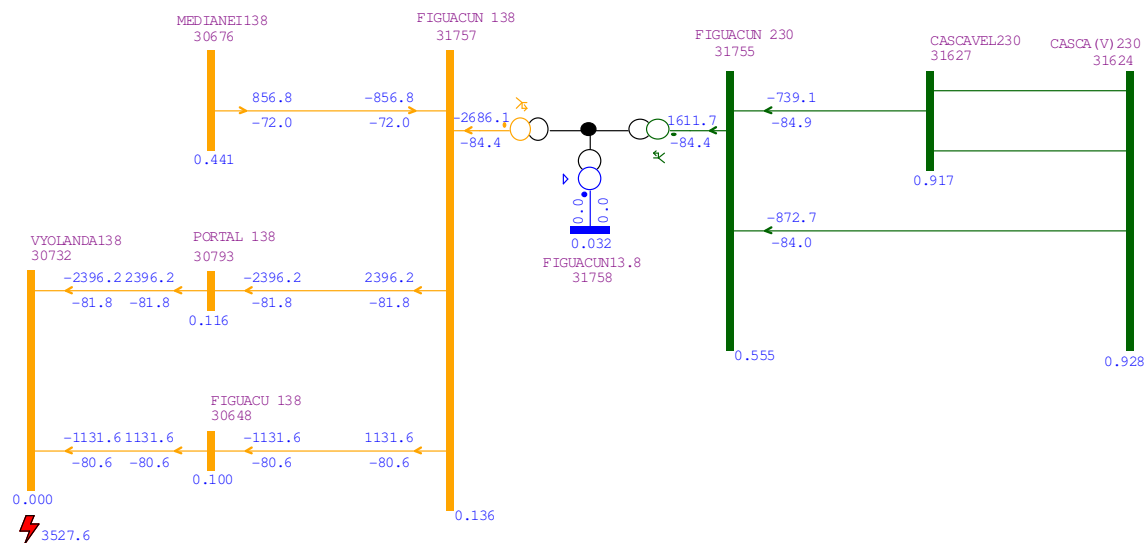
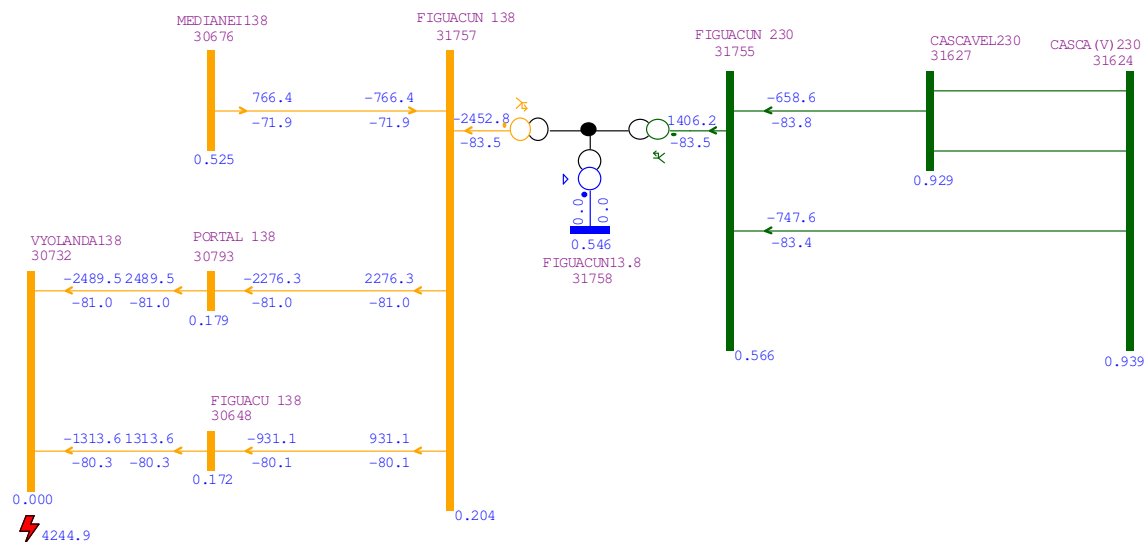
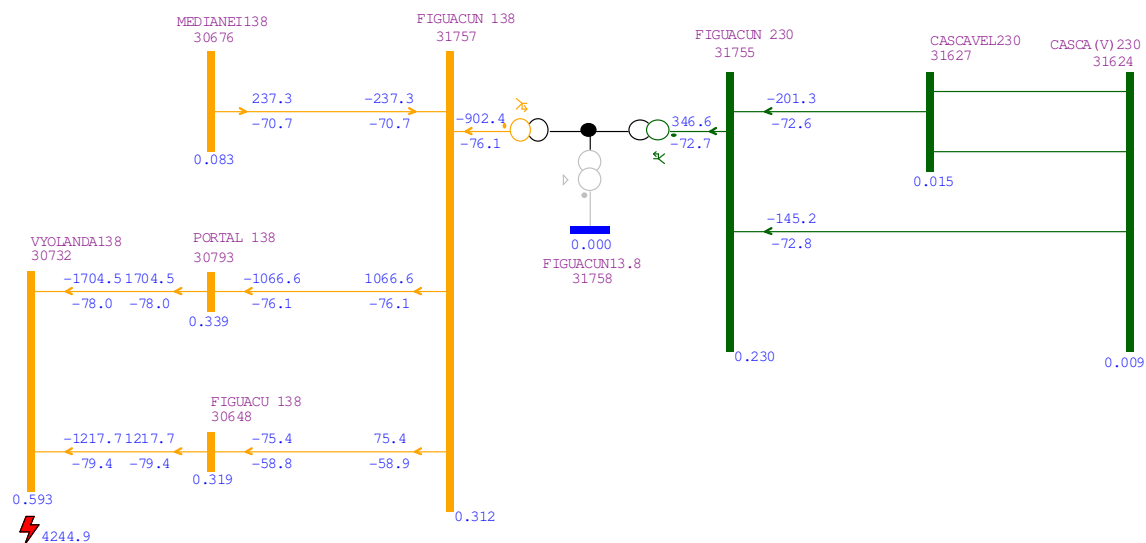


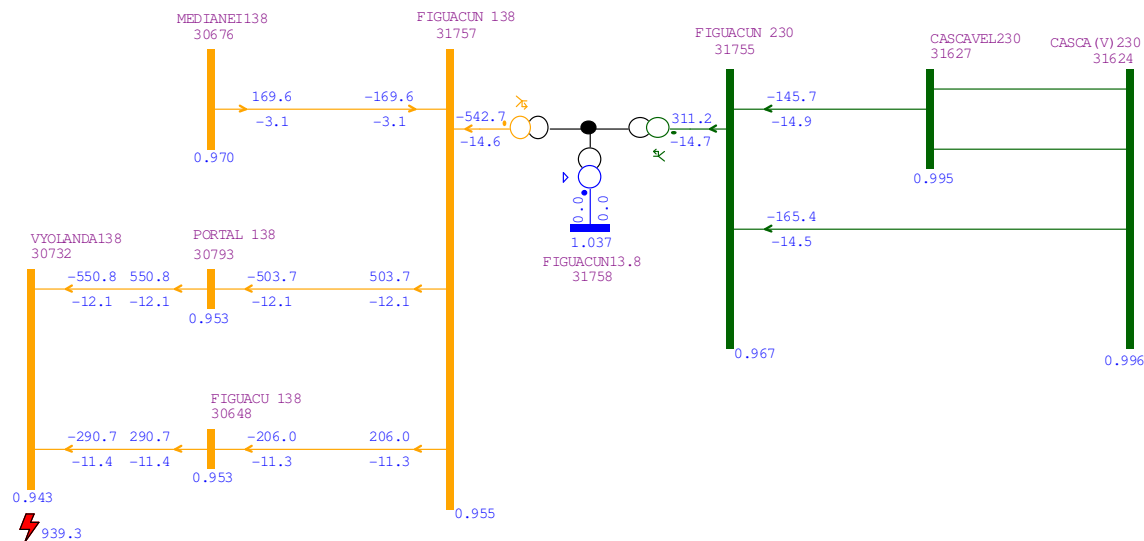
Figura 114 – Curto-circuito trifásico-terra - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: **Corrente na fase A**



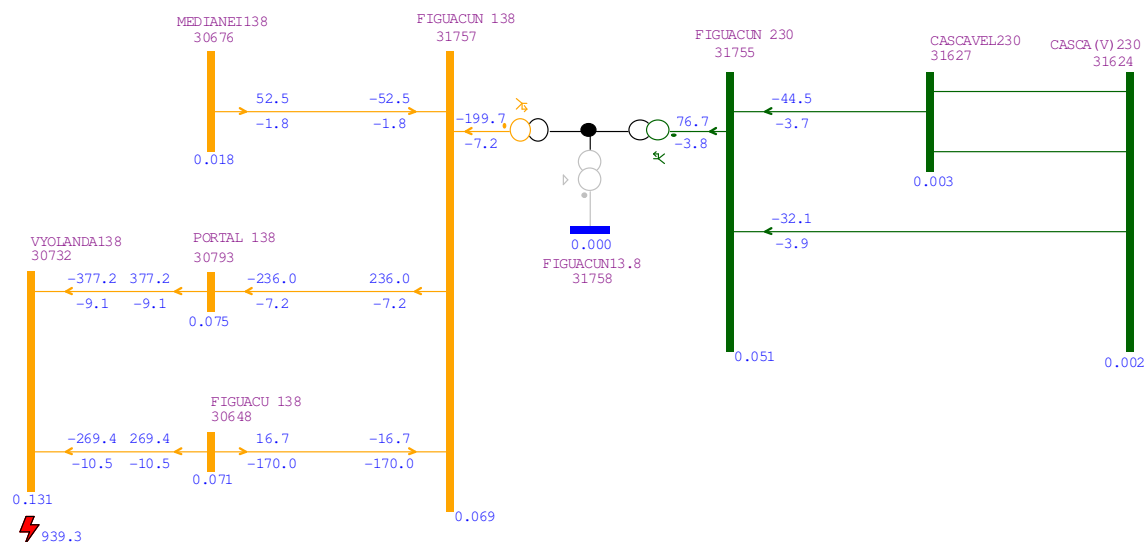
**Figura 115 – Curto-circuito fase-terra - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**



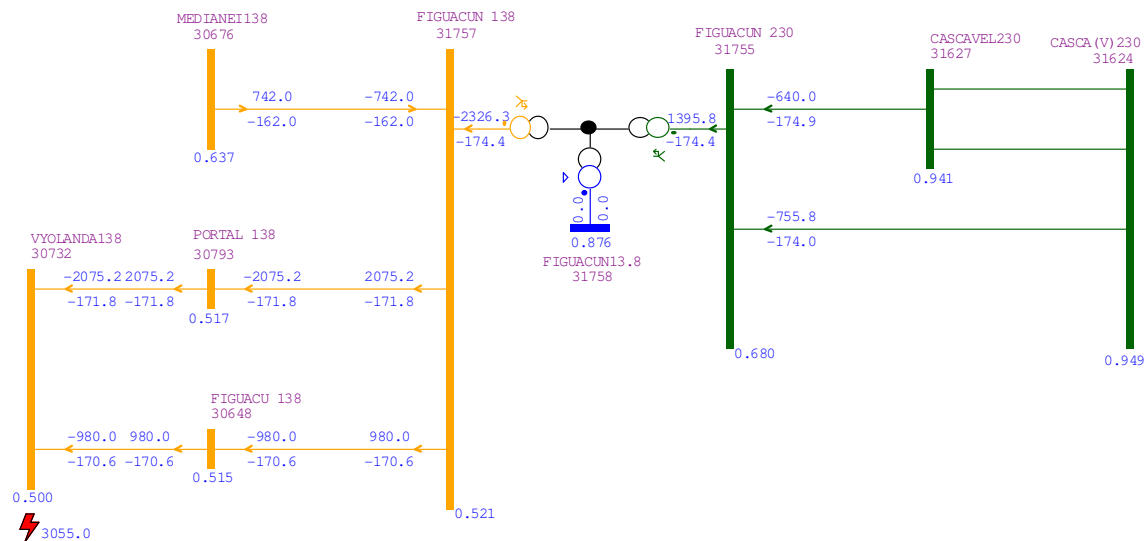
**Figura 116 – Curto-circuito fase-terra - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0**



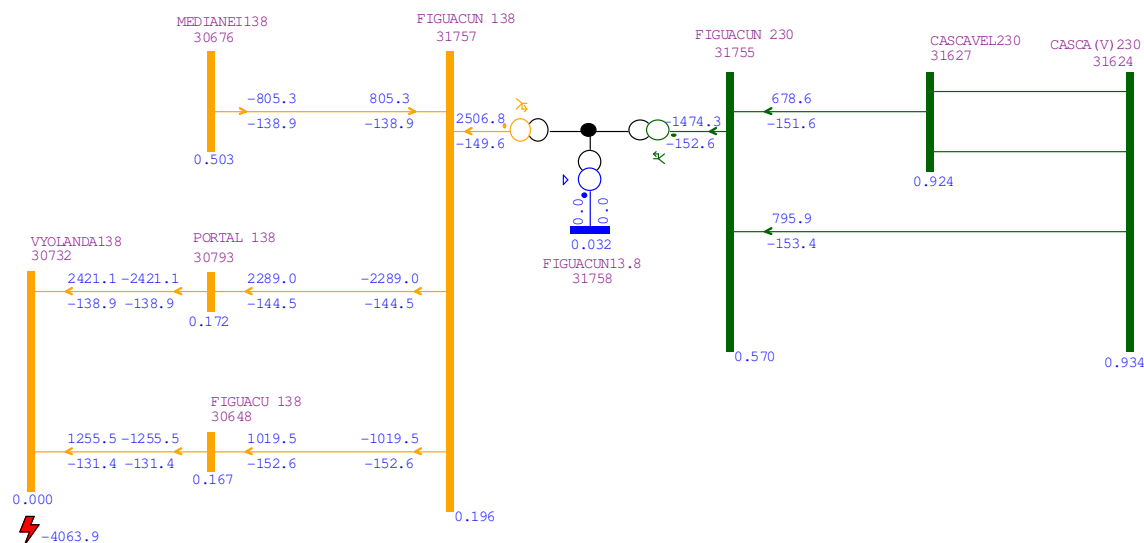
**Figura 117 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**



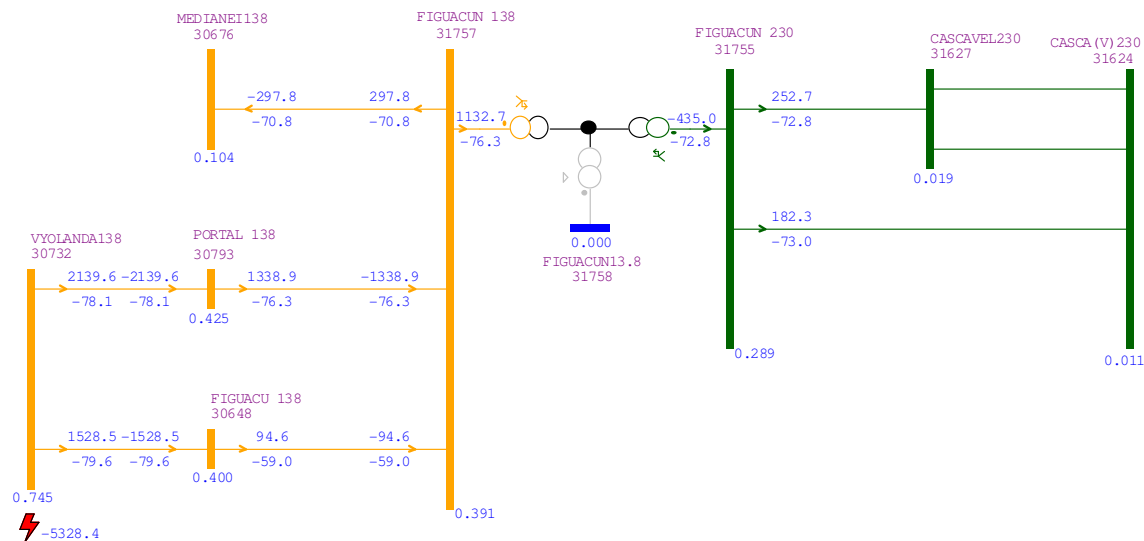
**Figura 118 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente 310**



**Figura 119 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase B**

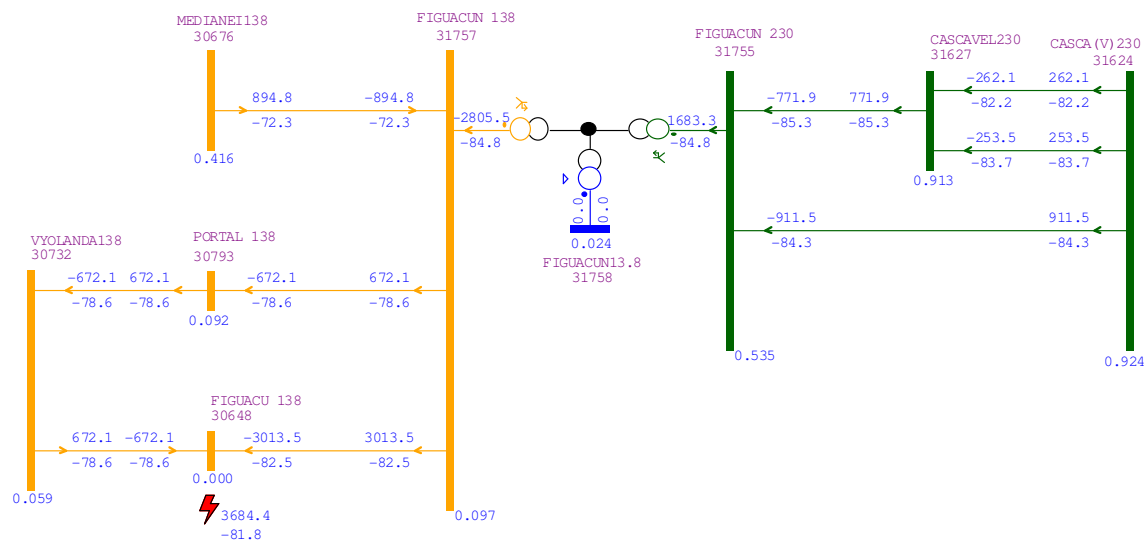


**Figura 120 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C**

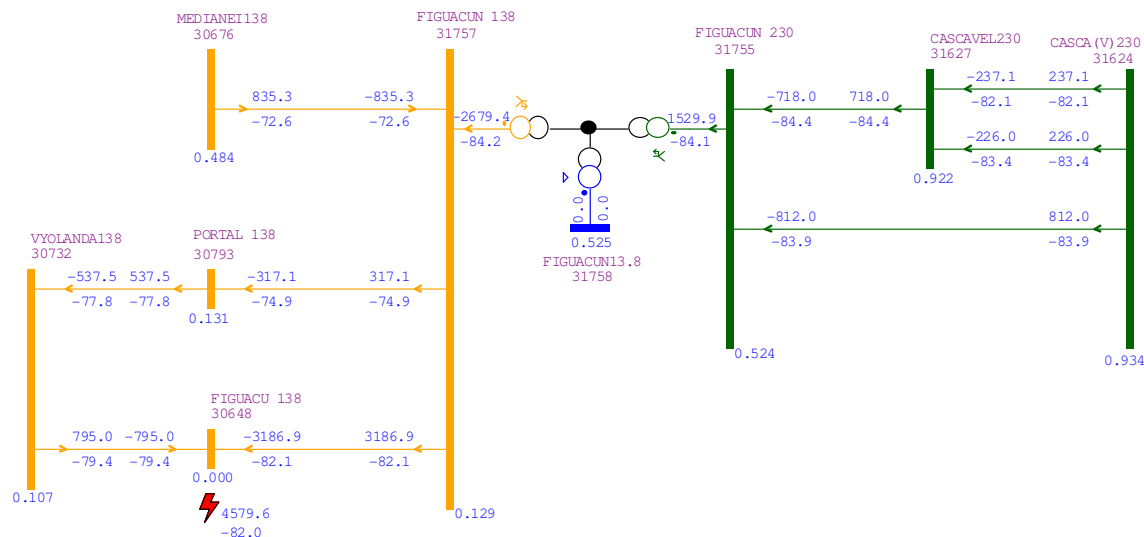


**Figura 121 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30792 – Vila Yolanda 138 kV – com 1 trafo: Corrente 310**

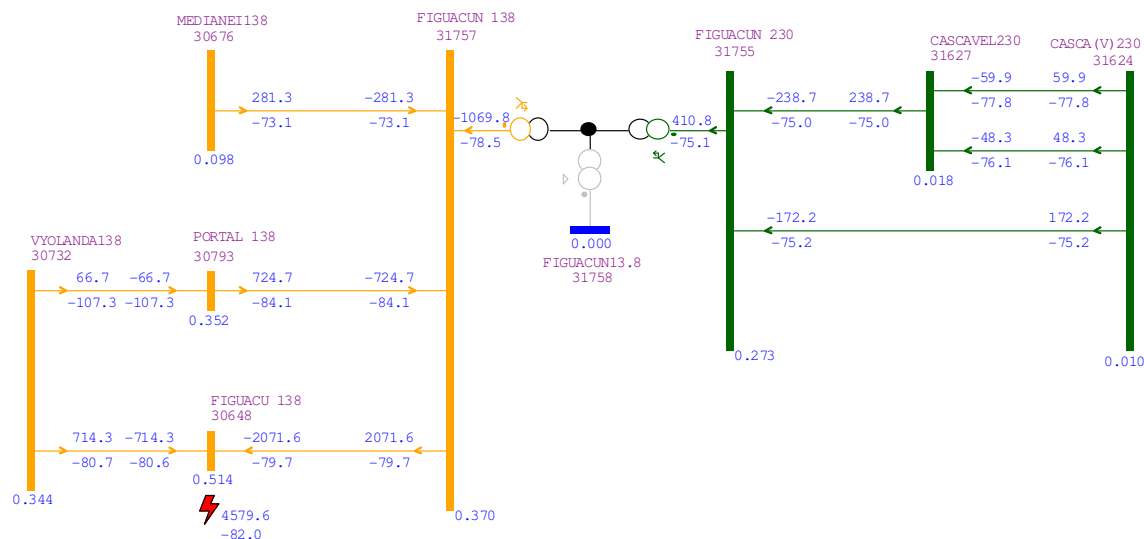
Localização da falta: **Foz do Iguaçu 138 kV** (barra 30648) - Figuras 122 a 129



**Figura 122 – Curto-circuito trifásico-terra - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**



**Figura 123 – Curto-circuito fase-terra - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A**



**Figura 124 – Curto-circuito fase-terra - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0**



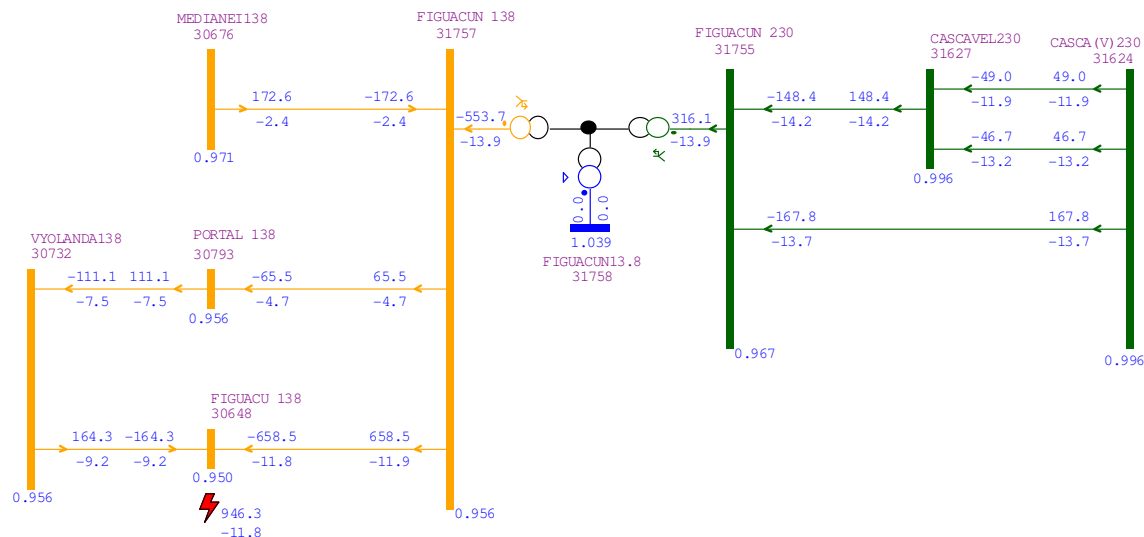


Figura 125 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase A

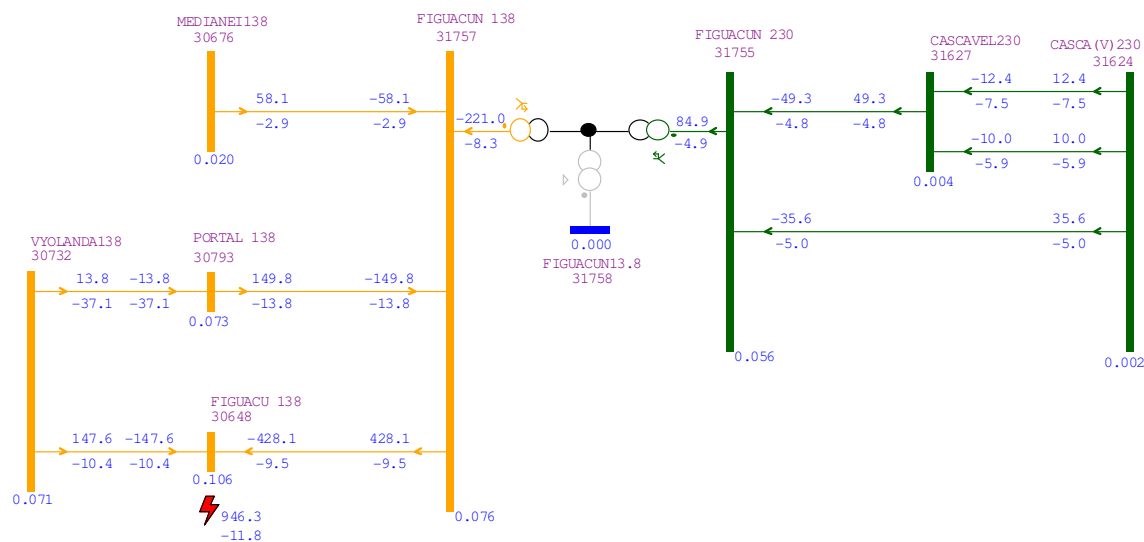
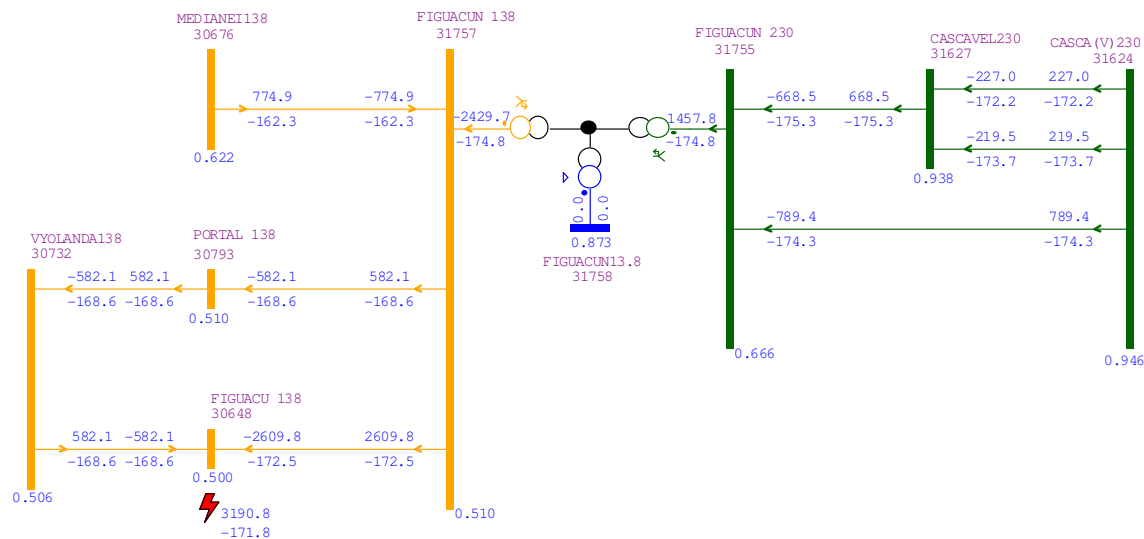
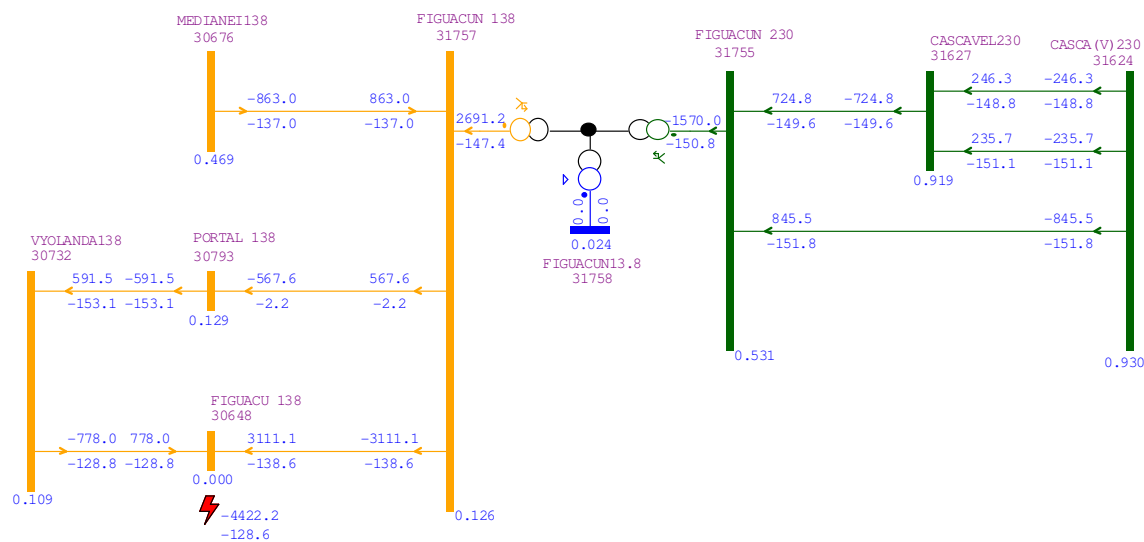


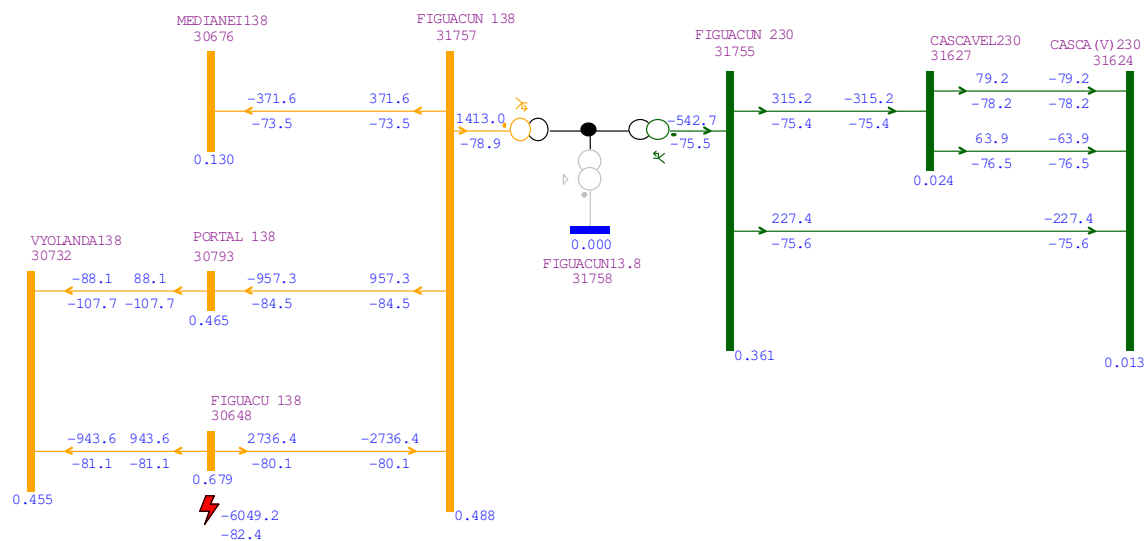
Figura 126 – Curto-circuito fase-terra (fase A) através de impedância ( $R_f=80\Omega$ ) - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 1 trafo: Corrente 3I0



**Figura 127 – Curto-circuito fase-fase (fases B e C) - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase B**



**Figura 128 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV – com 1 trafo: Corrente na fase C**



**Figura 129 – Curto-circuito fase-fase-terra (fases B e C) - barra 30648 – Foz do Iguaçu 138 kV  
– com 1 trafo: Corrente 310**

#### **4 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

- [1] Diagrama Unifilar – Subestação Foz do Iguaçu Norte - nº ATE VII – SE FIN – R4, 25/03/2011;
- [2] Diagrama de Impedâncias do ONS– Paraná 03/07Plano de Obras até 2012, 02/02/2011.

## **5 ANEXO I – RELATÓRIOS DE SAÍDA DO PROGRAMA DE CURTO-CIRCUITO ANAFAS**

Os arquivos “saidacom2trafos.out” e “saidacom1trafo.out”, enviados juntamente com este estudo, fornecem os relatórios completos das simulações, contendo os valores das correntes e tensões por fase e por componentes simétricas, no formato de saída do programa ANAFAS, versão 6.0, do CEPEL.

### Arquivos anexados:

**saidacom1trafo.out:** Caso base ONS dezembro/2011 – com 1 transformador de 230/138/13,8 kV – 150 MVA na SE Foz do Iguaçu Norte.

**saidacom2trafos.out:** Caso base ONS dezembro/2011 – com 2 transformadores de 230/138/13,8 kV – 150 MVA na SE Foz do Iguaçu Norte.