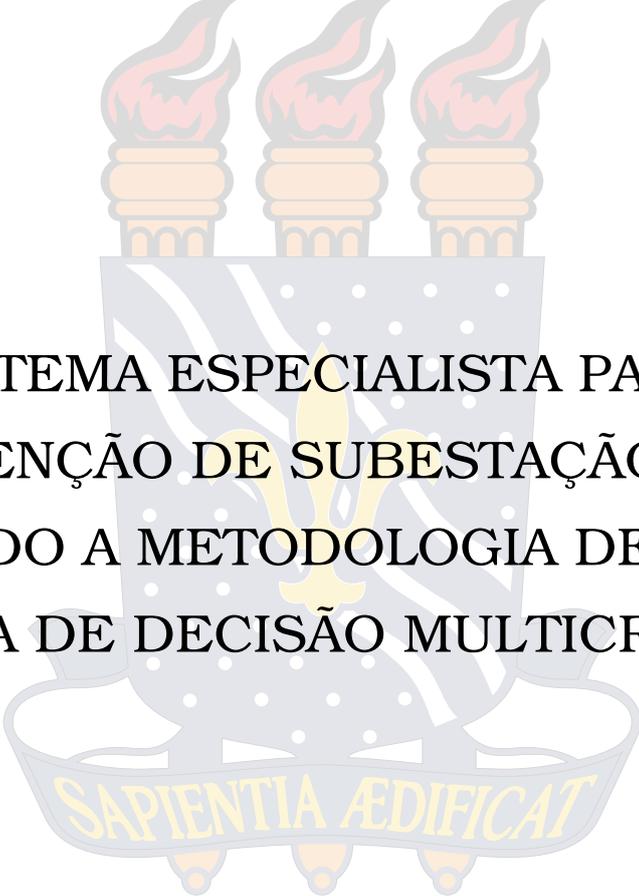


UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Dissertação de Mestrado



SISTEMA ESPECIALISTA PARA
MANUTENÇÃO DE SUBESTAÇÃO HVDC
UTILIZANDO A METODOLOGIA DE APOIO A
TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

Camila Maciel Andrade

João Pessoa, Brasil

Março de 2023

Camila Maciel Andrade

**SISTEMA ESPECIALISTA PARA MANUTENÇÃO DE SUBESTAÇÃO
HVDC UTILIZANDO A METODOLOGIA DE APOIO A TOMADA DE
DECISÃO MULTICRITÉRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - PPGEE, da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Orientadores: Prof. Dr. Fabiano Salvadori
Prof^ª. Dra. Camila S. Gehrke

João Pessoa, Brasil

Março de 2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A553s Andrade, Camila Maciel.

Sistema especialista para manutenção de subestação HVDC utilizando a metodologia de apoio a tomada de decisão multicritério / Camila Maciel Andrade. - João Pessoa, 2023.

121 f. : il.

Orientação: Fabiano Salvadori.

Coorientação: Camila S. Gehrke.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CEAR.

1. Subestação - HVDC. 2. Sistema especialista. 3. AHP - Analytic Hierarchy Process. 4. SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition. I. Salvadori, Fabiano. II. Gehrke, Camila S. III. Título.

UFPB/BC

CDU 621.3.051.024(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA ELÉTRICA



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação

**SISTEMA ESPECIALISTA PARA MANUTENÇÃO DE SUBESTAÇÃO
HVDC UTILIZANDO A METODOLOGIA DE APOIO A TOMADA DE
DECISÃO MULTICRITÉRIO**

Elaborado por:

CAMILA MACIEL ANDRADE

Como requisito parcial para obtenção do grau de:

MESTRE EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Comissão Examinadora



Dr. Fabiano Salvadori
Orientador



Dra. Camila Seibel Gehrke
Orientadora



Dr. Juan Moisés Maurício Villaneuva
Membro Interno



Victor Argemil Teixeira
Xingu Rio Transmissora de Energia

João Pessoa, Brasil

Ao meu marido, Kao Koester, e à minha família por todo apoio durante a minha jornada.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é proveniente de uma longa caminhada no decorrer desses doze anos de trabalho no setor de transmissão de energia, desde já palavras serão insuficientes para proferir a minha imensa gratidão a todos que participaram ou apenas cruzaram o meu caminho durante essa árdua jornada.

A carreira acadêmica está entre meus sonhos profissionais, a conclusão desse mestrado será a porta de entrada para sua realização. Acredito que a área de ensino é fundamental para contribuir com o desenvolvimento do país ao qualificar profissionais.

Agradeço em especial ao meu marido por todo apoio, por me incentivar em todos os momentos que precisei me ausentar para me dedicar ao meu tão sonhado mestrado. Agradeço à minha família por terem me ensinado valores que me consolidaram como pessoa, onde estes foram determinantes para as minhas conquistas profissionais.

Agradeço aos professores da UFPB pelos conhecimentos e conceitos adquiridos, por me proporcionar a oportunidade de uma formação acadêmica consolidada em um curso de qualidade.

Aos professores Dr. Fabiano e Dra. Camila pela orientação e principalmente pelo apoio e compreensão da minha dupla jornada para conciliar vida acadêmica e profissional.

A Victor e Osvalter, por todos os ensinamentos diários que contribuem para minha evolução técnica no HVDC e como profissional, é uma honra fazer parte do departamento técnico de UHV da XRTE. Pelo apoio no trabalho do mestrado que foi fundamental para que eu pudesse cursar as disciplinas e desenvolver a minha pesquisa.

A Paulo que acreditou na minha capacidade profissional e me abriu as portas para a construção da XRTE, a maior conquista e orgulho da minha carreira.

Por fim, meus sinceros agradecimentos a cada um que contribuiu com algo para a concretização dessa realização.

"Os grandes momentos nascem das grandes oportunidades."

Nikola Tesla

RESUMO

Os sistemas de transmissão em Alta Tensão em Corrente Contínua (*High Voltage Direct Current - HVDC*) brasileiros são relevantes para o setor elétrico devido a capacidade de transmitir grandes volumes de energia por longas distâncias. A realização da manutenção preventiva dos equipamentos dos sistemas HVDCs é a forma mais eficaz de aumentar sua confiabilidade, que é fundamental para manter a estabilidade do sistema interligado nacional (SIN). Anualmente, no período preferencial entre setembro e novembro, cada um dos HVDCs do Brasil tem 80 horas para realizar manutenção programada com desligamento dos equipamentos que fazem parte da função de transmissão conversora sem o pagamento de Parcela Variável (PV). As subestações em HVDC tem como característica uma quantidade superior a 1000 equipamentos em sua configuração, ou seja, um valor elevado em relação a maioria das subestações em corrente alternada. Por conta disso, realizar um planejamento otimizado para que durante estas 80 horas de desligamento seja realizado a maior quantidade possível de manutenções corretivas e preventivas se torna um problema. Dessa forma, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um Sistema Especialista para manutenção de subestação HVDC utilizando a metodologia de apoio a tomada de decisão multicritério com aplicação do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Para os critérios de análise foram considerados: confiabilidade, custo do equipamento, PV, tempo de substituição do equipamento e histórico de alarmes e eventos. Como resultado obteve-se a demonstração simplificada da hierarquia dos equipamentos de uma subestação HVDC que devem ser priorizados para manutenção na parada anual, e assim auxiliar no planejamento das atividades.

Palavras-chave: Sistema especialista, HVDC, subestação, AHP, SCADA, equipamentos, conversora.

ABSTRACT

Brazilian HVDC (High Voltage Direct Current) transmission systems are relevant to the electricity sector due to their ability to transmit a bulk of energy over large distances. Performing equipment maintenance is the most effective way to increase the reliability of HVDCs that are critical to maintaining systemic stability. Annually, in the preferential period between September and November, each one of the HVDCs in Brazil has 80 hours to perform scheduled maintenance with shutdown of equipment that is part of the converter transmission function without payment of a variable portion. HVDC substations are characterized by a amount greater than 1000 equipments in your configuration, that is, a high value in relation to the majority of substations in alternating current because of this, carrying out an optimized planning so that during the 80 hours of shutdown the greatest possible amount of corrective and preventive maintenance is performed becomes a problem. In this way, the present work proposes the development of an Expert System for HVDC substation maintenance using the methodology of the multi-criteria decision making methodology with the application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) method. The following criteria were considered for the analysis: reliability, equipment cost, variable portion, equipment replacement time, and historical alarms and events. As a result, a simplified demonstration of the equipment hierarchy of an HVDC substation was obtained, which must be prioritized for maintenance in the annual shutdown, and thus help in the planning of activities.

Keywords: Expert System, HVDC, substation, AHP, SCADA, equipment, converter.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 – Diversas aplicações de sistemas HVDC, (OKBA M., 2012)	28
Figura 3.2 – Comparação de custos HVAC e HVDC: breakeven, (ABB, 2018)	29
Figura 3.3 – Capacidade global dos HVDC entre 2010 e 2017, (ASPINALL, 2016)	30
Figura 3.4 – Sistema de transmissão HVDC de Itaipu, (PRAÇA A., 1996)	31
Figura 3.5 – Sistema de transmissão HVDC do Madeira, (GRAHAM J.F., 2012)	32
Figura 3.6 – Sistema de transmissão HVDC de Belo Monte, (NEVES A., 2019)	32
Figura 3.7 – Diagrama esquemático de um sistema HVDC, (UZUEGBU C., 2011)	33
Figura 3.8 – Unifilar de sistema HVDC em modo Bipolar, (KALAIR A., 2016)	34
Figura 3.9 – Unifilar de sistema HVDC em modo monopolar com retorno metálico, (KALAIR A., 2016)	34
Figura 3.10–Unifilar de sistema HVDC em modo monopolar com retorno pelo ele- trodo, (KALAIR A., 2016)	35
Figura 3.11–Vista aérea da subestação Terminal Rio	35
Figura 3.12–Diagrama unifilar de Terminal Rio com a FT Conversora destacada em azul	38
Figura 3.13–Transformadores Conversores	39
Figura 3.14–Transformador Conversor reserva	39
Figura 3.15–Diagrama unifilar de Terminal Rio dos Transformadores Conversores e suas conexões	40
Figura 3.16–Válvulas Tiristoras	41
Figura 3.17–Diagrama unifilar de Terminal Rio das Válvulas Tiristoras e suas conexões	41
Figura 3.18–Equipamentos do Pátio CC	41
Figura 3.19–Diagrama unifilar de Terminal Rio dos equipamentos do pátio CC	42
Figura 3.20–Reator de Alisamento	43
Figura 3.21–Filtros de Harmônicos CA	43
Figura 3.22–Diagrama unifilar de Terminal Rio dos filtros de harmônicos CA	44
Figura 3.23–Arquitetura geral sistema especialista, (CIGRE., 1997)	45
Figura 3.24–Arquitetura geral sistema especialista, Fonte: Adaptação de (SAATY, 1977)	46
Figura 3.25–Exemplo de Matriz de julgamento, Fonte: Adaptada de (FERRET, 2012)	47
Figura 4.1 – Fluxograma do sistema especialista	49
Figura 4.2 – Estruturação em níveis hierárquicos	50
Figura 4.3 – Distribuição percentual da RAP da XRTE	52
Figura 4.4 – Fluxograma do sistema especialista	53
Figura 4.5 – IHM do SCADA de Terminal Rio	54
Figura 4.6 – Fluxograma de geração do banco de dados consolidado	55
Figura 4.7 – Banco de dados consolidado	55

Figura 4.8 – Quantidade total de alarmes e eventos por painel	57
Figura 4.9 – Seleção de alarmes e eventos dos Transformadores Conversores 1T01	57
Figura 4.10–Motivação da escolha dos alarmes e eventos dos Transformadores e Filtros CA	58
Figura 4.11–Motivação da escolha dos alarmes e eventos das Válvulas, equipamentos do Pátio CC e Filtro CC	59
Figura 4.12–Palavras chaves para mineração de texto dos alarmes e eventos do Transformador 1T01	60
Figura 4.13–Matriz de julgamentos com pesos de comparação par a par de cada critério	61
Figura 4.14–Matriz de julgamentos normalizada	61
Figura 4.15–Vetor de prioridade dos critérios	61
Figura 4.16–Matriz encontrada para calcular o autovalor máximo	62
Figura 4.17–Soma ponderada	62
Figura 4.18–Valores encontrados da soma ponderada dividido pelo Vetor prioridades	62
Figura 4.19–Estrutura do problema no Super Decision	64
Figura 4.20–Conexão do nó: "Priorizar equipamentos da parada de manutenção"do " <i>cluster</i> ": objetivo com os nós do " <i>cluster</i> ": critério	64
Figura 4.21–Conexão do nó "Confiabilidade"do " <i>cluster</i> "critérios com todos os nós do " <i>cluster</i> "Alternativas	64
Figura 4.22–"Aba Questionário"da matriz de julgamento dos critérios	65
Figura 4.23–Valores preenchidos pelo Super Decision na "Aba Direto"	66
Figura 4.24–Gráfico dos pesos com razão de consistência em destaque	66
Figura 4.25–Vetor prioridade com distribuição dos pesos para encontrar os valores de entrada da "Aba Direto"	67
Figura 4.26–Preenchimento da "Aba direta"do critério confiabilidade com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	67
Figura 4.27–Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário"do critério confiabilidade com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	68
Figura 4.28–Gráfico de distribuição dos pesos do critério confiabilidade com destaque da razão de consistência	69
Figura 5.1 – Resultados das quantidades de Alarmes e Eventos selecionados para os Transformadores 1T01	71
Figura 5.2 – Resultado para alarmes e eventos sem nenhuma ocorrência	72
Figura 5.3 – Resultado do Alarme tipo 1 de números: 1, 11 e 21 dos Transformadores 1T01	72
Figura 5.4 – Resultado do Alarme tipo 2 de números: 4, 14, 24, 34 e 44 dos Transformadores 1T01 e 1T02	72

Figura 5.5 – Resultado do Alarme tipo 2 de números: 5, 15, 25, 35 e 45 dos Transformadores 1T01 e 1T02	73
Figura 5.6 – Resultado do Alarme tipo 3 de número 19 do Transformador 1T01 fase B	73
Figura 5.7 – Resultado do Alarme tipo 3 de número 29 do Transformador 1T01 fase C	73
Figura 5.8 – Resultado do Alarme tipo 1 de número 33 do Transformador 1T02 fase A	73
Figura 5.9 – Resultado do Alarme tipo 3 de número 37 do Transformador 1T02 fase A	73
Figura 5.10–Resultado do Alarme tipo 3 de número 47 do Transformador 1T02 fase B	74
Figura 5.11–Resultado do Alarme tipo 3 de número 57 do Transformador 1T02 fase C	74
Figura 5.12–Resultado do Alarme tipo 3 de número 38 do Transformador 1T02 fase A	74
Figura 5.13–Resultado do Alarme tipo 2 de número 46 do Transformador 1T02 fase B	74
Figura 5.14–Resultado do Alarme tipo 2 de número 56 do Transformador 1T02 fase C	74
Figura 5.15–Resultado do Eventos de número 10 do Transformador 1T01 fase A . .	75
Figura 5.16–Resultado do Alarme tipo 1 de número 81 do do Filtro de Harmônico CA BP2F2D12	75
Figura 5.17–Resultado do Alarme tipo 2 de número 82 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D12	75
Figura 5.18–Resultado do Alarme tipo 2 de número 86 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D13	75
Figura 5.19–Resultado do Alarme tipo 2 de número 90 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D14	76
Figura 5.20–Resultado do evento de número 64 do Filtro de Harmônico CA BP2F1C11	76
Figura 5.21–Resultado do Alarme tipo 1 de número 93 da Válvula do Polo 1	76
Figura 5.22–Resultado do Alarme tipo 2 de número 96 da Válvula do Polo 1	76
Figura 5.23–Resultado do Alarme tipo 2 de número 97 da Válvula do Polo 1	77
Figura 5.24–Resultado do Alarme tipo 3 de número 98 da Válvula do Polo 1	77
Figura 5.25–Resultado do Alarme tipo 3 de número 99 da Válvula do Polo 1	77
Figura 5.26–Resultado do evento de número 100 da Válvula do Polo 1	78
Figura 5.27–Resultado do evento de número 105 do Filtro de Harmônicos CC . . .	78
Figura 5.28–Resultado do alarme tipo 1 de número 112 da Chave rápida CC 2102 .	78
Figura 5.29–Resultado do evento de número 114 da Chave rápida CC 2102	79
Figura 5.30–Resultado do evento de número 115 da Bucha CC do Polo 1	79
Figura 5.31–Resultado do alarme tipo 1 de número 122 da Chave seccionadora CC 2523	79
Figura 5.32–Resultado do evento de número 119 da Chave seccionadora CC 2509 .	80
Figura 5.33–Resultado com hierarquia de prioridade dos equipamentos para parada de manutenção	81
Figura A.1–Seleção de alarmes e eventos dos Transformadores Conversores 1T01 .	89
Figura A.2–Seleção de alarmes e eventos dos Transformadores Conversores 1T02 .	90
Figura A.3–Seleção de alarmes e eventos dos filtros de harmônicos CA	90

Figura A.4–Seleção de alarmes e eventos das Válvulas, equipamentos do Pátio CC e filtros CC	91
Figura A.5–Palavras chaves para mineração de texto dos alarmes e eventos do Transformador 1T01	91
Figura A.6–Palavras chaves para mineração de texto dos alarmes e eventos do Transformador 1T02	92
Figura A.7–Palavras chaves para mineração de texto dos alarmes e eventos dos Filtros CA	92
Figura A.8–Palavras chaves para mineração de texto dos alarmes e eventos das Válvulas, equipamentos do Pátio CC e Filtros CC	93
Figura B.1 –Conexão do nó "Confiabilidade"do " <i>cluster</i> "critérios com todos os nós do " <i>cluster</i> "alternativas	94
Figura B.2 –Conexão do nó "Custo"do " <i>cluster</i> "critérios com todos os nós do " <i>cluster</i> "alternativas	94
Figura B.3 –Conexão do "Parcela Variável"do " <i>cluster</i> "critérios com todos os nós do " <i>cluster</i> "alternativas	95
Figura B.4 –Conexão do nó "T. de subs. equip."do " <i>cluster</i> "critérios com todos os nós do " <i>cluster</i> "alternativas	95
Figura B.5 –Conexão do nó "Q. Alar T1"do " <i>cluster</i> "critérios com todos os nós do " <i>cluster</i> "alternativas	95
Figura B.6 –Conexão do nó "Q. AlarT2"do " <i>cluster</i> "critérios com todos os nós do " <i>cluster</i> "alternativas	96
Figura B.7 –Conexão do nó "Q. AlarT3"do " <i>cluster</i> "critérios com todos os nós do " <i>cluster</i> "alternativas	96
Figura B.8 –Conexão do nó "Q.Eventos"do " <i>cluster</i> "critérios com todos os nós do " <i>cluster</i> "alternativas	96
Figura B.9 –Preenchimento da "Aba direta"do critério confiabilidade com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	97
Figura B.10–Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário"do critério confiabilidade com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	98
Figura B.11–Gráfico de distribuição dos pesos do critério confiabilidade com destaque da razão de consistência	99
Figura B.12–Preenchimento da "Aba direta"do critério Custo com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	99
Figura B.13–Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário"do critério Custo com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	100
Figura B.14–Gráfico de distribuição dos pesos do critério Custo e com o valor da razão de consistência	101

Figura B.15–Preenchimento da "Aba direta"do critério PV com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	101
Figura B.16–Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário"do critério PV com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	102
Figura B.17–Gráfico de distribuição dos pesos do critério PV e com o valor da razão de consistência	103
Figura B.18–Preenchimento da "Aba direta"do critério T. de subs. eq. com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	103
Figura B.19–Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário"do critério T. de subs. eq. com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	104
Figura B.20–Gráfico de distribuição dos pesos do critério T. de subs. eq. e com o valor da razão de consistência	105
Figura B.21–Preenchimento da "Aba direta"do critério Q.Alar T1 com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	105
Figura B.22–Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário"do critério Q.Alar T1 com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	106
Figura B.23–Gráfico de distribuição dos pesos do critério Q.Alar T1 e com o valor da razão de consistência	107
Figura B.24–Preenchimento da "Aba direta"do critério Q.Alar T2 com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	107
Figura B.25–Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário"do critério Q.Alar T2 com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	108
Figura B.26–Gráfico de distribuição dos pesos do critério Q.Alar T2 e com o valor da razão de consistência	109
Figura B.27–Preenchimento da "Aba direta"do critério Q.Alar T3 com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	109
Figura B.28–Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário"do critério Q.Alar T3 com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	110
Figura B.29–Gráfico de distribuição dos pesos do critério Q.Alar T3 e com o valor da razão de consistência	111
Figura B.30–Preenchimento da "Aba direta"do critério Q.Alar T3 com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	111
Figura B.31–Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário"do critério Q.Eventos com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento	112

Figura B.32–Gráfico de distribuição dos pesos do critério Q.Eventos e com o valor da razão de consistência	113
Figura C.1–Resultados das quantidades de Alarmes e Eventos selecionados para os Transformadores 1T01	114
Figura C.2–Resultados das quantidades de Alarmes e Eventos selecionados do Transformador Conversor 1T02	114
Figura C.3–Resultados das quantidades de Alarmes e Eventos selecionados dos Filtros CA	115
Figura C.4–Resultados das quantidades de Alarmes e Eventos selecionados das Válvulas, equipamentos do Pátio CC e Filtros CC	115
Figura C.5–Resultado do Eventos de número 10 do Transformador 1T01 fase A . .	116
Figura C.6–Resultado do Eventos de número 20 do Transformador 1T01 fase B . .	116
Figura C.7–Resultado do Eventos de número 30 do Transformador 1T01 fase C . .	116
Figura C.8–Resultado do Eventos de número 40 do Transformador 1T02 fase A . .	117
Figura C.9–Resultado do Eventos de número 50 do Transformador 1T02 fase B . .	117
Figura C.10–Resultado do Eventos de número 60 do Transformador 1T01 fase C . .	117
Figura C.11–Resultado do evento de número 68 do Filtro de Harmônico CA BP2F1C12	118
Figura C.12–Resultado do evento de número 72 do Filtro de Harmônico CA BP2F1C13	118
Figura C.13–Resultado do evento de número 76 do Filtro de Harmônico CA BP2F1C14	118
Figura C.14–Resultado do evento de número 80 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D11	119
Figura C.15–Resultado do evento de número 84 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D12	119
Figura C.16–Resultado do evento de número 88 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D13	119
Figura C.17–Resultado do evento de número 92 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D14	120
Figura C.18–Resultado do alarme tipo 1 de número 124 da Chave seccionadora CC 2109	120
Figura C.19–Resultado do alarme tipo 1 de número 126 da Chave seccionadora CC 2111	120
Figura C.20–Resultado do alarme tipo 1 de número 128 da Chave seccionadora CC 2119	120
Figura C.21–Resultado do evento de número 121 da Chave seccionadora CC 2525 .	121
Figura C.22–Resultado do evento de número 123 da Chave seccionadora CC 2523 .	121
Figura C.23–Resultado do evento de número 125 da Chave seccionadora CC 2109 .	121
Figura C.24–Resultado do evento de número 127 da Chave seccionadora CC 2111 .	122
Figura C.25–Resultado do evento de número 129 da Chave seccionadora CC 2119 .	122

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Linhas de Transmissão HVDC no Brasil.	30
Tabela 3.2 – PVC da FT Conversora de Terminal Rio referente a 30 dias de PB. . .	37
Tabela 3.3 – Escala de relativa importância, Fonte: (SAATY T., 2012)	48
Tabela 3.4 – Valores de RI, Fonte: (SAATY, 1981)	48
Tabela 4.1 – Seleção de critérios	50
Tabela 4.2 – Taxa de falha dos equipamentos	51
Tabela 4.3 – Custo do equipamento em relação a instalação	51
Tabela 4.4 – Tempo de Substituição de equipamento	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HVDC	High Voltage Direct Current
AHP	Analytic Hierarchy Process
SIN	Sistema Interligado Nacional
PPM	Período preferencial de manutenção
PV	Parcela Variável
RAP	Receita Anual Permitida
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
FT	Função Transmissão
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
IHM	Interface Homem Máquina
HVAC	High Voltage Alternating Current
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
PVC	Parcela Variável Conversora
OLTC	On Load TAP changer
DJ	Disjuntor
XRTE	Xingu Rio Transmissora de Energia

SUMÁRIO

1	Introdução	19
1.1	Objetivos	21
1.1.1	Objetivo Geral	21
1.1.2	Objetivos Específicos	21
1.2	Organização do Trabalho	22
2	Revisão Bibliográfica	23
2.1	Considerações finais	27
3	Fundamentação Teórica	28
3.1	Sistemas de transmissão em HVDC do Brasil	30
3.2	Subestação HVDC	33
3.2.1	Subestação Terminal Rio	34
3.3	Regras do serviço de transmissão de energia brasileiro para HVDC	36
3.3.1	Função da transmissão conversora	37
3.3.2	Transformador Conversor	38
3.3.3	Válvulas tiristoras	40
3.3.4	Equipamentos do pátio de Corrente Contínua	40
3.3.5	Filtros de Harmônicos de corrente alternada	42
3.4	Sistemas especialistas	43
3.5	O método <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP)	45
3.5.1	Estruturação	45
3.5.2	Definição de pesos	46
3.5.3	Matriz de Julgamento e Razão de Consistência	46
4	Metodologia	49
4.1	Estruturação em níveis hierárquicos	49
4.2	Critérios	50
4.2.1	Confiabilidade	50
4.2.2	Custo do equipamento	51
4.2.3	Parcela Variável	51
4.2.4	Tempo de indisponibilidade do equipamento	52
4.2.5	Alarmes e Eventos	53
4.2.5.1	Consolidação do banco de dados	53
4.2.5.2	Classificação de alarmes e eventos	55
4.3	Matriz de Julgamento e Razão de consistência dos critérios	58
4.4	Desenvolvimento do sistema no Super Decision	62
4.4.1	Estruturação do problema	63
4.4.2	Matriz de Julgamento e Razão de Consistência dos critérios	64
4.4.3	Matriz de Julgamento e Razão de Consistência dos equipamentos	66

4.5	Considerações finais	69
5	Resultados	71
5.1	Resultado dos Alarmes e Eventos	71
5.2	Resultado do Super Decision	80
6	Conclusão	83
6.1	Trabalhos Futuros	84

Referências	85
------------------------------	-----------

Apêndices

APÊNDICE A	Classificação dos Alarmes e Eventos	89
APÊNDICE B	Desenvolvimento do Sistema no Super Decision	94
APÊNDICE C	Resultados dos Alarmes e Eventos	114

1 INTRODUÇÃO

O sistema de transmissão brasileiro possui seis grandes linhas em Alta Tensão em Corrente Contínua (*High Voltage Direct Current - HVDC*) com capacidade de transmitir 20,6 GW o que corresponde a 8,4% de toda a capacidade instalada de geração de energia elétrica, (ONS., 2022). Problemas que resultam em indisponibilidade de algum dos HVDCs podem causar distúrbios com a magnitude de gerar instabilidade e ter como consequência o colapso do Sistema Interligado Nacional (SIN). Para manter a segurança energética e confiabilidade é fundamental realizar manutenções das subestações HVDCs, por isso o desenvolvimento de sistemas que auxiliem o planejamento a ser mais eficiente com relação a escolha dos equipamentos mais críticos, é uma das alternativas para melhorar o desempenho na realização das manutenções.

No modelo atual do setor elétrico brasileiro, as empresas de transmissão de energia são remuneradas pelas instalações disponibilizadas para o SIN. A qualidade do serviço prestado pelas transmissoras está relacionada diretamente com esta remuneração, que neste caso é representada pela total disponibilidade das instalações da rede básica (a partir de 230kV). Se a qualidade exigida para a instalação não for atendida, está prevista a aplicação de uma penalidade denominada Parcela Variável (PV), que é um desconto no valor da remuneração atribuída às transmissoras.

A resolução normativa no. 906 de 2020 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabelece as regras dos serviços de Transmissão de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, no módulo quatro é especificado a regra associada à disponibilidade operacional da Função de Transmissão (FT) Conversora das subestações em HVDC (ANEEL, 2020). Os equipamentos associados a essa FT que correspondem a: válvulas tiristoras, transformadores conversores, equipamentos do pátio de corrente contínua, filtros de harmônicos de corrente alternada, filtros de harmônicos de corrente contínua, chaves e disjuntores de interligação, conforme item 5.18 do módulo quatro podem ficar indisponíveis anualmente durante 80 horas de forma programada no período preferencial de manutenção (PPM) entre setembro e novembro com isenção de pagamento de PV (ANEEL, 2020).

Nas subestações HVDCs no Brasil a FT Conversora é a que corresponde ao maior valor remunerado de toda a instalação. A PV pode ser aplicada em caso de indisponibilidade da FT, programada ou não, e no caso de restrição operacional. Por isso, é fundamental realizar as manutenções dos equipamentos para evitar falhas que resultem em indisponibilidade ou restrição operacional, e por conseguinte, possam gerar altos valores de pagamento de PV.

Inclusive, determinadas atividades de manutenções corretivas e/ou preventivas só podem ser realizadas com o equipamento desligado, portanto, é fundamental identificá-las e priorizar as suas realizações durante estas 80 horas de parada anual de maneira a minimizar

os pagamentos de PV. Atualmente um dos desafios desses sistemas em HVDCs é otimizar o planejamento das atividades que serão realizadas durante o PPM com priorização dos equipamentos mais críticos.

As subestações em HVDC tem como característica uma quantidade superior a 1000 equipamentos, ou seja, um elevado número de equipamentos em sua configuração, por conta disso, realizar um planejamento otimizado para que durante as 80 horas de desligamento seja executada a maior quantidade possível de atividades de manutenção tendo como base a decisão de priorizar os equipamentos mais críticos se torna um problema.

Portanto, é relevante a discussão de melhores formas de auxiliar o planejamento da parada de manutenção para que a execução das atividades seja realizada com eficiência nos equipamentos que realmente tem prioridade ao considerar a hierarquia dos mais críticos.

Uma das formas de apoiar na decisão de escolha de qual equipamento priorizar é através da utilização de metodologia de apoio a tomada de decisão, que engloba um conjunto de técnicas e métodos que têm como objetivo auxiliar na tomada de decisões quando há a presença de múltiplos critérios que influenciam na decisão (ZELENY, 1982).

A metodologia multicritério difere das abordagens tradicionais de decisão pelo fato de que valoriza consideravelmente os aspectos qualitativos levantados pelos tomadores de decisão, permitindo assim a análise diversificada de acordo com os critérios valorativos de cada especialista. Dessa forma, a tomada de decisão é uma opção para lidar com problemas que envolvem objetivos discrepantes, onde se requer uma solução ótima e que conduz à definição de um compromisso (ZELENY, 1982).

A proposta do trabalho é apresentar as etapas do desenvolvimento de um sistema especialista para manutenção de subestação HVDC utilizando a metodologia de apoio a tomada de decisão multicritério com o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e obter como resultado a hierarquia de prioridade de equipamentos considerados mais críticos para manutenção na parada anual.

Os critérios utilizados na metodologia têm como bases qualitativas principais os impactos financeiros e o desempenho operacional de acordo com dados históricos dos equipamentos. Em relação aos impactos financeiros foram considerados: custos dos equipamentos, PV e tempo de substituição do equipamento. Para os critérios de desempenho foram utilizados dados de confiabilidade e quantitativos de alarmes e eventos históricos de um ano.

Para obtenção dos dados de entrada do critério desempenho operacional, através do sistema supervisorio, Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA), os equipamentos são monitorados constantemente e geram dados de eventos e alarmes que são exibidos em sua Interface Homem Máquina (IHM). Esta é a principal ferramenta para identificar possíveis falhas. Entretanto, a IHM tem capacidade limitada de exibição na

tela das linhas com os eventos e alarmes gerados. A subestação HVDC do estudo de caso deste trabalho possui um sistema SCADA que está limitado a exibir até dez mil eventos ou alarmes na IHM de operação, essa quantidade corresponde a aproximadamente sete dias acumulados de dados gerados.

Desta forma, utilizar como um importante critério esses dados gerados por um longo período para identificar os equipamentos mais críticos com possíveis falhas se torna complexo.

Através de mineração de texto o trabalho propõe a extração de informações da quantidade de alarmes e eventos geradas pelos equipamentos durante um ano e utilizar esse valor como um dos critérios da metodologia de apoio a tomada de decisão. Assim, um grande volume de dados reais operacionais dos equipamentos foram transformados em informações relevantes para auxiliar no planejamento da parada de manutenção.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo desse trabalho é desenvolver um Sistema Especialista para manutenção de subestação HVDC utilizando a metodologia de apoio a tomada de decisão multicritério com aplicação do método AHP. Para os critérios de análise foram considerados: confiabilidade, custo do equipamento, PV, tempo de substituição do equipamento e histórico de alarmes e eventos. Como resultado da saída do sistema, obter a demonstração simplificada da hierarquia dos equipamentos de uma subestação HVDC que devem ser priorizados para manutenção durante as 80 horas de parada anual, e assim auxiliar no planejamento das atividades.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Consolidação do banco de dados com a utilização de dados reais dos alarmes e eventos gerados pelo SCADA da subestação de Terminal Rio;
- Desenvolver um sistema especialista com aplicação do método AHP;
- Analisar o comportamento dos equipamentos no longo prazo no período de um ano através do desenvolvimento de metodologia para tratamento de alarmes e eventos;
- Analisar a eficiência das manutenções corretivas ao verificar alarmes recorrentes. Caso tenha ocorrência de repetição do alarme meses depois significa que a falha ainda não foi resolvida, e assim auxiliar estudos de causa original de problemas de equipamentos;
- Analisar tendência de falha dos equipamentos;

- Analisar o desempenho operacional do equipamento;

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A organização do trabalho é feita da seguinte maneira:

- No capítulo 2 é feita a Revisão Bibliográfica;
- No capítulo 3 é feita a Fundamentação Teórica;
- No capítulo 4 é descrita a Metodologia utilizada neste trabalho;
- No capítulo 5 são apresentados os resultados;
- No capítulo 6 é apresentado a Conclusão e Proposta para Trabalhos Futuros;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com, (KAMANARISS S., 1983), as principais áreas de aplicação de sistemas especialistas a sistemas de potência são as seguintes:

- Diagnóstico de falhas de um sistema ou equipamento que foge às características básicas de funcionamento;
- Prescrição de uma cura ou correção para um mal funcionamento de um sistema ou equipamento;
- Análise da situação ou estado de um sistema ou equipamento através da monitoração de dados;
- Predição de consequências que podem ocorrer em uma determinada situação;
- Projeto, planejamento, e acompanhamento de um sistema sujeito a restrições definindo assim etapas e tempos para execução destas;
- Controle de um sistema ou de um equipamento englobando funções de análise de situações e predição;
- Ensino ou treinamento de pessoal baseado em um conjunto de conhecimentos que devem ser assimilados.

Em 1983 o trabalho publicado por (SAKAGUCHI T., 1983) foi o primeiro sobre a aplicação de sistemas especialista em energia elétrica, foi proposto um sistema para restaurar o suprimento de energia quando interrompido por um evento anormal sem causar sobrecarga nas linhas de transmissão.

Para (GRIMONI, 1994) um sistema especialista para o tratamento de alarmes com objetivo de auxílio a operação é um sistema que recebe um grande número de informações e consegue realizar o processamento delas a tempo de poder dar subsídios para o operador tomar alguma decisão em situações de emergência. Este sistema tem como objetivo filtrar sinais, bloquear sinais redundantes, ou aqueles consequentes dos sinais principais, e os sinais que não têm interesse para o processo em andamento. O operador em situações de anormalidade sistêmica receberá um grande número de informações e poderá não ter a capacidade de analisar e chegar a uma sequência de operações necessárias a tempo de isolar e evitar que se propague o problema pelo resto do sistema.

O sistema especialista apresentado por (GRIMONI, 1994) tinha por objetivo realizar o planejamento do cronograma de manutenção de uma subestação conectada a duas linhas de transmissão, com dois transformadores e um barramento de transferência

na baixa tensão, o processamento do sistema é baseado na disponibilidade de mão de obra, equipamentos e do histórico de manutenção de cada equipamento, além disso, realizar o processo de resolução de uma falha baseado no histórico de falhas solucionadas anteriormente. Os históricos que compõem a base de dados desse sistema são formados pelo conhecimento e experiência de engenheiros especialistas ao longo dos anos. A manutenção e a resolução da falha são tratadas individualmente em cada equipamento, ou seja, para grandes subestações esse processo pode se tornar lento.

O trabalho de (PINHEIRO, 1995) propôs um sistema especialista para operação de subestações distribuidoras, ele supervisiona todas as ações sobre a subestação, permite ou não certas manobras e sugere planos de manobras para isolamento de equipamentos para reparo, reenergização e colocação de equipamentos em manutenção. O conhecimento de táticas de manobra de um especialista em operação e proteção de subestações foi incorporado à ferramenta computacional. O controle de inferência utilizado pelo sistema é de encadeamento para frente, nesse tipo de controle, o sistema usa informações contidas no lado esquerdo (dados ou fatos) para inferir as informações contidas no lado direito, essa técnica é conhecida como orientada a dados.

O sistema apresentado por (LEVI R., 1992) tinha por objetivo realizar avaliação de testes de manutenção dos principais equipamentos de subestações do sistema de potência como: transformadores (potência e medição), disjuntores, para-raios, máquinas rotativas, cabos, etc. Este sistema gera relatórios e faz análises comparativas dos dados históricos de teste já realizados nos equipamentos anteriormente, sugere testes adicionais e gera um planejamento automático de manutenção. A base de dados inicial com os testes que serão utilizados para realizar as análises comparativas do sistema necessita da aprovação de um supervisor ou engenheiro, também exige que o histórico do teste seja inserido em arquivos padronizados. Esse sistema é mais vantajoso em subestações com muitos anos de operação que já possuem um histórico de realização de testes dos equipamentos suficientes para gerar o banco de dados do sistema.

O trabalho proposto por (SANTIAGO H., 2022a) desenvolveu um sistema inteligente baseado em aprendizagem de máquina, para predição do nível de risco de falha de partida de unidades geradoras em tempo real. O sistema utiliza os dados de medidores das condições de unidades geradoras e de ventos da planta de uma usina termelétrica do Brasil. O trabalho apresentou como resultado a otimização do monitoramento feito pelo operador de 339 medições de sensores distribuídos em diversas telas do SCADA da planta. O operador passou a ter a possibilidade de monitorar apenas 3 telas do dashboard, uma para cada unidade geradora, e caso qualquer medição minimamente destoe do esperado, o risco do referido sistema aumentará e o operador olhará para a tela do SCADA referente a esse sistema para tomar uma ação.

O sistema apresentado por (SILVA V., 2022) tem por objetivo realizar a mineração

de dados no histórico de alarmes para auxiliar no processo de análise de alarmes, de modo a acelerar e simplificar para os operadores. O proposto é uma plataforma para analisar os eventos historiados para definir regras inteligentes que permitam a apresentação mais concisa e objetiva de alarmes ao operador, além de diagnósticos das falhas envolvidas. O sistema utiliza técnicas de mineração de regras aplicadas às bases históricas de alarmes para obter, de forma automática, regras que possam ser combinadas com o conhecimento humano de forma a diagnosticar as principais ocorrências, melhorando o tempo de resposta dos operadores. Além disso, também foi analisado pelo sistema as ocorrências de alarmes de forma a obter conjuntos que permitam ao sistema lidar com situações de perdas de alarmes, que são eventuais no ambiente de tempo real.

O trabalho proposto por (SANTIAGO H., 2022b) apresentou um sistema para atenuar o número de interrupções dos equipamentos e a redução de custos. O sistema utiliza um modelo de Inteligência artificial para predição de falhas nos ativos, através da integração dos dados gerados por um testador compacto, que realiza ensaios elétricos, com o intuito de melhorar o seu desempenho. O algoritmo K-Means foi utilizado no modelo, ele exige a especificação do número de grupos em que as medições devem ser separadas, esses grupos são definidos por padrões em comum entre os dados. Como o número de grupos é o parâmetro mais relevante do algoritmo K-Means, e influencia os resultados dos modelos, foi aplicado o método de Elbow para selecionar a quantidade de grupos em que os dados foram separados. A base de dados utilizadas foi proveniente do SCADA de uma subestação de 500 kV em corrente alternada da INTESA (Integração Transmissora de Energia), do Grupo Equatorial Energia S.A.

O sistema apresentado por (PINTO M., 2022) propôs um sistema para solucionar o problema da programação da manutenção de três subestações de corrente alternada pertencentes a Neoenergia, levando em conta risco, custo e desempenho. Foi definida uma função custo onde foi considerado esses três fatores e suas particularidades relacionadas ao contexto do setor elétrico nacional. O sistema define o melhor momento para realizar intervenção através de um processamento de otimização multicritérios realizados por técnicas de inteligência artificial que considera diversos fatores, como o estado do equipamento, a importância relativa do equipamento para a concessionária e para o SIN, os conceitos mais atuais sobre Gestão de Ativos e Gestão de Manutenção e a disponibilidade de recursos do agente, tanto recursos materiais como humanos.

Entre os trabalhos que utilizavam o método AHP, o apresentado por (VIER, 2019) propôs determinar a ordem de prioridade dos defeitos que requerem correção em linhas de transmissão operadas por uma concessionária de transmissão. Entre os critérios foi considerado não somente os aspectos técnicos dos defeitos e seu potencial de causar falhas, mas também a relevância sistêmica das linhas de transmissão e o impacto regulatório que sua indisponibilidade pode gerar.

O trabalho proposto em (SHMITZ W., 2017) consistiu em uma metodologia de hierarquização das subestações para manutenção ou substituição dos transformadores de potência, com objetivo na escolha das subestações mais críticas e não dos transformadores em si. Foi utilizado o MMAD PROMETHEE para realizar o ranking, juntamente com o método AHP para a definição dos pesos. Os critérios considerados foram: índice de transformador reserva da subestação, índice de transformador em paralelo, potência instalada da subestação, tensão de entrada na subestação e idade média dos transformadores da subestação.

A metodologia apresentada por (TANAKA H., 2010) desenvolveu um procedimento de avaliação das condições de transformadores de potência de 74 diferentes subestações em Tokyo baseado no método AHP. Os critérios selecionados na comparação par a par foram: idade, fator de carga, número de equipamentos obsoletos, equipamento apresentando sintomas de falha, níveis de ruído e a quantidade de óleo isolante contaminado. Os resultados demonstram eficiência para encontrar a hierarquia dos transformadores críticos entre as 74 subestações do estudo.

A proposta de (ZHOU J., 2020) apresenta um método de avaliação da hierarquia do estado de equipamentos secundários (*merging units*, switches, relés de proteção e dispositivos inteligentes) em subestações inteligentes e tradicionais, considerando diferentes critérios. Os pesos foram obtidos por meio do método AHP com teoria anti-entropia. Os resultados indicam que o modelo proposto é eficaz para avaliar o estado do equipamento secundário em subestações inteligentes.

A metodologia desenvolvida por (DUAN X., 2021) propõe um sistema para avaliar o estado de transformadores eletrônicos de subestações de 500kV, baseado em uma grande quantidade de dados operacionais e de estado dos equipamentos através do método AHP com a utilização de experiência de especialista para definir os pesos. A eficácia do método é comprovada através de cálculo dos dados de monitoramento dos transformadores, e a precisão do método é comprovada através da coleta de amostras normais e não normais e cálculos de substituições. A taxa de precisão teve uma melhora da avaliação do estado, além disso os resultados são significantes para realizar monitoramento remoto e previsão de falha dos transformadores eletrônicos.

O trabalho apresentado por (KUMPALAYALEE S., 2023) propôs um novo fator para determinar a probabilidade de falha e priorizar manutenções de disjuntores de diferentes subestações. Para auxiliar na tomada de decisão da manutenção a metodologia incorpora o método AHP e o de ponderação-pontuação. Como critérios foram considerados parâmetros de teste dos disjuntores como: resistência de isolamento, resistência de contato, medições de gás SF₆, taxa de vazamento de gás, inspeção visual etc.

Além desses, também foram considerados: idade do disjuntor, número de interrupções de corrente de falta, disponibilidade de peças sobressalente, etc. Para validação foram

utilizados dados de vinte disjuntores de 115kV de diferentes subestações. Os resultados mostram que o novo fator de determinação da probabilidade de falha, pode ser utilizado para classificar o cronograma de manutenção de urgente para manutenção normal e assim auxiliar no planejamento eficiente da manutenção (KUMPALAYALEE S., 2023).

2.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos já apresentados relacionados ao desenvolvimento de sistemas especialistas aplicados a sistemas de potência, em sua maioria, são voltados para solucionar problemas da operação das subestações. Do ponto de vista da manutenção, as principais propostas que utilizam dados históricos são somente para predição de falha de um equipamento em específico, em sua maioria transformadores. Os demais se referem a programação da manutenção e priorização de manutenção de um equipamento em específico em diferentes subestações. Não foi encontrado na literatura trabalhos de priorização da manutenção de um elevado número de diferentes equipamentos em uma mesma subestação HVDC.

Na literatura os trabalhos desenvolvidos para manutenção foram para subestações em corrente alternada que por não possuírem os equipamentos associados a conversão da corrente alternada para contínua e da contínua para alternada, são menos complexas que as subestações em HVDC, e esses não utilizavam como uma das premissas na metodologia do especialista um grande volume de dados reais históricos de alarmes e eventos gerados no SCADA de um número elevado de diferentes equipamentos, ou seja, sem possibilitar uma forma de conectar diretamente de forma mais simplificada a operação e a manutenção.

Em relação a utilização do método AHP em subestações não foi considerado na literatura entre os critérios os aspectos particulares da regulação do setor elétrico brasileiro como a PV que tem grande impacto financeiro na perda de receita das Transmissoras.

O problema da limitação de 80 horas para realizar manutenções preventivas e corretivas em mais de mil equipamentos, com a configuração de uma subestação HVDC é o principal fator que os demais trabalhos não abordam, onde a eficiência deve ser relacionada com a priorização da manutenção dos equipamentos considerados mais críticos.

Por fim, como diferencial do trabalho proposto em relação a adicionar aspectos qualitativos aos resultados do sistema especialista proposto, para decisão da hierarquia de equipamentos que deve ser priorizada na parada de manutenção anual, foram considerados no método AHP como critérios: confiabilidade, custo de equipamento, PV, tempo de substituição de equipamentos e histórico de alarmes e eventos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As principais vantagens dos sistemas HVDC em relação aos em Alta Tensão em Corrente Alternada (*High Voltage Alternating Current - HVAC*) são: aumento da capacidade de transmissão de energia; menos problemas com efeito corona e tensões operacionais geralmente mais altas; melhor controle de potência ativa e reativa; melhores limites de estabilidade e capacidade de estabilização do sistema; menores perdas de transmissão, (JOVCIC, 2019).

De acordo com (OKBA M., 2012) as diversas aplicações de um sistema HVDC são mostradas na Figura 3.1.

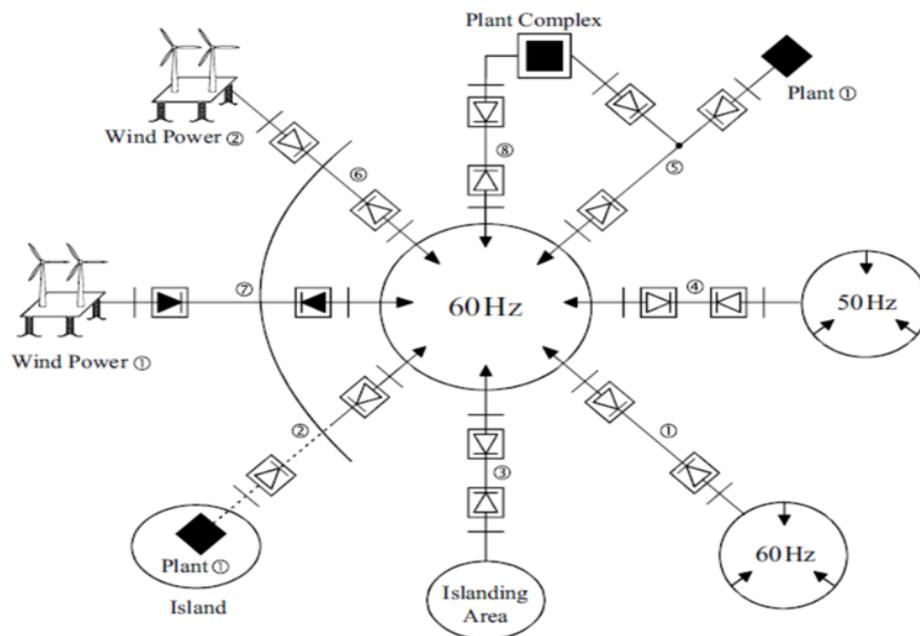


Figura 3.1 – Diversas aplicações de sistemas HVDC, (OKBA M., 2012)

As aplicações de acordo com (OKBA M., 2012), demonstradas na Figura 3.1 são:

1. Transmissão de grandes blocos de energia por longas distâncias, (OKBA M., 2012).
2. Transmissão de grandes blocos de energia através de cabos marítimos, (OKBA M., 2012).
3. Controle rápido e preciso do fluxo de energia criando um amortecimento positivo de oscilações eletromecânicas, melhorar estabilidade da rede ao modular a potência transmitida, (OKBA M., 2012).
4. Conectar dois sistemas de corrente alternada com frequências diferentes usando conexão HVDC do tipo *back-to-back* assíncronos, que não têm restrições em relação às frequências ou ângulo de fase dos sistemas, (OKBA M., 2012).

5. Conexões HVDC multiterminais são utilizados quando a energia a ser transmitida é gerada em locais remotos, através diferentes países, ou diferentes áreas dentro de um país, (OKBA M., 2012).
6. Conectar fontes de energia renováveis, como hidrelétricas, solar, parques eólicos que estão distantes dos centros consumidores, (OKBA M., 2012).
7. Modulação por largura de pulso (PWM) pode ser usada para o conversor de fonte de tensão (VSC), tecnologia HVDC baseada em transistor, em oposição ao convencional tiristor, (OKBA M., 2012).
8. Conectando dois sistemas de corrente alternada sem aumentar o nível de curto circuito, devido a potência reativa não ser transmitida através das linhas HVDC, (OKBA M., 2012).

As curvas típicas de comparação dos custos entre sistemas de transmissão HVAC e HVDC são mostradas na Figura 3.2, considerando: custos da subestação, custos da linha e valor capitalizado das perdas. As estimativas de distância do ponto de equilíbrio (breakeven) HVDC variam de acordo com o país, mas os valores típicos estão entre 300 km e 800 km para linhas aéreas e ≈ 50 km a ≈ 100 km para linhas de cabos submarinos/subterrâneos, (ABB, 2018).

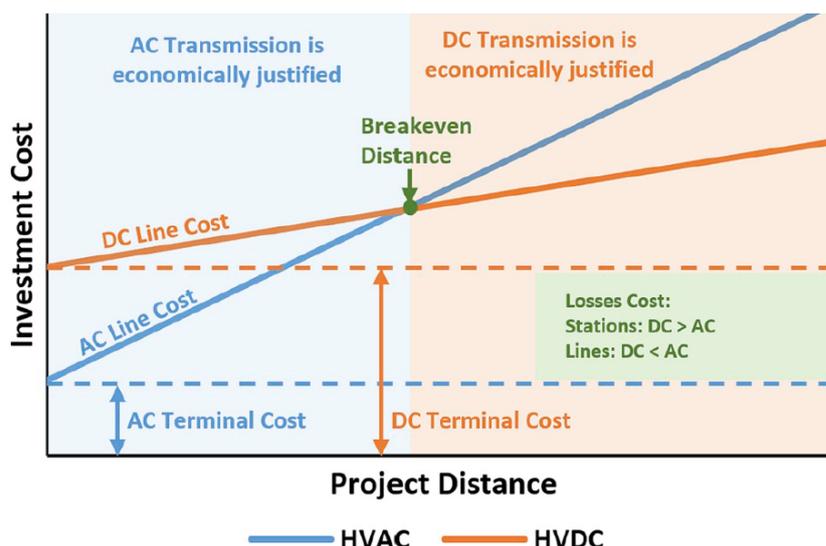


Figura 3.2 – Comparação de custos HVAC e HVDC: breakeven, (ABB, 2018)

A capacidade de transmissão dos sistemas HVDC mundial entre 2010 e 2017 foi de 180 GW, a China com 109.8 GW tem a maior capacidade, o segundo é a Índia com 14%, o Brasil é o terceiro com 7.1%, Rússia e os Estados Unidos com cerca de 6,6% e os outros países do mundo correspondem a 41% , como mostra o gráfico da figura 3.3 (ASPINALL, 2016).

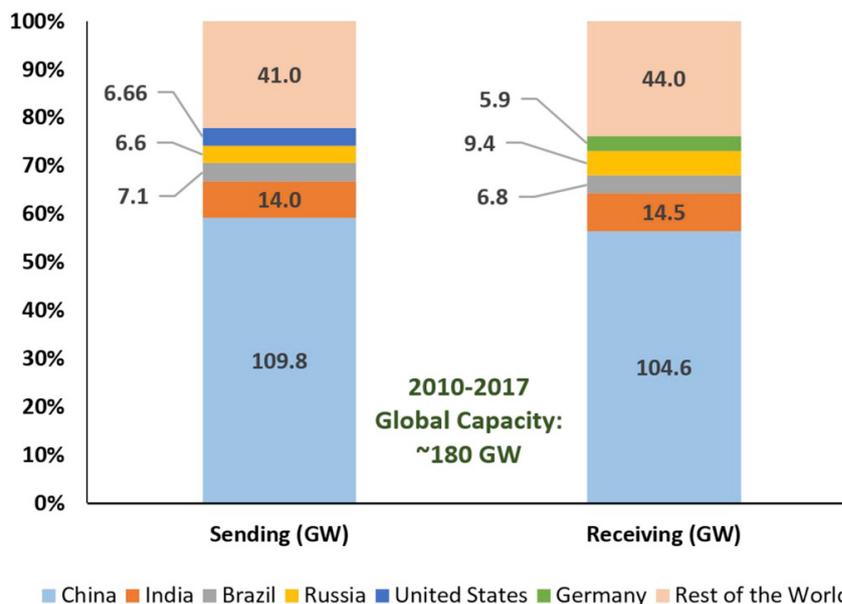


Figura 3.3 – Capacidade global dos HVDC entre 2010 e 2017, (ASPINALL, 2016)

O Brasil possui seis grandes linhas em HVDC que correspondem a 13,22% dos 141756 km total de linhas de transmissão brasileiras em operação até 2019, (ONS, 2019).

A Tabela 3.1 mostra a descrição das linhas de transmissão em HVDC em operação no Brasil.

Tabela 3.1 – Linhas de Transmissão HVDC no Brasil.

Sistema HVDC	Potência(MW)	Tensão(kVcc)	Linha/cabo(km)
Itaipu I	3150	600	785
Itaipu II	3150	600	805
Madeira I	3150	600	2375
Madeira II	3150	600	2375
Belo Monte I	4000	800	2100
Belo Monte II	4000	800	2539

O sistema HVDC Belo Monte II é a maior linha do mundo em 800 kVcc.

3.1 SISTEMAS DE TRANSMISSÃO EM HVDC DO BRASIL

O sistema de transmissão HVDC de Itaipu, é um dos maiores do mundo, consiste em duas estações conversoras bipolares com capacidade total de transmitir 6300 MW, a primeira conversora Bipolar entrou em operação em outubro de 1984 e a segunda em 1987. A estação conversora recebe a energia gerada pela usina hidrelétrica de Itaipu que fica na subestação Foz do Iguaçu na cidade de Foz do Iguaçu e é transmitida por duas linhas com tensão de 600 kVcc para subestação de Ibiúnas na cidade de Ibiúnas no estado de São Paulo, (RODRIGUES E., 2019).

A figura 3.4 mostra um diagrama do circuito principal do sistema de transmissão HVDC de Itaipu, (PRAÇA A., 1996) .

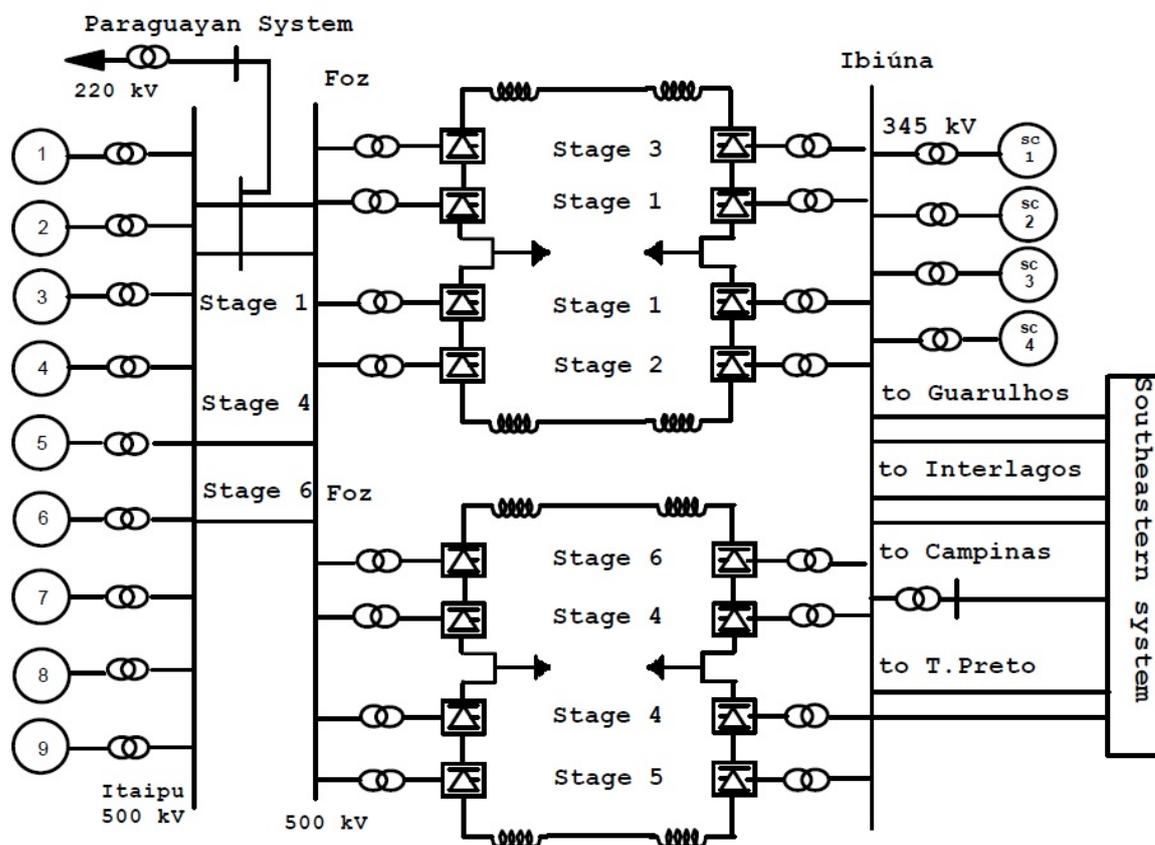


Figura 3.4 – Sistema de transmissão HVDC de Itaipu, (PRAÇA A., 1996)

O sistema de transmissão HVDC do Madeira, possui duas estações conversoras Bipolares com capacidade de 3150 MW cada uma, a primeira conversora Bipolar entrou em operação no começo de 2013 e a segunda em 2015. A estação conversora recebe a energia gerada pelas usinas hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio na subestação de Porto Velho na cidade de Porto Velho, em Rondônia. A energia é transmitida por duas linhas com tensão de 600 kVcc para subestação de Araraquara, na cidade de Araraquara no estado de São Paulo, (RODRIGUES E., 2019).

A figura 3.5 mostra um diagrama do circuito principal do sistema de transmissão HVDC do Madeira, (GRAHAM J.F., 2012).

O sistema de transmissão HVDC de Belo Monte, possui duas estações conversoras bipolares com capacidade de 4000 MW cada uma, a primeira conversora Bipolar entrou em operação no começo de 2017 e a segunda em agosto de 2019. A estação conversora recebe a energia gerada pela usina hidrelétrica de Belo Monte na subestação Xingu na cidade de Anapu, no estado do Pará. A energia é transmitida por duas linhas com tensão de 800 kVcc. A linha do Bipolo I vai para subestação Estreito na cidade de Estreito, estado

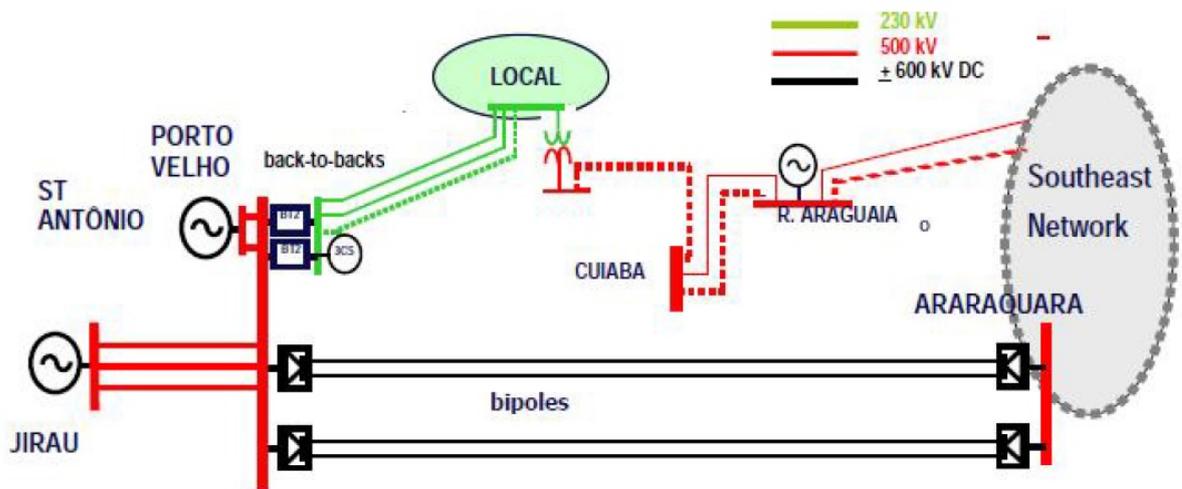


Figura 3.5 – Sistema de transmissão HVDC do Madeira, (GRAHAM J.F., 2012)

de Minas Gerais, e a linha do Bipolo II vai para subestação Terminal Rio na cidade de Paracambi, estado do Rio de Janeiro, (NEVES A., 2019).

A figura 3.6 mostra um diagrama do circuito principal do sistema de transmissão HVDC de Belo Monte, (NEVES A., 2019).

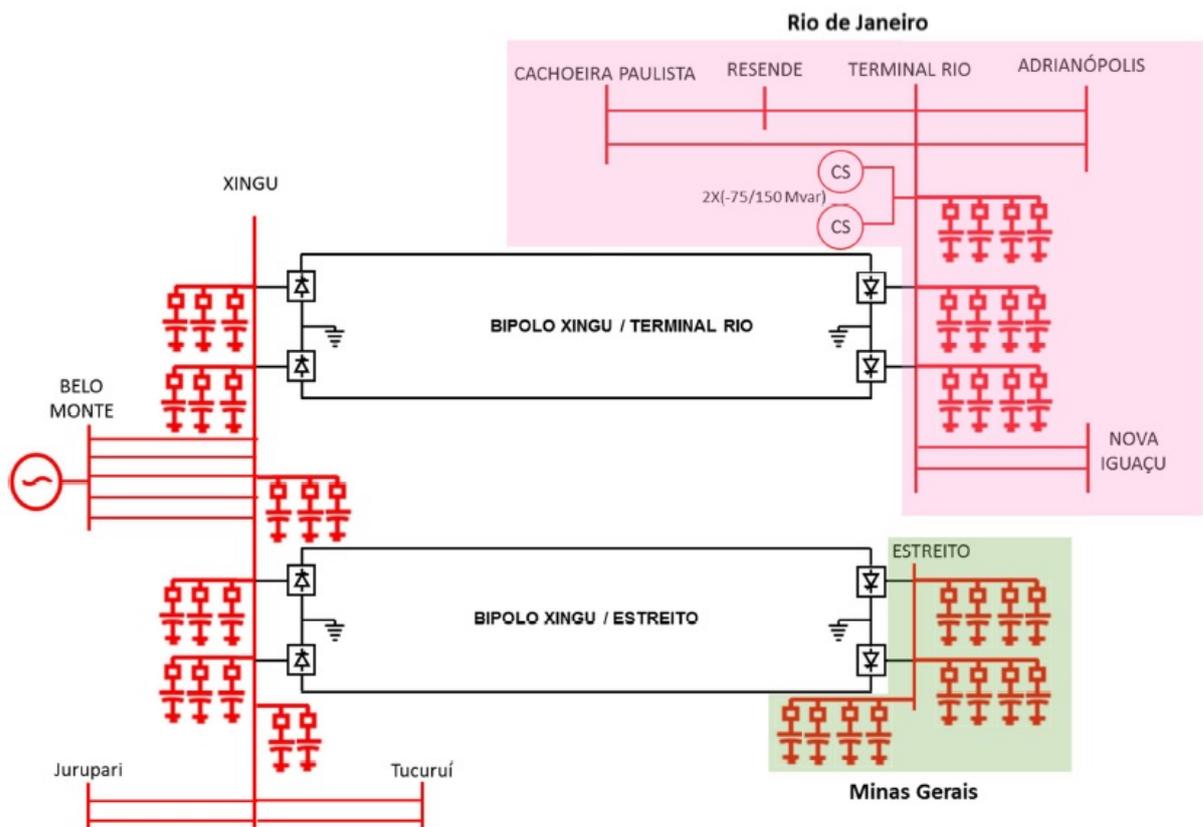


Figura 3.6 – Sistema de transmissão HVDC de Belo Monte, (NEVES A., 2019)

O sistema HVDC Belo Monte II é a maior linha do mundo em 800 kVcc.

3.2 SUBESTAÇÃO HVDC

Os principais equipamentos da estação conversora de uma subestação HVDC são: transformador conversor, filtros de harmônicos de corrente alternada (CA), filtro de harmônicos de corrente contínua (CC), Válvulas tiristoras, Bancos de capacitores, Disjuntores de corrente alternada, reatores de alisamento e sistemas auxiliares, (UZUEGBU C., 2011).

Na Figura 3.7 é mostrado um diagrama esquemático de um sistema HVDC.

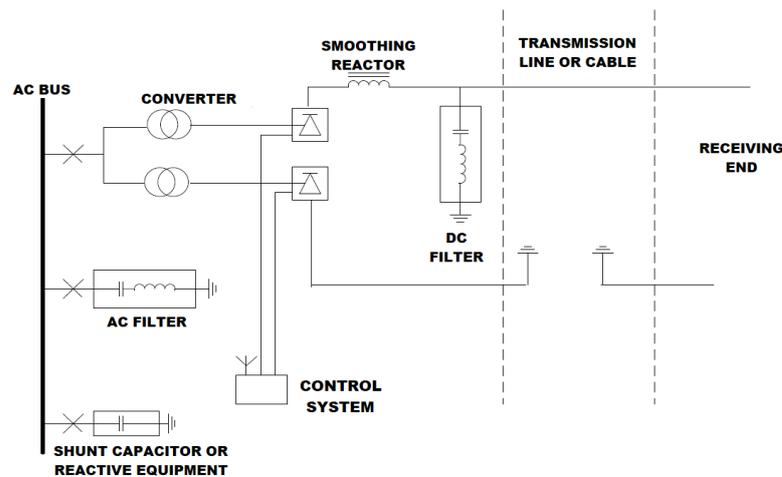


Figura 3.7 – Diagrama esquemático de um sistema HVDC, (UZUEGBU C., 2011)

De acordo com (UZUEGBU C., 2011) os Filtros de Harmônicos CA são usados para absorver as correntes harmônicas geradas pela conversão de corrente CA em CC, e fornecer potência reativa para a estação conversora. Os Bancos de Capacitores são usados para fornecer energia reativa para as válvulas tiristoras da conversora. Os disjuntores no lado CA do transformador conversor são usados para retirar de operação a conexão HVDC e para eliminar as falhas do transformador. O transformador do conversor transforma a tensão em um nível adequado e ótimo para as válvulas tiristoras da conversora, atua como isolante galvânico entre o lado CA e o lado CC.

As Válvulas Tiristoras são os componentes mais importantes da estação conversora, pois fazem a conversão de CA para CC e CC para CA. Os Reatores de Alisamento possuem grande indutância e são ligados em série com cada polo da conversora, suas principais funções são: limitar a corrente de falta CC e reduzir a corrente harmônica causada pela interrupção de linhas HVDC. Os Filtros CC são utilizados para reduzir as perturbações em sistemas de telecomunicações. Os Sistemas Auxiliares incluem: os sistemas de refrigeração do transformador conversor, sistemas de controle e comunicação, e a fonte de alimentação auxiliar da estação conversora com os bancos de bateria, (UZUEGBU C., 2011).

Uma das vantagens dos sistemas em HVDC é a flexibilidade de controlar a transmissão através de diferentes modos descritos como:

- Modo de transmissão Bipolar: a potência é transmitida distribuída entre os dois polos;
- Modo de transmissão Monopolar com retorno metálico: a potência é transmitida apenas por um dos polos e o retorno é realizado através do outro condutor da linha;
- Modo de transmissão Monopolar com retorno pelo eletrodo: a potência é transmitida apenas por um dos polos e o retorno é realizado através do eletrodo.

Nas Figuras 3.8, 3.9 e 3.10 são apresentados unifilares de um sistema HVDC com destaque para os diferentes modos de transmissão (KALAIR A., 2016).

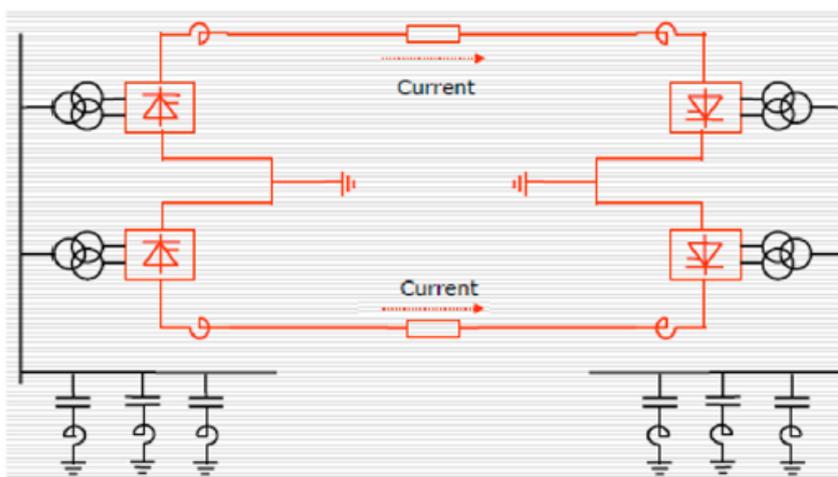


Figura 3.8 – Unifilar de sistema HVDC em modo Bipolar, (KALAIR A., 2016)

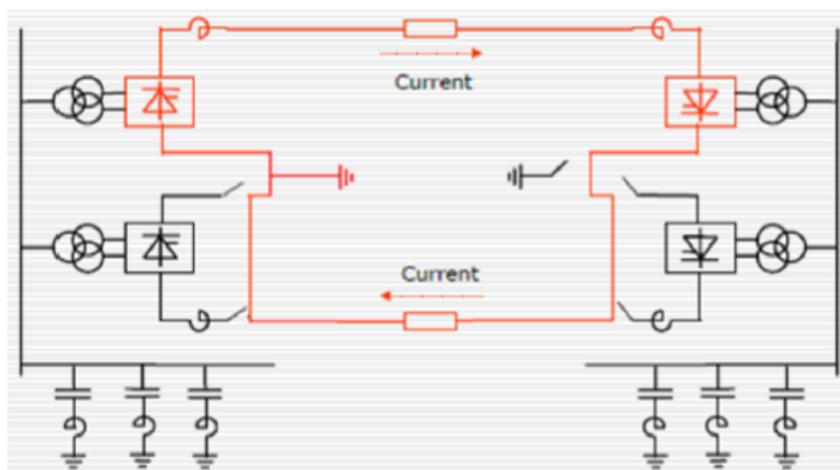


Figura 3.9 – Unifilar de sistema HVDC em modo monopolar com retorno metálico, (KALAIR A., 2016)

3.2.1 Subestação Terminal Rio

A subestação Terminal Rio é o objeto do estudo de caso do trabalho proposto, faz parte do sistema de Transmissão HVDC de Belo Monte. Tem capacidade de transmitir

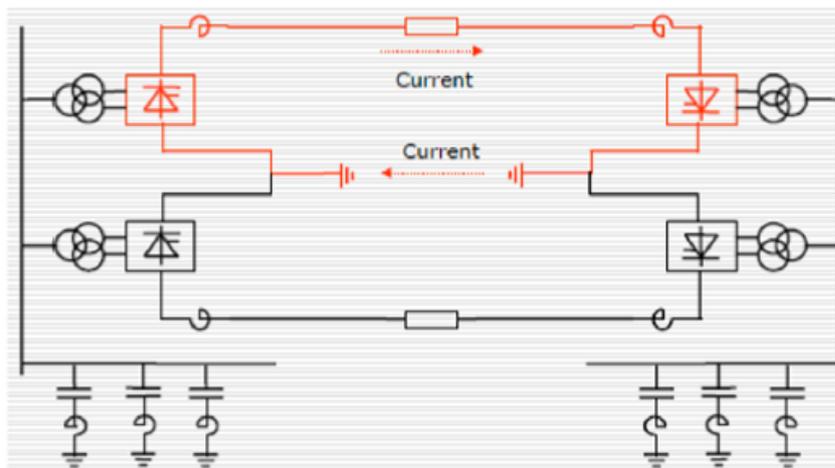


Figura 3.10 – Unifilar de sistema HVDC em modo monopolar com retorno pelo eletrodo, (KALAIR A., 2016)

4000 MW, fica localizada na cidade de Paracambi no estado do Rio de Janeiro, é composta por um pátio CC em tensão 800 kVcc com um vão do Polo 1 corresponde ao Polo positivo, um vão do Polo 2 que corresponde o Polo negativo, dois vão de conexão dos filtros de Harmônicos CC, um vão do Neutro.

A parte CA em 500 kV é composta por sete vão de saídas de linhas de 500 kV em CA, nove vão de interligação das Barras de 500 kV em CA, dois vão de conexão de transformadores em CA, dois vão de conexão de bancos de reatores, dois vão para conexão dos Polos 1 e Polo 2, três vão para conexão de Banco de Filtros Harmônicos CA e um vão de conexão de Compensador Síncrono, conectados ao barramento, distribuídos em quatorze vão, todos na configuração disjuntor e meio e barra dupla.

Na Figura 3.11 é mostrada a vista aérea da subestação Terminal Rio.



Figura 3.11 – Vista aérea da subestação Terminal Rio

3.3 REGRAS DO SERVIÇO DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA BRASILEIRO PARA HVDC

A resolução normativa no. 906 de 2020 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabelece as regras dos serviços de Transmissão de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, no módulo quatro é especificado a regra associada à disponibilidade operacional da Função de Transmissão (FT) Conversora das subestações em HVDC (ANEEL, 2020).

De acordo com (ANEEL, 2020) a FT corresponde ao conjunto de instalações funcionalmente dependentes, considerado de forma solidária para fins de apuração da prestação de serviços de transmissão, compreendendo o equipamento principal e os complementares.

A remuneração prevista para a FT conversora está estabelecida na resolução normativa no. 906. A PV é um desconto no valor do pagamento base (PB), e pode ser aplicada em caso de indisponibilidade, programada ou não, e no caso de restrição operacional (ANEEL, 2020).

Para a FT conversora a PV é denominada PV Conversora (PVC) e seu cálculo é definido pela equação 3.1. Sendo PVC o valor a ser calculado da PVC, PB o pagamento Base da FT Conversora que corresponde ao valor da receita em um mês com trinta dias, D o número de dias no mês, NI número de indisponibilidade na FT conversora no mês, N número de alterações no fator K da indisponibilidade na FT conversora e/ou na capacidade de transmissão de potência durante a indisponibilidade na FT Conversora, P_{ij} é a capacidade de transmissão de potência, em MW, reduzida no período d_{ij} em consequência da indisponibilidade na FT conversora, d_{ij} é o período, em minutos, da indisponibilidade na FT conversora com a redução de capacidade P_{ij} e fator K_{ij} e P_{nom} é a capacidade nominal contratada de transmissão de potência, em MW (ANEEL, 2020).

$$PVC = \left(\frac{PB}{24 * 60 * D} \right) \sum_{i=1}^{NI} \left[\sum_{j=1}^N d_{ij} \left(0.025 + K_{ij} \left(\frac{P_{ij}}{P_{nom}} \right) \right) \right] \quad (3.1)$$

Para indisponibilidade programada, ou seja, que o pedido da intervenção com desligamento da FT conversora seja realizado com no mínimo quinze dias, aplica-se o fator K igual a cinco dentro do período programado e igual a 7.5 no período que exceder o programado. Para indisponibilidade de urgência, ou seja, que o pedido da intervenção com desligamento da FT conversora seja realizado com menos de quinze dias, aplica-se o fator K igual a vinte e cinco nos primeiros trezentos minutos da indisponibilidade na FT conversora e igual a cinco nos minutos subsequentes. Para outras indisponibilidades na FT conversora aplica-se o fato K igual a setenta e cinco nos primeiros trezentos minutos e igual a cinco nos minutos subsequentes (ANEEL, 2020).

Como exemplo de cálculo da PVC, considerando uma situação de emergência que

necessite de intervenção que indisponibilize durante 3 horas a válvula do Polo 1 de Terminal Rio em um mês com 30 dias. O valor de PB da FT conversora em um mês com 30 dias é R\$58118804,84, D será 30, NI será 1, N será 1, P_{ij} será 2000, d_{ij} será 180, fator K_{ij} é 75, e P_{nom} é 4000. Para essa situação exemplificada o valor de PVC resultante seria de: R\$9087117,30.

Nas subestações HVDCs no Brasil a FT Conversora é a que corresponde ao maior valor de remuneração entre as FTs de toda a instalação, assim como também é a que recebe maior penalização em caso de pagamento de PVC. Na Xingu Rio Transmissora de Energia, proprietária da subestação Terminal Rio, a receita anual permitida do ano de 2021 foi de R\$1411911254,82, a FT conversora corresponde a 49,38% do total da receita.

Na subestação de Terminal Rio considerando o Pagamento Base de trinta dias do ano de 2021, os valores correspondentes de PVC para FT conversora foram conforme tabela 3.2.

Tabela 3.2 – PVC da FT Conversora de Terminal Rio referente a 30 dias de PB.

Restrição	PV/hora(Programada)	PV/hora(Urgência)	PV/hora(Emergência)
1 Polo	R\$203819,42	R\$1011025,04	R\$3029039,10
2 Polos	R\$405620,83	R\$2020032,07	R\$6056060,18

No modelo atual do setor elétrico brasileiro, as empresas de transmissão de energia são remuneradas pelas instalações disponibilizadas para o SIN. A qualidade do serviço prestado pelas transmissoras está relacionada diretamente com esta remuneração, que neste caso é representada pela total disponibilidade das instalações da rede básica (a partir de 230 kV). Se a qualidade exigida para a instalação não for atendida, está prevista penalidade com a aplicação de PV.

3.3.1 Função da transmissão conversora

Os equipamentos associados a Função da Transmissão conversora correspondem a: válvulas tiristoras, transformadores conversores, equipamentos do pátio de corrente contínua, filtros de harmônicos de corrente alternada, filtros de harmônicos de corrente contínua, chaves e disjuntores de interligação (ANEEL, 2020).

Conforme item 5.18 do módulo quatro os equipamentos da FT conversora podem ficar indisponíveis anualmente para realização de manutenção durante 80 horas de forma programada no período preferencial entre setembro e novembro com isenção de pagamento de PVC (ANEEL, 2020).

Os componentes da FT conversora são identificados pelos sistemas de monitoramento através de: número operacional dos equipamentos, código dos painéis de proteção e controle, ou código do equipamento do diagrama unifilar geral da subestação.

Na Figura 3.12 apresenta o diagrama unifilar geral da subestação de Terminal Rio, referente ao estudo de caso, e em destaque na cor azul estão os equipamentos que pertencem a FT Conversora.

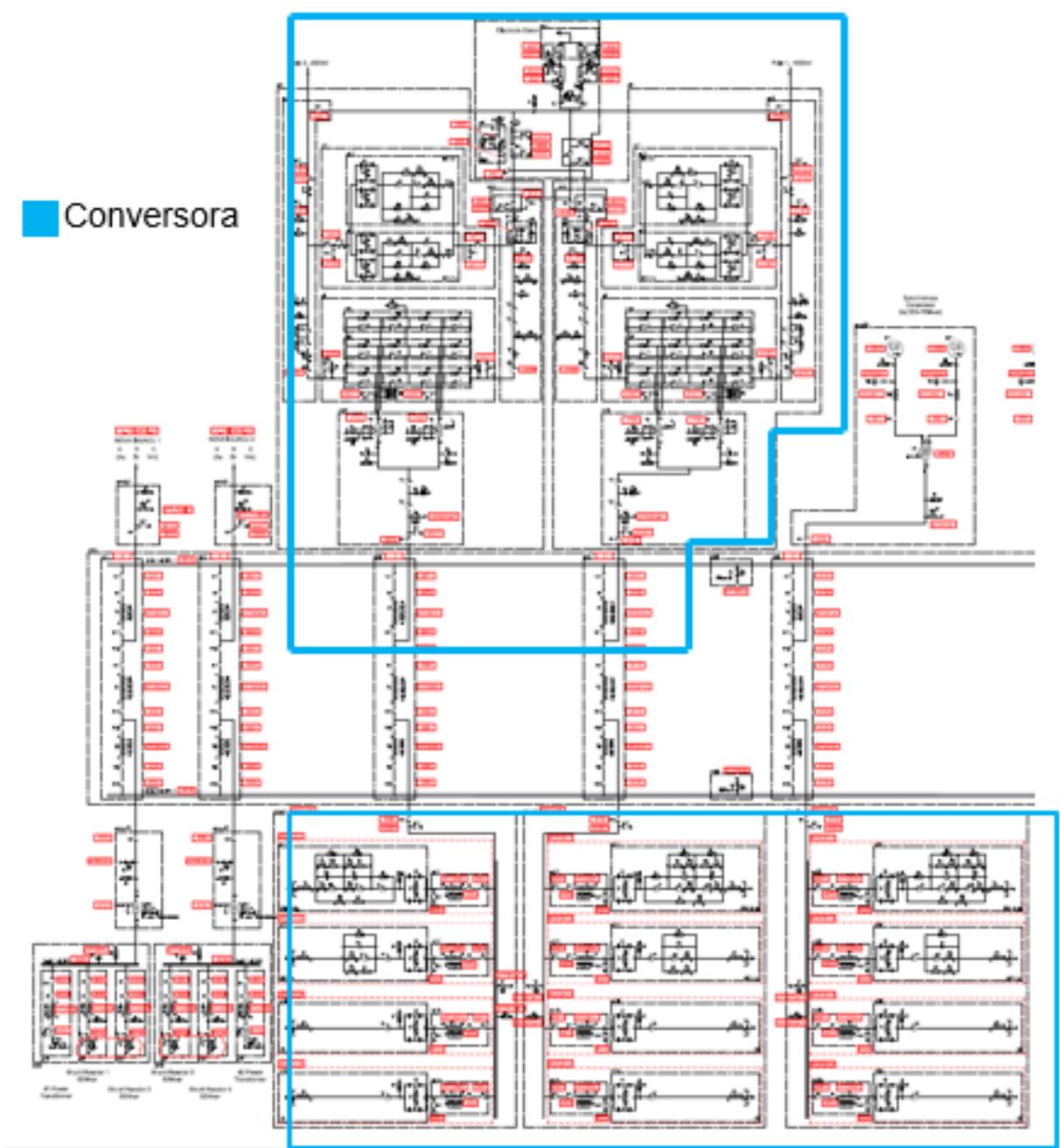


Figura 3.12 – Diagrama unifilar de Terminal Rio com a FT Conversora destacada em azul

3.3.2 Transformador Conversor

Os transformadores conversores são equipamentos críticos para manutenção de subestações HVDC, devido ao elevado custo do equipamento, como também em caso de falha que necessite a substituição pelo reserva, essa troca poderá levar no mínimo oito

dias de indisponibilidade do polo correspondente a esse transformador, ocasionando o pagamento de valores altos de PVC.

A subestação de Terminal Rio possui doze Transformadores conversores em operação, e dois reservas. Na Figura 3.13 é mostrado os transformadores conversores e na 3.14 o transformador conversor reserva.



Figura 3.13 – Transformadores Conversores



Figura 3.14 – Transformador Conversor reserva

Na Figura 3.15 é apresentado o diagrama unifilar com os transformadores conversores e equipamentos associados a medição e conexão.

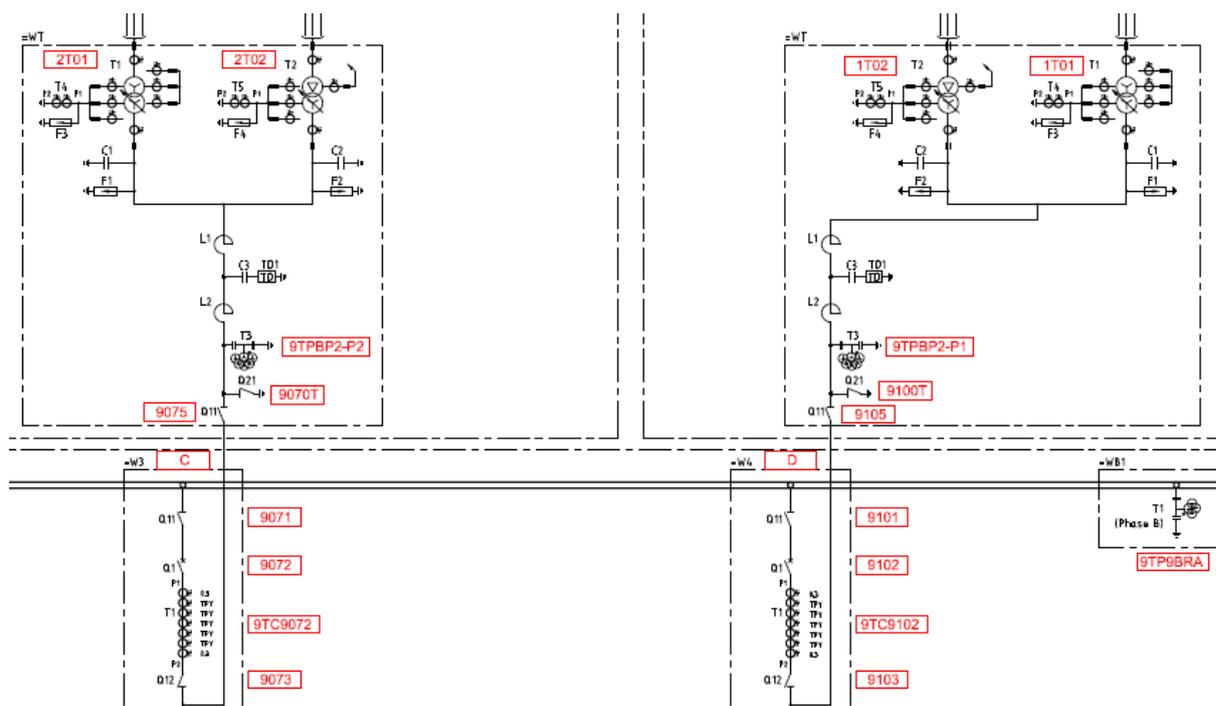


Figura 3.15 – Diagrama unifilar de Terminal Rio dos Transformadores Conversores e suas conexões

3.3.3 Válvulas tiristoras

A válvula tiristora é considerada um equipamento crítico para manutenção, por ser o equipamento de maior custo de toda subestação, e também devido ao acesso a sala para verificação e correção de falhas que só poderá ser realizado com a válvula desligada e bloqueada, portanto, a PVC correspondente será de um polo completo indisponível.

Na Figura 3.16 é mostrado as válvulas tiristoras da subestação Terminal Rio.

Na Figura 3.17 é apresentado o diagrama unifilar com as válvulas tiristoras e equipamentos associados a medição e conexão.

3.3.4 Equipamentos do pátio de Corrente Contínua

Os equipamentos que correspondem ao Pátio de corrente contínua são todos os que estão após a saída das válvulas tiristoras que realizaram a conversão CA em CC. Devido a conexão dos equipamentos do pátio CC ser em série, em caso de necessidade de desligar um equipamento para manutenção, todo o Polo precisará ser desligado, ou seja, a PVC correspondente será de um polo completo indisponível.

Na Figura 3.18 é mostrado os equipamentos do Pátio CC da subestação Terminal Rio.

Na Figura 3.19 é apresentado o diagrama unifilar com os equipamentos do pátio CC.



Figura 3.16 – Válvulas Tiristoras

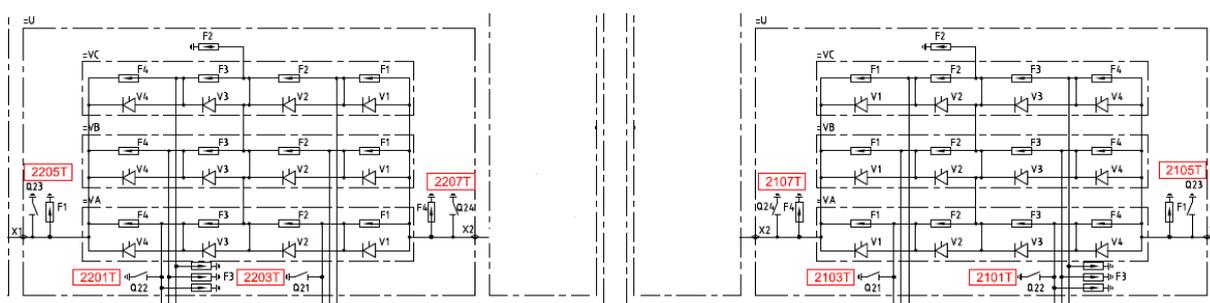


Figura 3.17 – Diagrama unifilar de Terminal Rio das Válvulas Tiristoras e suas conexões



Figura 3.18 – Equipamentos do Pátio CC

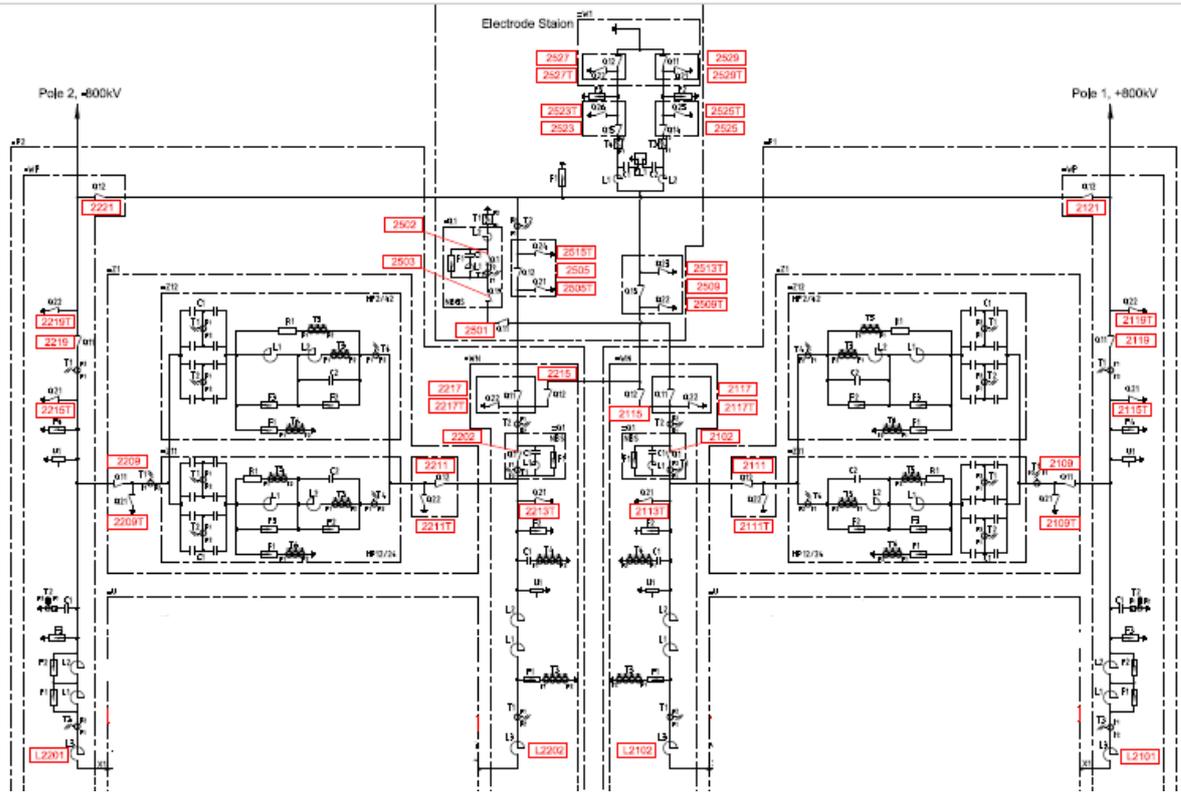


Figura 3.19 – Diagrama unifilar de Terminal Rio dos equipamentos do pátio CC

O reator de alisamento apresentado na figura 3.20 é um dos principais equipamentos do pátio de Corrente Contínua e apesar de ser um elemento passivo que não possui alarmes e eventos associados devido a sua importância para o sistema e os demais critérios associados principalmente confiabilidade e tempo de substituição, é relevante considerar na análise do sistema se o mesmo está entre os equipamentos mais críticos para parada de manutenção.

3.3.5 Filtros de Harmônicos de corrente alternada

Cada banco de filtro de harmônicos em CA das subestações HVDC é composto por um conjunto de diversos equipamentos, sendo estes: para-raios, transformadores de corrente, capacitores, reatores e resistores. Possuem a maior quantidade de equipamentos, a subestação de Terminal Rio possui três tipos de filtros com arranjos específicos em cada um.

Na Figura 3.21 é mostrada os equipamentos dos filtros de harmônicos CA da subestação de Terminal Rio.

Na Figura 3.22 é apresentado o diagrama unifilar com os equipamentos dos filtros de harmônicos CA.



Figura 3.20 – Reator de Alisamento



Figura 3.21 – Filtros de Harmônicos CA

3.4 SISTEMAS ESPECIALISTAS

De acordo com (RICH, 1991) os sistemas especialistas são aqueles que se baseiam em regras provenientes do conhecimento de especialistas em determinada área e em regras de domínio público simulam o comportamento de um especialista na análise e resolução de um problema.

Atualmente no campo da Inteligência Artificial tem havido sucessos significativos no que se refere ao desenvolvimento de softwares como Sistemas Especialistas ou Sistemas

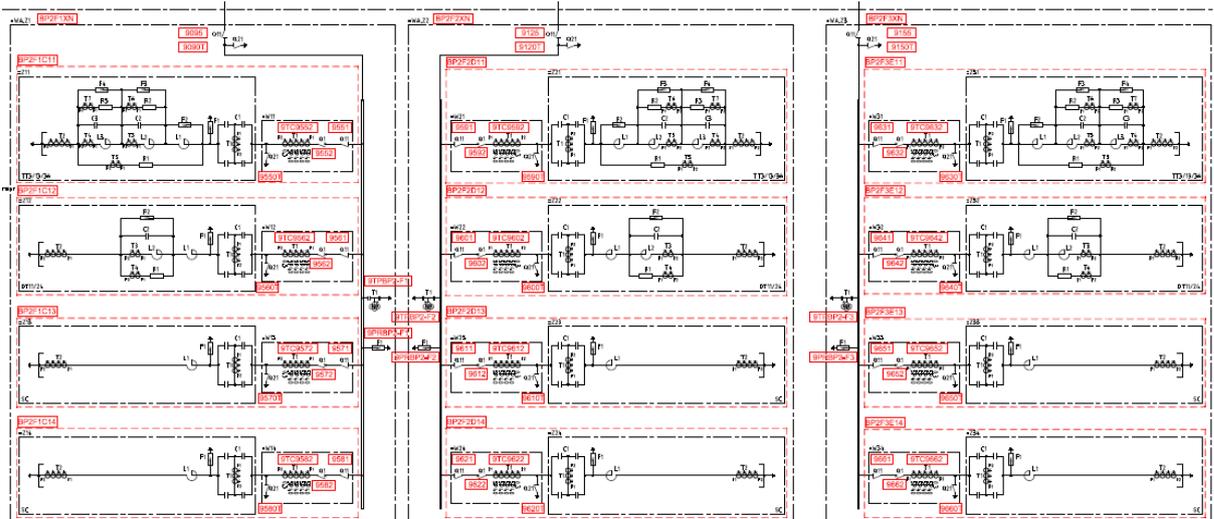


Figura 3.22 – Diagrama unifilar de Terminal Rio dos filtros de harmônicos CA

baseados em conhecimento, (KIMURA T., 1992).

Com a evolução do processamento computacional e acelerado avanço tecnológico, os sistemas especialistas mostram-se uma alternativa para resolução de problemas complexos.

Com o desenvolvimento e digitalização dos sistemas de monitoramento nas subestações o volume de dados gerados cresce a cada dia, porém transformar essa grande quantidade de dados em informações úteis para resolução de problemas se torna um desafio.

De acordo com (CIGRE., 1997) a arquitetura geral de um sistema especialista é composta por cinco partes:

- Interface do usuário;
- Base de Dados;
- Motores de inferência/ algoritmos e procedimentos;
- Ambiente de desenvolvimento;
- Conhecimento Base;

Na Figura 3.23 é apresentado a arquitetura geral do sistema especialista (CIGRE., 1997).

As principais etapas no desenvolvimento de um sistema especialista de acordo com (SIMONS, 1986) são:

- Identificação - caracterização dos aspectos importantes do problema;
- Conceitualização - quais os conceitos são necessários para produzir uma solução;

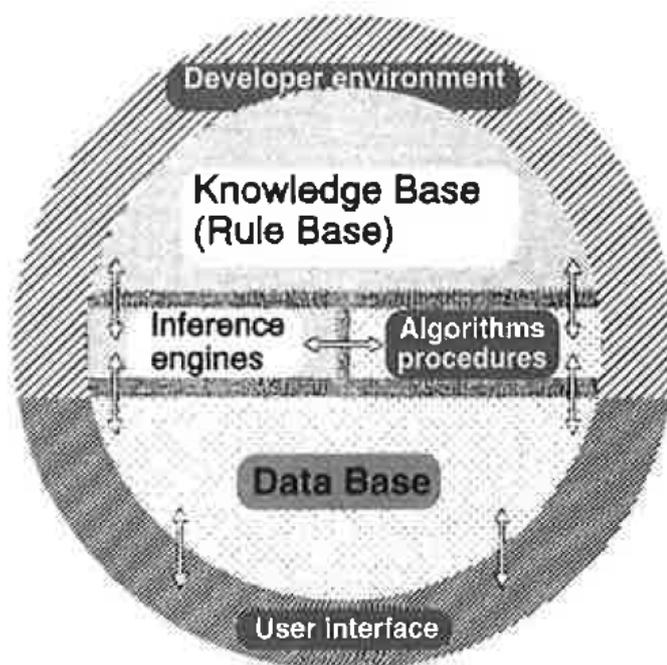


Figura 3.23 – Arquitetura geral sistema especialista, (CIGRE., 1997)

- Formalização - apresentação formal do conhecimento;
- Implementação - que regras irão incorporar o conhecimento;
- Testes - como as regras podem ser validadas.

3.5 O MÉTODO *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* (AHP)

O Método AHP é uma técnica de tomada de decisão multicritério desenvolvida por Thomas L. Saaty em 1970. O AHP é uma das alternativas utilizadas atualmente para solucionar problemas complexos em que diversos critérios influenciam na tomada de decisão.

O método permite que decisões complexas sejam decompostas e organizadas em níveis hierárquicos, possibilitando que as preferências e prioridades sejam comparadas e ponderadas de forma sistemática (SAATY, 1980).

O AHP transforma as comparações, na sua maioria baseadas em experiências de especialistas, em números que são processados e comparados. O principal diferencial do AHP com relação a outras técnicas comparativas, é a sua capacidade de converter dados empíricos em um modelo matemático (GOMEDE E., 2012).

3.5.1 Estruturação

A primeira etapa considerada uma das mais importantes para solucionar um problema consiste em entendê-lo e estruturá-lo em níveis hierárquicos para possibilitar que

o decisor visualize todos os componentes e interações do sistema de forma geral (MARINS C., 2009).

A figura 3.24 apresenta a estrutura hierárquica do método AHP. No topo encontra-se o objetivo da decisão, no segundo nível estão os critérios e na parte inferior as alternativas. O tomador de decisão com esta configuração identifica as partes que compõem o problema complexo como um todo, e assim consegue definir as prioridades através de uma comparação par a par com base nos dados obtidos.

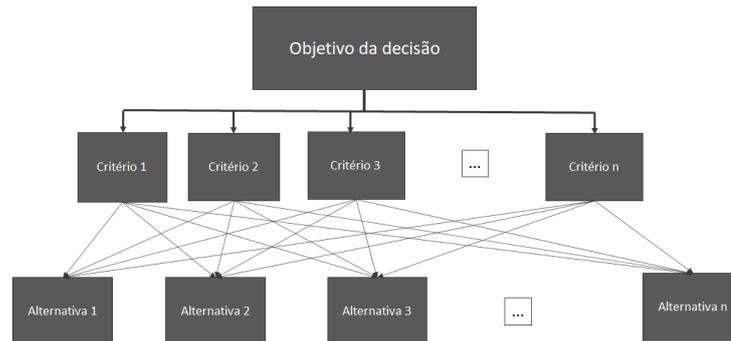


Figura 3.24 – Arquitetura geral sistema especialista, Fonte: Adaptação de (SAATY, 1977)

3.5.2 Definição de pesos

Na etapa seguinte, é realizada a comparação par a par para determinar o quanto cada elemento se influencia em diferentes níveis, de maneira que permita calcular os pesos relativos dos impactos dos elementos sobre o nível mais baixo e sobre os objetivos gerais (SAATY, 1981).

A matriz de julgamentos é composta por esta comparação com o uso da escala numérica de Saaty apresentada na tabela 3.3 que indica o peso dos elementos relativo aos outros considerando o critério ao qual são comparados (SAATY, 2008).

3.5.3 Matriz de Julgamento e Razão de Consistência

A matriz de julgamentos é uma matriz quadrada composta pelas comparações par a par. Para construir a matriz é necessário verificar a quantidade de interações necessária que é dada pela equação 3.2 onde n é a ordem da matriz.

$$\text{Interações} = \frac{n^2 - n}{2} \quad (3.2)$$

Na Figura 3.25 é mostrada um exemplo de matriz de julgamento.

O Índice de consistência IC é definido pela equação 3.3, onde (λ_{max}) é o autovalor.

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.3)$$

C	B ₁	B ₂	...	B _n
B ₁	1	x	...	y
B ₂	$1/x$	1	...	z
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
B _n	$1/y$	$1/z$...	1

Figura 3.25 – Exemplo de Matriz de julgamento, Fonte: Adaptada de (FERRET, 2012)

A Razão de Consistência RC é definida através do Índice de Consistência IC e do Índice Aleatório RI definido por (SAATY, 1981) de acordo com a tabela 3.4. Segundo (SAATY, 1981) a matriz é considerada consistente para valores de $RC < 0,1$, caso não atenda a condição o especialista deve refazer os julgamentos da matriz.

Tabela 3.3 – Escala de relativa importância, Fonte: (SAATY T., 2012)

Escala	Avaliação Numérica	Recíproco Inverso	Explicação
Extremamente preferido	9	1/9	A evidência que favorece uma atividade sobre outra é a mais alta ordem possível de afirmação
Muito forte a extremo	8	1/8	-
Muito fortemente preferido	7	1/7	Uma atividade é favorecida muito fortemente sobre outra podendo ser demonstrado na prática
Forte a muito forte	6	1/6	-
Fortemente preferido	5	1/5	Experiência e julgamento favorecem uma atividade em detrimento de outra
Moderado a forte	4	1/4	-
Moderadamente preferido	3	1/3	Experiência e julgamento favorecem ligeiramente uma atividade sobre outra
Igual a moderado	2	1/2	-
Igualmente preferido	1	1/1	-

Tabela 3.4 – Valores de RI, Fonte: (SAATY, 1981)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para desenvolver o Sistema Especialista proposto neste trabalho consistiu das seguintes etapas baseadas no método AHP:

- Estruturação do problema em níveis hierárquicos: no primeiro nível o usuário define o objetivo (priorizar equipamentos para parada de manutenção), no segundo nível o profissional especialista seleciona os critérios (Confiabilidade, Custo, PV, Tempo de substituição, Alarmes Tipo 1, Alarmes Tipo 2, Alarmes Tipo 3 e Eventos), no terceiro nível o usuário seleciona as alternativas (equipamentos);
- Definição de prioridades: primeiro é realizada a construção da Matriz de julgamentos e definição de pesos pelo profissional especialista, em seguida é realizado o cálculo dos valores globais de prioridade;
- Consistência Lógica: verificar se a razão de consistência é menor que 0,1, se atender ao requisito a matriz é consistente e pode seguir para o resultado final;
- Resultado: lista de prioridade de equipamentos para parada de manutenção.

Na Figura 4.1 observa-se o fluxograma do sistema especialista proposto no trabalho.

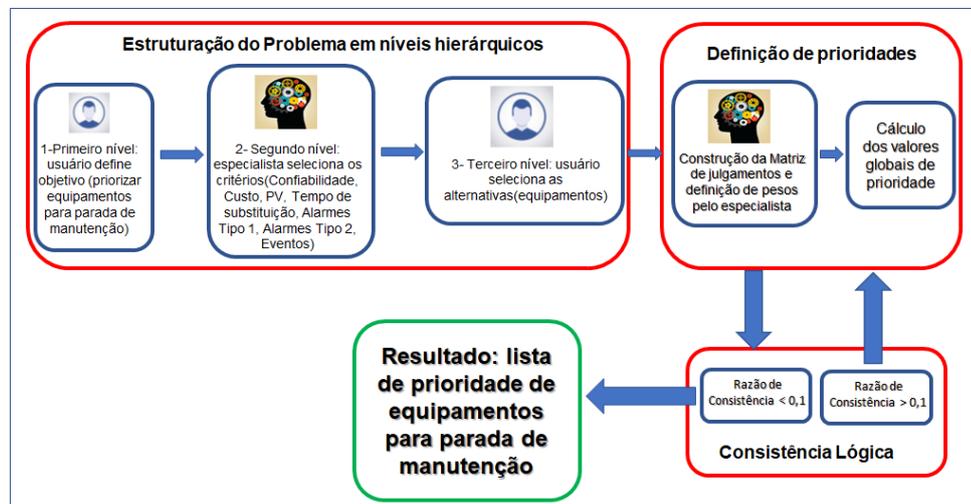


Figura 4.1 – Fluxograma do sistema especialista

4.1 ESTRUTURAÇÃO EM NÍVEIS HIERÁRQUICOS

A compreensão e estruturação do problema é uma das fases mais importantes para sua resolução. O método AHP o divide em níveis hierárquicas, com o objetivo principal localizado na parte superior. Na primeira etapa, o problema é compreendido pelo usuário e estruturado em níveis hierárquicos, o que permite ao tomador de decisão ter uma visão geral do sistema, incluindo todos os seus componentes e interações (MARINS C., 2009).

Na Figura 4.2 observa-se a estruturação do problema em níveis hierárquicos.

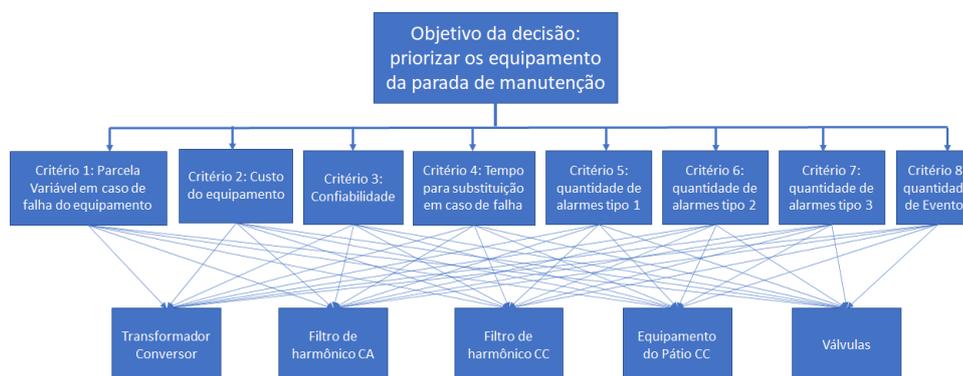


Figura 4.2 – Estruturação em níveis hierárquicos

4.2 CRITÉRIOS

A determinação dos critérios que serão utilizados consiste na segunda etapa para aplicação do método AHP. Para garantir a qualidade dos resultados do sistema, é de suma importância nessa etapa que o especialista escolha e identifique os critérios mais relevantes.

Diversos fatores influenciam no planejamento da manutenção de equipamentos de uma subestação HVDC quando pretende-se escolher os equipamentos que serão prioritários. Para selecionar os critérios que são relevantes nessa escolha tiveram como premissas entre diversas variáveis, as que possuíam maior influência no impacto financeiro em caso de falha e no desempenho do equipamento que poderia indicar um desgaste com possibilidade de falha no curto prazo.

Os critérios considerados mais importantes que foram selecionados pelo especialista baseados na sua experiência são demonstrados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Seleção de critérios

Premissa	Critério
Desempenho	Confiabilidade
Financeira	Custo do equipamento
Financeira	Parcela Variável
Financeira	Tempo de indisponibilidade do equipamento
Desempenho	Alarmes Tipo 1
Desempenho	Alarmes Tipo 2
Desempenho	Alarmes Tipo 3
Desempenho	Eventos

4.2.1 Confiabilidade

Para o critério de confiabilidade foi considerado o estudo de confiabilidade e disponibilidade do projeto da Subestação de Terminal Rio, cujos cálculos foram realizados

através de um programa desenvolvido pela State Grid Corporate of China para sistemas HVDC (XRTE, 2017).

Os valores da taxa de falha apresentados no estudo (XRTE, 2017) foram utilizados para o critério de confiabilidade e encontra-se na Tabela 4.2. A Taxa de falha conforme (XRTE, 2017) é expressa como a razão entre o número de componentes com falha e o número de componentes restantes.

Tabela 4.2 – Taxa de falha dos equipamentos

Equipamento	Taxa de falha
Sala de Válvulas	0,28
Filtro CC e outros equipamentos CC	0,35
Reator de Alisamento	0,12
Transformador Conversor	0,25
Filtro CA e outros equipamentos CA	0,1

4.2.2 Custo do equipamento

Para o critério de custo foi considerado o custo de instalação de uma subestação HVDC apresentado no artigo por (TIBIN J., 2017).

Os valores em (TIBIN J., 2017) correspondem ao percentual do custo do equipamento em relação a toda a instalação de uma subestação HVDC, a Tabela 4.3 apresenta os percentuais referentes a cada equipamento relacionado com a FT Conversora, objeto desse estudo de caso.

Tabela 4.3 – Custo do equipamento em relação a instalação

Equipamento	Custo
Válvulas	20%
Filtro CA	10%
Equipamentos CC	10%
Transformador Conversor	10%

4.2.3 Parcela Variável

Para o critério da PV foi considerado os valores percentuais correspondentes ao percentual da RAP de cada módulo da FT Conversa da Subestação de Terminal Rio referente ao ano de 2021.

Na Figura 4.3 é apresentado o valor percentual de cada módulo da RAP completa da Xingu Rio Transmissora de Energia (XRTE) que é a concessionária proprietária da Subestação de Terminal Rio.

4.2.5 Alarmes e Eventos

Para o critério de Alarmes e Eventos, essa parte do trabalho propõe uma metodologia que tem como resultado a informação da quantidade de Alarmes e Eventos classificados como principais de cada equipamento que foram exibidos durante um ano na IHM do SCADA utilizada diariamente pela operação da subestação de Terminal Rio.

Esse critério é considerado o maior diferencial proposto por transformar dados reais operacionais dos equipamentos que são complexos de analisar devido ao grande volume, em informações úteis e relevantes de forma simplificada.

A metodologia utilizada pelo Sistema Especialista apresentado nesta seção consistiu das seguintes etapas: consolidação do banco de dados, seleção de eventos e alarmes, classificação de alarmes e eventos por tipo, extração dos alarmes e eventos selecionados do arquivo único de banco de dados consolidado, saída do sistema com a geração de novos arquivos em excel contendo os alarmes e eventos selecionados e as quantidades de ocorrências que serão utilizadas como informação para o critério de Alarmes e Eventos.

Na Figura 4.4 observa-se o fluxograma do sistema especialista.



Figura 4.4 – Fluxograma do sistema especialista

4.2.5.1 Consolidação do banco de dados

Uma das dificuldades para a análise de histórico de dados de longos períodos é a limitação do número de eventos e alarmes exibidos na IHM do SCADA utilizada diariamente pela operação das subestações HVDC. Cada sistema tem um número definido de acordo com o fabricante que forneceu o SCADA.

Tabela 4.4 – Tempo de Substituição de equipamento

Equipamento	Tempo em horas
Válvula	18
Filtro CA	14
Equipamentos CC	14
Filtro CC	14
Bucha CC	24
Reator de Alisamento	48
Transformador Conversor	144

No estudo de caso do desenvolvimento do sistema especialista, foram utilizados, como modelo para validação, os dados da subestação HVDC de Terminal Rio. O SCADA de Terminal Rio tem capacidade de exibir na IHM da operação até dez mil linhas de alarmes ou eventos. Essa quantidade se refere a aproximadamente uma semana de dados gerados.

Na Figura 4.5 é demonstrada a IHM do SCADA com exibição de eventos.

Eventos	Alarmes	Falhas	Usuarios	Hist. Eventos	Hist. Eventos Sys		
Indicador	Data e hora	Equipamento	Severidade	Grupo do alarme	Descrição do evento	Event status	
218	2020-11-16 03:32:12.111	SCM	Aviso	Supervisão de excesso de limite	RIO-13.8KV-UNDERVOLTAGE LIGHT Acima do limite inferior	Alarme	
219	2020-11-16 10:31:25.796	SCM	Aviso	20K02Q1	xr-cdo1/joao.brites Anexar tag Tag de manutenção		
220	2020-11-16 14:41:29.933	RIO	Aviso	RIO	RIO_SPC - #B 20K02.Q21 #E - Posição de Extrato	Ligar	
221	2020-11-16 14:46:02.769	SCM	Aviso	Supervisão de excesso de limite	RIO-400V Sobre o limite	Alarme	
222	2020-11-16 15:44:43.662	RIO	Normal	RIO	RIO_VCCP1B - Funcionamento do Segundo Grupo Ventilador de Refrigerador de Ar	Shutdown	
223	2020-11-16 15:44:43.702	RIO	Normal	RIO	RIO_VCCP1A - Funcionamento do Segundo Grupo Ventilador de Refrigerador de Ar	Shutdown	
224	2020-11-16 15:45:11.572	RIO	Normal	RIO	RIO_ASC - Painel BS11A - Minidisjuntor 125Vcc	Fechado	
225	2020-11-16 15:45:11.786	RIO	Normal	RIO	RIO_PCP1 - Painel BS11A-H1 - Potência de Comando DC 125Vcc	Normal	
226	2020-11-16 15:45:11.884	RIO	Normal	RIO	RIO_ASC - Painel BS11B - Minidisjuntor 125Vcc	Fechado	
227	2020-11-16 15:45:11.980	RIO	Normal	RIO	RIO_PCP1 - Modo de Depuração	Normal	
228	2020-11-16 15:45:12.006	RIO	Normal	RIO	RIO_2117 - Position	Open	
229	2020-11-16 15:45:12.010	RIO	Normal	RIO	RIO_2115 - Position	Open	
230	2020-11-16 15:45:12.077	RIO	Normal	RIO	RIO_PCP1 - Painel PCP1A-H2 - Falha de Menor	Off	
231	2020-11-16 15:45:12.295	RIO	Normal	RIO	RIO_PCP1 - Painel PCP1B-H2 - Falha de Menor	Off	
232	2020-11-16 15:48:42.752	RIO	Normal	RIO	RIO_VCCP2A - Estado da Válvula Solenóide de Gás HS11.QM504	Close	
233	2020-11-16 15:48:42.982	RIO	Normal	RIO	RIO_VCCP2B - Estado da Válvula Solenóide de Gás HS11.QM504	Close	
234	2020-11-16 15:51:26.712	RIO	Normal	RIO	RIO_VCCP2A - Estado da Válvula Solenóide de Gás HS11.QM503	Close	
235	2020-11-16 15:51:26.942	RIO	Normal	RIO	RIO_VCCP2B - Estado da Válvula Solenóide de Gás HS11.QM503	Close	
236	2020-11-16 16:08:24.034	RIO	Aviso	RIO	RIO_AFC1 - 9550T - Fase do Motor	Failure	
237	2020-11-16 16:39:28.098	XINGU	Normal	XINGU	XINGU_AFC3 - 9640T - Fase do Motor	Healthy	
238	2020-11-16 16:51:06.785	RIO	Normal	RIO	RIO_PCP2 - 2T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudança	Off	
239	2020-11-16 16:51:06.785	RIO	Normal	RIO	RIO_PCP2 - 2T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudança	Off	
240	2020-11-16 16:51:06.785	RIO	Normal	RIO	RIO_PCP2 - 2T02 - Fase A - Comutador a Posição	Ligar	
241	2020-11-16 16:51:06.785	RIO	Normal	RIO	RIO_PCP2 - 2T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudança	Off	
242	2020-11-16 16:51:06.785	RIO	Normal	RIO	RIO_PCP2 - 2T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudança	Off	
243	2020-11-16 16:51:06.785	RIO	Normal	RIO	RIO_PCP2 - 2T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudança	Off	
244	2020-11-16 16:51:07.025	RIO	Normal	RIO	RIO_PCP2 - 2T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudança	Off	
245	2020-11-16 16:51:07.025	RIO	Normal	RIO	RIO_PCP2 - 2T02 - Fase B - Comutador a Posição	Ligar	
246	2020-11-16 16:51:07.025	RIO	Normal	RIO	RIO_PCP2 - 2T02 - Fase C - Comutador a Posição	Ligar	
247	2020-11-16 16:51:07.868	RIO	Normal	RIO	RIO_PCP2 - Todos os Comutadores Atingiram a Posição %d0	Off	

Figura 4.5 – IHM do SCADA de Terminal Rio

Como a parada de manutenção é realizada anualmente, o período considerado para desenvolvimento do sistema especialista foi de todos os dados gerados de alarmes e eventos durante um ano.

Diariamente a lista de eventos e alarmes gerada no dia é extraída do SCADA pela operação que gera um arquivo no formato valores separados por vírgula (comma separated values - csv).

A primeira etapa no desenvolvimento do sistema foi consolidar todos os 365 arquivos no formato valores separados por vírgula (comma separated values - csv) que foram extraídos diariamente pela operação durante um ano, em um único arquivo no formato excel que será utilizado como banco de dados pelo sistema especialista.

Inicialmente o usuário deve inserir os arquivos com os dados diários extraídos do SCADA no mesmo diretório. O sistema especialista junta todos os dados dos arquivos e gera um arquivo único como um banco de dados completo do histórico em formato de planilha do excel.

Na Figura 4.6 observa-se o fluxograma para gerar o arquivo único do banco de dados histórico consolidado.



Figura 4.6 – Fluxograma de geração do banco de dados consolidado

O banco de dados utilizado no estudo de caso refere-se ao período de 02 de março de 2020 a 02 de março de 2021. Esse período foi considerado para haver uma margem de meses antes da parada a ser realizada em setembro possibilitando à transmissora planejar o dimensionamento de mão-de-obra, maquinário, peças, materiais, logística e tudo que for necessário para realização das atividades de manutenção previstas.

Na Figura 4.7 é demonstrado o arquivo único gerado em formato excel do banco de dados consolidados, observa-se que cada linha corresponde a um evento ou alarme ocorrido, e que 801966 alarmes e eventos foram registrados durante o período considerado de um ano. Além disso verifica-se que possui seis colunas que se referem a: data, hora, severidade, grupo, descrição e status.

	Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
0	2020-03-02	00:24:36.848	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Phase A - TAP in the Progres...	On
1	2020-03-02	00:24:36.848	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - TAP in the Progres...	On
2	2020-03-02	00:24:36.848	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - TAP Change to the ...	Off
3	2020-03-02	00:24:36.848	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Phase B - TAP in the Progres...	On
4	2020-03-02	00:24:36.848	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - TAP in the Progres...	On
...
801961	2021-03-02	22:48:56.382	Normal	RIO	RIO_VCCP2B - Estado da Valvula Solenoide de Ga...	Open
801962	2021-03-02	22:50:01.542	Normal	RIO	RIO_VCCP2B - Estado da Valvula Solenoide de Ga...	Close
801963	2021-03-02	22:50:01.702	Normal	RIO	RIO_VCCP2A - Estado da Valvula Solenoide de Ga...	Close
801964	2021-03-02	23:11:15.022	Normal	RIO	RIO_VCCP1B - Funcionamento do Quarto Grupo Ven...	Shutdown
801965	2021-03-02	23:11:15.072	Normal	RIO	RIO_VCCP1A - Funcionamento do Quarto Grupo Ven...	Shutdown

Figura 4.7 – Banco de dados consolidado

4.2.5.2 Classificação de alarmes e eventos

O objetivo do sistema é analisar os dados dos equipamentos selecionados que fazem parte da FT conversora, a subestação de Terminal Rio objeto do estudo de caso do modelo, possui um total de 781 equipamentos nesta FT.

Os principais painéis que recebem os dados diretamente dos equipamentos que fazem parte da FT Conversora e enviam para o SCADA são:

- Pole Control (PCP): Painel de Controle do Polo;

- Pole Protection (PPR): Painel de Proteção do Polo;
- Pole Converter Transformer Protection (CTP): Painel de Proteção dos Transformadores Conversores;
- AC Filter Protection (AFPP): Painel de Proteção dos Filtros de Harmônico CA;
- AC Filter Control (AFPC): Painel de Controle dos Filtros de Harmônico CA.

Os Alarmes possuem duas condições de Severidade: Emergência/Emergency que devem ser solucionados de imediato pela manutenção ou Aviso/Warning que podem ser solucionados de forma programada pela manutenção. Os Eventos possuem condição de Severidade Normal e correspondem a manobras ou situação normal de funcionamento do equipamento.

Para a metodologia desenvolvida no trabalho, os Alarmes e Eventos foram classificados quanto ao maior risco de dano ou desgaste tanto a curto como a longo prazo ao equipamento em caso de ocorrência:

- Alarme Tipo 1: risco de causar maior dano ao equipamento;
- Alarme Tipo 2: risco de causar dano intermediário ao equipamento;
- Alarme Tipo 3: risco de causar menor dano ao equipamento;
- Evento: risco de desgaste do equipamento.

Na Figura 4.8 é apresentado a quantidade de alarmes e eventos gerados por cada equipamento da FT Conversora e enviados para o SCADA separados por painéis, assim como a soma total de 2341 alarmes e eventos.

Entre os 2341 alarmes e eventos foram selecionados pelo profissional especialista 129 considerados mais importantes. Na Figura 4.9 é apresentado os alarmes e eventos selecionados para os Transformadores Conversores 1 T01 do Polo 1. Os alarmes e eventos selecionados dos demais equipamentos encontram-se no Apêndice A.

Nas Figuras 4.10 e 4.11 são apresentadas as motivações do profissional especialista para escolher os alarmes e eventos selecionados.

Para utilizar o histórico de alarmes e eventos pelo período mínimo de um ano é necessário realizar o tratamento dos dados que são escritos em formato de texto, uma alternativa é através de mineração de texto.

A Mineração de Textos é uma série de técnicas utilizadas para localizar, organizar, encontrar e descobrir informações em bases de dados textuais. É considerada uma ampliação

Equipamento	Painel	Total	Evento	Emergência	Aviso
Transformador Conversor 1T01 - Fase A	CTP	36	0	31	5
	PCP	89	12	11	66
Transformador Conversor 1T01 - Fase B	CTP	36	0	31	5
	PCP	89	12	11	66
Transformador Conversor 1T01 - Fase C	CTP	36	0	31	5
	PCP	89	12	11	66
Transformador Conversor 1T02 - Fase A	CTP	36	0	31	5
	PCP	89	12	11	66
Transformador Conversor 1T02 - Fase B	CTP	36	0	31	5
	PCP	89	12	11	66
Transformador Conversor 1T02 - Fase C	CTP	36	0	31	5
	PCP	89	12	11	66
Válvulas - Polo1	PCP	329	59	88	182
	PPR	62	0	4	58
Equipamentos Pátio CC	PCP	311	91	9	211
	PPR	83	0	0	83
Filtro de Harmônico CA - BP2F1C11	AFP	36	0	23	13
	AFC	34	5	1	28
Filtro de Harmônico CA - BP2F1C12	AFP	36	0	23	13
	AFC	34	5	1	28
Filtro de Harmônico CA - BP2F1C13	AFP	36	0	23	13
	AFC	34	5	1	28
Filtro de Harmônico CA - BP2F1C14	AFP	36	0	23	13
	AFC	34	5	1	28
Filtro de Harmônico CA - BP2F2D11	AFP	36	0	23	13
	AFC	34	5	1	28
Filtro de Harmônico CA - BP2F2D12	AFP	36	0	23	13
	AFC	34	5	1	28
Filtro de Harmônico CA - BP2F2D13	AFP	36	0	23	13
	AFC	34	5	1	28
Filtro de Harmônico CA - BP2F2D14	AFP	36	0	23	13
	AFC	34	5	1	28
Filtro de Harmônico CA - BP2F3E11	AFP	36	0	23	13
	AFC	34	5	1	28
Filtro de Harmônico CA - BP2F3E12	AFP	36	0	23	13
	AFC	34	5	1	28
Filtro de Harmônico CA - BP2F3E13	AFP	36	0	23	13
	AFC	34	5	1	28
Filtro de Harmônico CA - BP2F3E14	AFP	36	0	23	13
	AFC	34	5	1	28
TOTAL		2341	282	641	1452

Figura 4.8 – Quantidade total de alarmes e eventos por painel

Equipamento	Tipo	Painel	Item	Severidade	Descricao	Status	
1T01 - Fase A	Alarme Tipo 1	PCP	1	Emergencial	Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	Tripped	
		CTP	2	Emergencial	Panel CTP1A-UPD1 - 1T01 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	Tripped	
	Alarme Tipo 2	PCP	3	Emergencial	Panel NEP1B - 1T01 - Fase A - Rele Buchholz de Bucha A	Disparado	
		CTP	4	Warning	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme	
	Alarme Tipo 3	CTP	5	Aviso	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase	Alarme	
		PCP	6	Warning	Panel NEP1A-H1 - 1T01 - Phase A - Wind Temperature Indicator 120	Tripped	
	Evento	PCP	7	Warning	PCP1 - 1T01 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On	
		PCP	8	Aviso	PCP1 - 1T01 - Fase A - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	Ligar	
	1T01 - Fase B	Alarme Tipo 1	PCP	9	Aviso	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao M	Ligar
			PCP	10	Normal	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
Alarme Tipo 2		PCP	11	Emergencial	Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	Tripped	
		CTP	12	Emergencial	Panel CTP1A-UPD1 - 1T01 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	Tripped	
Alarme Tipo 3		PCP	13	Emergencial	Panel NEP1B - 1T01 - Fase B - Rele Buchholz de Bucha A	Disparado	
		CTP	14	Warning	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme	
Evento		CTP	15	Aviso	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase	Alarme	
		PCP	16	Warning	Panel NEP1A-H1 - 1T01 - Phase B - Wind Temperature Indicator 120	Tripped	
1T01 - Fase C		Alarme Tipo 1	PCP	17	Warning	PCP1 - 1T01 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
			PCP	18	Aviso	PCP1 - 1T01 - Fase B - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	Ligar
	Alarme Tipo 2	PCP	19	Aviso	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao M	Ligar	
		PCP	20	Normal	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar	
	Alarme Tipo 3	PCP	21	Emergencial	Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	Tripped	
		CTP	22	Emergencial	Panel CTP1A-UPD1 - 1T01 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	Tripped	
	Evento	PCP	23	Emergencial	Panel NEP1B - 1T01 - Fase C - Rele Buchholz de Bucha A	Disparado	
		CTP	24	Warning	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme	
	Alarme Tipo 1	CTP	25	Aviso	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase	Alarme	
		PCP	26	Warning	Panel NEP1A-H1 - 1T01 - Phase C - Wind Temperature Indicator 120	Tripped	
Alarme Tipo 2	PCP	27	Warning	PCP1 - 1T01 - Phase C - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On		
	PCP	28	Aviso	PCP1 - 1T01 - Fase C - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	Ligar		
Alarme Tipo 3	PCP	29	Aviso	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao M	Ligar		
	PCP	30	Normal	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar		

Figura 4.9 – Seleção de alarmes e eventos dos Transformadores Conversores 1T01

Equipamento	Tipo	Motivação da escolha dos alarmes
Transformadores Conversores	Alarme Tipo 1	Os casos mais críticos para os equipamentos são ocorrências de alarmes de emergência que geram <i>Trip</i> . Esse tipo de alarme tem tratativa imediata pela manutenção, pois podem significar que o equipamento tenha algum dano que leve a sua indisponibilidade. Em transformadores, os alarmes relacionados a sobrecorrente, pressão e o relé buchholz podem indicar falhas com resultem em indisponibilidade do equipamento.
	Alarme Tipo 2	Os alarmes de sobretensão e de temperatura podem ter como consequência desgate que resulta em diminuir a vida útil do equipamento.
	Alarme Tipo 3	Os Transformadores Conversores de Terminal Rio possuem analisadores de gases dissolvidos. A presença de gases em transformadores são indícios de ocorrência de problemas internos, por isso a seleção dos alarmes de gas. O cigré realizou uma pesquisa internacional de desempenho de transformadores de potência em serviço com dados de falhas ocorridas entre 1968 e 1978. Entre as mais de mil falhas estudadas, a principal causa de defeito que gerou indisponibilidade do equipamento teve origem no comutador, On Load TAP changer(OLTC), com 40% (CIGRE, 1983). Portanto, será selecionado os alarmes referentes a sobrecarga nos disjuntores do OLTC, comutadores dos transformadores conversores.
	Evento	A quantidade de vezes de realização de mudança de Tap pode indicar a necessidade de realizar manutenção preventiva.
Filtro de Harmônico CA	Alarme Tipo 1	Esse alarme foi selecionado pois indica que o Disjuntor esta com falha.
	Alarme Tipo 2	O alarme selecionado tem por objetivo identificar a ocorrência de atuação da proteção diferencial dos filtros de harmônicos CA com o envio do comando de Trip para realizar a abertura dos disjuntores. Esse alarme indica que algum dos equipamentos que compõe o respectivo filtro está com problema e precisa ser realizado manutenção. Os filtros de harmônicos CA possuem a maior quantidade e equipamentos.
	Alarme Tipo 3	Os alarmes de sobretensão podem ter como consequência desgate que resulta em diminuir a vida útil do equipamento.
	Evento	O objetivo da seleção do evento é identificar ocorrências de manobras de abertura do disjuntordo filtro de harmônico correspondente. Os disjuntores dos filtros de harmônicos realizam uma grande quantidade de manobras ao longo do tempo, pois a inserção e retiradas dos bancos de filtros variam conforme potência transmitida do sistema HVDC e condições sistêmicas. De acordo com o fabricante dos disjuntores em (SIEMENS, 2017) após três mil ciclos de manobras é necessário realizar a manutenção preventiva.

Figura 4.10 – Motivação da escolha dos alarmes e eventos dos Transformadores e Filtros CA

da área de Data Mining, que se concentra na análise de textos, conhecida também como Text Data Mining (ARANHA C., 2006).

A metodologia proposta para esse critério consiste em realizar a mineração de texto através de algumas palavras selecionadas denominadas pelo autor como "palavras chaves" de cada linha das três colunas: Severidade, Descrição e Status, para identificar a ocorrência do evento ou alarme no banco de dados.

Na Figura 4.12 são apresentadas as palavras chaves utilizadas pelo sistema para encontrar os alarmes e eventos selecionados referentes aos Transformadores Conversores 1T01 para contabilização do critério.

No Apêndice A são apresentadas as palavras chaves utilizadas pelo sistema para encontrar os alarmes e eventos selecionados referentes aos demais equipamentos.

4.3 MATRIZ DE JULGAMENTO E RAZÃO DE CONSISTÊNCIA DOS CRITÉRIOS

Com o objetivo de aprofundar a fundamentação teórica do método AHP foi desenvolvido primeiramente a Matriz de Julgamento de comparação par a par dos critérios

Equipamento		Tipo	Motivação da escolha dos alarmes
Válvulas - Polo 1		Alarme Tipo 1	Os alarmes foram selecionados devido a ocorrência de bloqueio do polo 1, que correspondem ao bloqueio de todos os equipamentos do polo positivo do pátio CC. Quando um dos polos é bloqueado corresponde a indisponibilidade que irá gerar o maior valor de pagamento de PV.
		Alarme Tipo 2	Os alarmes foram selecionados devido a atuação da proteção que podem indicar a ocorrência de danos na Válvula em decorrência de problemas no Cooling ou falha de comutação.
		Alarme Tipo 3	A sobrecarga ou stress por tensão a longo prazo podem causar desgaste na válvula e por consequência diminuir a vida útil do equipamento.
		Evento	O evento foi selecionado pois indica a quantidade de vezes que a Válvula foi bloqueada
Reator de Alisamento-L2101			O Reator de Alisamento é um equipamento passivo que não possui alarmes e eventos, ou seja, os resultados esperados para a quantidade de alarmes e eventos já serão zero. Porém, o mesmo foi incluído na lista devido ao elevado índice de falhas de acordo com o critério confiabilidade e também pela quantidade de horas necessárias para substituição.
Filtro de Harmônico CC		Alarme Tipo 1	Os alarmes foram selecionados devido a ocorrência de bloqueio do polo 1 pela atuação da proteção do Filtro CC, que correspondem ao bloqueio de todos os equipamentos do polo positivo do pátio CC. Quando um dos polos é bloqueado corresponde a indisponibilidade que irá gerar o maior valor de pagamento de PV.
		Alarme Tipo 2	Esse alarme foi selecionado pois indica que algum elemento da torre de capacitor está com falha. A torre de capacitores do Filtro CC tem um grande número de elementos e é de difícil acesso devido a altura elevada.
		Alarme Tipo 3	Os alarmes foram selecionados pois correspondem a desconexão do Filtro CC, o que implica em restrição de Potência, e por conseguinte pagamento de PV.
DC Switch (Chaves Rápidas CC)	• 2502 (NBGS) • 2503 (NBGS) • 2503 (NBS)	Alarme Tipo 1	O alarme selecionado indica problema no circuito da mola de abertura.
		Alarme Tipo 2	O alarme selecionado indica perda de gás.
		Evento	O evento foi selecionado pois indica a quantidade de manobras do equipamento.
Bucha CC-X1		Alarme Tipo 1	O alarme foi selecionado pois indica problema de vazamento de SF6 na bucha.
Chave seccionadora CC de conexão do Polo 1	2119	Alarme Tipo1	O alarme foi selecionado pois indica falha na chave.
		Evento	O evento foi selecionado pois indica a quantidade de manobras da chave.
Chave seccionadora CC de conexão do Retorno Metálico	2505	Alarme Tipo1	O alarme foi selecionado pois indica falha na chave.
		Evento	O evento foi selecionado pois indica a quantidade de manobras da chave.
Chaves seccionadoras CC de conexão do Eletrodo	• 2509 • 2523 • 2525	Alarme Tipo1	O alarme foi selecionado pois indica falha na chave.
		Evento	O evento foi selecionado pois indica a quantidade de manobras da chave.
Chaves seccionadoras dos Filtros CC	2523	Alarme Tipo1	O alarme foi selecionado pois indica falha na chave.
		Evento	O evento foi selecionado pois indica a quantidade de manobras da chave.

Figura 4.11 – Motivação da escolha dos alarmes e eventos das Válvulas, equipamentos do Pátio CC e Filtro CC

seguindo as etapas:

1. Definição do problema: objetivo, critérios e alternativas;
2. Elaboração da matriz de julgamentos com pesos de comparação par a par de cada critério;
3. Normalização da matriz de julgamento;
4. Cálculo do vetor de prioridade dos critérios;
5. Cálculo do autovalor máximo (λ_{max});
6. Cálculo do índice de Consistência (IC);
7. Cálculo da Razão de Consistência (RC);

Equipamento	Item	Palavra chave da Severidade	Palavra chave da Descrição	Palavra chave do Status
1T01 - Fase A	1	Emergencia	1T01 1.0 Bar Trip	Tripped
	2	Emergencia	1T01 Residual Overcurrent	Tripped
	3	Emergencia	1T01 Fase A Buchholz de Bucha A	Disparado
	4	Warning	1T011T02 - Overvoltage Protection	Alarme
	5	Aviso	1T011T02- 59P	Alarme
	6	Warning	1T01 Phase A Wind Temperature 120	Tripped
	7	Warning	1T01 Phase A Dissolved GAS and Moisture	On
	8	Aviso	1T01 Fase A disjuntor do OLTC Sobrecarga	Ligar
	9	Aviso	1T01 Fase A Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	Ligar
	10	Normal	1T01 Fase A Tap no Progresso	Ligar
1T01 - Fase B	11	Emergencia	1T01 1.0 Bar Trip	Tripped
	12	Emergencia	1T01 Grid Residual Overcurrent	Tripped
	13	Emergencia	1T01 Fase B Buchholz de Bucha A	Disparado
	14	Warning	1T011T02 Overvoltage Protection	Alarme
	15	Aviso	1T011T02- 59P	Alarme
	16	Warning	1T01 Phase B Wind Temperature 120	Tripped
	17	Warning	1T01 Phase B Dissolved GAS and Moisture	On
	18	Aviso	1T01 Fase B disjuntor do OLTC Sobrecarga	Ligar
	19	Aviso	1T01 Fase B Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	Ligar
	20	Normal	1T01 Fase B Tap no Progresso	Ligar
1T01 - Fase C	21	Emergencia	1T01 1.0 Bar Trip	Tripped
	22	Emergencia	1T01 Grid Residual Overcurrent	Tripped
	23	Emergencia	1T01 Fase C Buchholz de Bucha A	Disparado
	24	Warning	1T011T02 - Overvoltage Protection	Alarme
	25	Aviso	1T011T02- 59P	Alarme
	26	Warning	1T01 Phase C Wind Temperature 120	Tripped
	27	Warning	1T01 Phase C Dissolved GAS and Moisture	On
	28	Aviso	1T01 Fase C disjuntor do OLTC Sobrecarga	Ligar
	29	Aviso	1T01 Fase C Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	Ligar
	30	Normal	1T01 Fase C Tap no Progresso	Ligar

Figura 4.12 – Palavras chaves para mineração de texto dos alarmes e eventos do Transformador 1T01

O problema foi definido de acordo com os níveis hierárquicos abaixo:

- Objetivo: priorizar os equipamentos da parada de manutenção anual;
- Critérios: Confiabilidade, Custo, PV, Tempo de substituição do equipamento, quantidade de Alarmes Tipo 1, Quantidade de Alarmes Tipo 2, Quantidade de Alarmes Tipo 3, Quantidade de Eventos;
- Alternativas: Transformadores Conversores do Polo 1 (1T01 - Fase A, 1T01 - Fase B, 1T01 - Fase C, 1T02 - Fase A, 1T02 - Fase B e 1T02 - Fase C), Válvulas do Polo 1, Bancos 1 e 2 de Filtros Harmônicos CA (BP2F1C11, BP2F1C12, BP2F1C13, BP2F1C14, BP2F2D11, BP2F2D12, BP2F2D13, BP2F2D14, Equipamentos do Pátio CC (Reator de Alisamento (L2101), Chave rápida NBS (2502), Chave rápida NBGS (2502 e 2503), Chave seccionadora do Polo 1 (2119), Chave seccionadora de conexão do Retorno Metálico (2505), Chaves seccionadoras de conexão do Eletrodo (2509, 2523 e 2525), Chaves seccionadoras dos Filtros CC (2109 e 2111), Filtros de Harmônicos CC e Bucha CC.

Na Figura 4.13 é demonstrado a matriz de julgamento com pesos de comparação par a par definidos pelo profissional especialista para os critérios. É uma matriz de ordem

8, o que corresponde a quantidade total de 52 comparações par a par. Para exemplificar, em destaque a comparação do par custo e confiabilidade, onde o custo tem a escala 5 com forte preferência em comparação com a confiabilidade.

	Confiabilidade	Custo	Parcela Variável	Q. Alarmes Tipo 1	Q. Alarmes Tipo 2	Q. Alarmes Tipo 3	Q. Eventos	Tempo de subst. do equip.
Confiabilidade	1	1/5	1/8	1/4	1/3	1/2	1/2	1/7
Custo	5	1	1/3	2	3	4	4	1/2
Parcela Variável	8	3	1	5	7	9	9	5
Quantidade Alarmes Tipo 1	4	1/2	1/5	1	4	5	5	1/3
Quantidade Alarmes Tipo 2	3	1/3	1/7	1/4	1	2	2	1/4
Quantidade Alarmes Tipo 3	2	1/4	1/9	1/5	1/2	1	2	1/6
Quantidade de Eventos	2	1/4	1/9	1/5	1/2	1/2	1	1/6
T. de substituição do equipamento	7	2	1/5	3	4	6	6	1

Figura 4.13 – Matriz de julgamentos com pesos de comparação par a par de cada critério

Na Figura 4.14 é demonstrado a matriz de julgamento com pesos de comparação para a par de cada critério normalizada. A normalização da matriz é realizada através da divisão de cada elemento pelo somatório de todos os elementos da coluna ao qual é correspondente.

	Confiabilidade	Custo	Parcela Variável	Q. Alarmes Tipo 1	Q. Alarmes Tipo 2	Q. Alarmes Tipo 3	Q. Eventos	Tempo de subst. do equip.
Confiabilidade	0,031	0,027	0,056	0,021	0,016	0,018	0,017	0,019
Custo	0,156	0,133	0,150	0,168	0,148	0,143	0,136	0,066
Parcela Variável	0,250	0,398	0,450	0,420	0,344	0,321	0,305	0,661
Quantidade Alarmes Tipo 1	0,125	0,066	0,090	0,084	0,197	0,179	0,169	0,044
Quantidade Alarmes Tipo 2	0,094	0,044	0,064	0,021	0,049	0,071	0,068	0,033
Quantidade Alarmes Tipo 3	0,063	0,033	0,050	0,017	0,025	0,036	0,068	0,022
Quantidade de Eventos	0,063	0,033	0,050	0,017	0,025	0,018	0,034	0,022
Tempo de subst. do equipamento	0,219	0,265	0,090	0,252	0,197	0,214	0,203	0,132

Figura 4.14 – Matriz de julgamentos normalizada

O vetor prioridade é calculado pela média de cada linha da Matriz de julgamentos normalizada. Na Figura 4.15 é demonstrado o vetor prioridades dos critérios encontrado.

Vetor Prioridades
0,026
0,137
0,394
0,119
0,056
0,039
0,033
0,197

Figura 4.15 – Vetor de prioridade dos critérios

Na sequência para calcular o autovalor máximo, primeiramente multiplica-se o valor de cada coluna pelo vetor prioridade correspondente ao critério da coluna. Por exemplo, os valores da primeira coluna devem ser multiplicados pelo valor do vetor prioridade do critério da primeira linha, os valores da segunda coluna devem ser multiplicados pelo valor do vetor prioridade do critério da segunda linha, e assim sucessivamente até a oitava coluna. Na Figura 4.16 é demonstrado a matriz encontrada dessa etapa.

Na sequência deve-se realizar a soma ponderada de cada linha, na Figura 4.17 é demonstrado os valores encontrados.

Posteriormente deve-se dividir cada valor encontrado da soma ponderada anterior pelo vetor prioridade correspondente, na Figura 4.18 é demonstrado os valores encontrados.

	Confiabilidade	Custo	Parcela Variável	Q. Alarmes Tipo 1	Q. Alarmes Tipo 2	Q. Alarmes Tipo 3	Q. Eventos	Tempo de subst. do equip.
Confiabilidade	0,026	0,027	0,049	0,030	0,019	0,020	0,016	0,028
Custo	0,128	0,137	0,131	0,239	0,167	0,156	0,130	0,098
Parcela Variável	0,205	0,412	0,394	0,596	0,389	0,352	0,293	0,983
Quantidade Alarmes Tipo 1	0,103	0,069	0,079	0,119	0,222	0,195	0,163	0,066
Quantidade Alarmes Tipo 2	0,077	0,046	0,056	0,030	0,056	0,078	0,065	0,049
Quantidade Alarmes Tipo 3	0,051	0,034	0,044	0,024	0,028	0,039	0,065	0,033
Quantidade de Eventos	0,051	0,034	0,044	0,024	0,028	0,020	0,033	0,033
T. de substituição do equipamento	0,179	0,275	0,079	0,358	0,222	0,234	0,196	0,197

Figura 4.16 – Matriz encontrada para calcular o autovalor máximo

Soma ponderada
0,21
1,19
3,62
1,02
0,46
0,32
0,27
1,74

Figura 4.17 – Soma ponderada

Soma ponderada dividido pelo Vetor prioridades
8,37
8,64
9,21
8,51
8,22
8,14
8,16
8,85

Figura 4.18 – Valores encontrados da soma ponderada dividido pelo Vetor prioridades

Por fim calcula-se o autovalor máximo que corresponde ao somatório dos valores encontrados na etapa anterior dividido pela ordem da matriz de julgamento que é 8. O valor encontrado do autovalor máximo foi de 8,52.

Na sequência calcula-se o índice de consistência, cujo valor encontrado foi de 0,073.

E para finalizar é calculado a razão de consistência, cujo valor encontrado foi de 0,05187. De acordo com (TIBIN J., 2017) para uma matriz de julgamento ser considerada consistente o valor da razão de consistência deve ser menor que 0,1, caso não atenda essa condição, os pesos da matriz de julgamento devem ser refeitos pelo profissional especialista.

Portanto, o valor encontrado de 0,05187 para a razão de consistência é menor que 0,1, ou seja, a matriz é consistente e os pesos escolhidos pelo profissional especialista podem ser considerados no sistema.

4.4 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA NO SUPER DECISION

A quantidade de alternativas escolhidas que correspondem aos principais equipamentos da FT Conversora selecionados foram de 28, ou seja, a matriz de julgamento de

cada critério para as alternativas é de ordem 28, o que resulta em 378 comparações par a par. Para otimizar o custo computacional nos cálculos a serem executados pelo sistema devido a dimensão dessa matriz, foi utilizado o software Super Decision, que é um software educacional gratuito de auxílio à tomada de decisão multicritério que funciona com base no método AHP.

4.4.1 Estruturação do problema

A primeira etapa é realizar no Super Decision a estruturação do problema em níveis hierárquicos:

- Objetivo: priorizar os equipamentos da parada de manutenção anual;
- Critérios: Confiabilidade, Custo, Parcela Variável, Tempo de substituição do equipamento (T. de subs. equip.), Quantidade de Alarmes Tipo 1 (Q.Alar T1), Quantidade de Alarmes Tipo 2 (Q.Alar T2), Quantidade de Alarmes Tipo 3 (Q.Alar T3), Quantidade de Eventos (Q.Eventos);
- Alternativas: Transformadores Conversores do Polo 1 (1T01-A, 1T01-B, 1T01-C, 1T02-A, 1T02-B e 1T02-C), Válvulas do Polo 1 (Valve-P1), Bancos 1 e 2 de Filtros Harmônicos CA (BP2F1C11, BP2F1C12, BP2F1C13, BP2F1C14, BP2F2D11, BP2F2D12, BP2F2D13, BP2F2D14, Equipamentos do Pátio CC (Reator de Alisamento (CC-L2101), Chave rápida NBS (CC-2502), Chave rápida NBGS (CC-2502 e CC-2503), Chave seccionadora do Polo 1 (CC-2119), Chave seccionadora de conexão do Retorno Metálico (CC-2505), Chave seccionadora de conexão do Eletrodo (CC-2509, CC-2523 e CC-2525), Chaves seccionadoras dos Filtros CC (CC-2109 e CC-2111), Filtros de Harmônicos CC (Filtro CC) e Bucha CC (CC-Bucha).

Na Figura 4.19 é demonstrado a estrutura do problema no Super Decision. Cada bloco da estrutura hierárquica é denominado pelo Super Decision como "*cluster*", no problema são três "*cluster*": objetivo, critérios e alternativas, e os elementos dentro de cada "*cluster*" são denominados de nós.

Na sequência deve ser feita a conexão de cada "*cluster*" com o nó do "*cluster*" logo abaixo na hierarquia.

Primeiramente o nó: "Priorizar equipamentos da parada de manutenção" do "*cluster*": objetivo deve ser conectado com todos os nós: "Confiabilidade", "Custo", "Parcela Variável", "T.de subs. equip.", "Q. Alar T1", "Q. Alar T2", "Q. Alar T3", "Q. Eventos", do "*cluster*": critério, conforme demonstrado na Figura 4.20.

Em seguida cada nó do "*cluster*": critério deve ser conectado com todos os nós do "*cluster*": alternativas. Conforme exemplo da conexão do nó "Confiabilidade" com todos os nós das alternativas demonstrado na Figura 4.21.

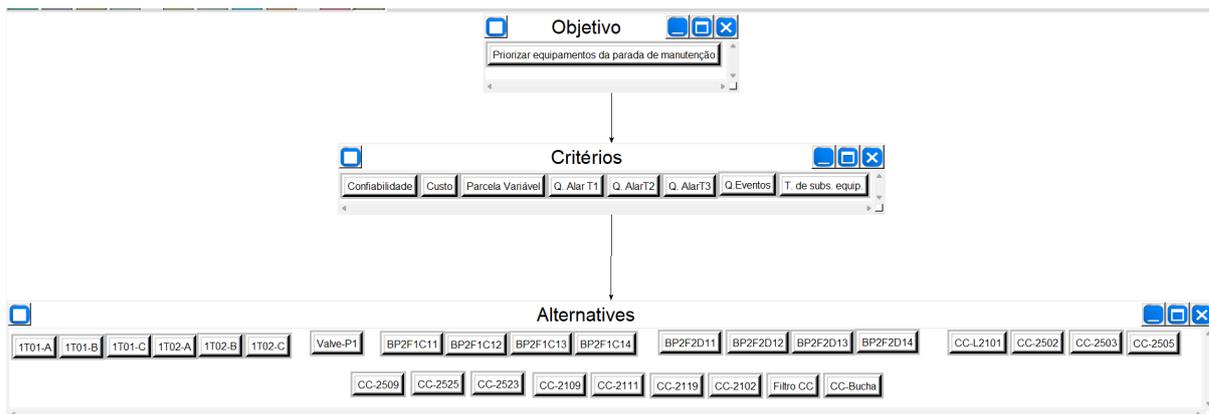


Figura 4.19 – Estrutura do problema no Super Decision

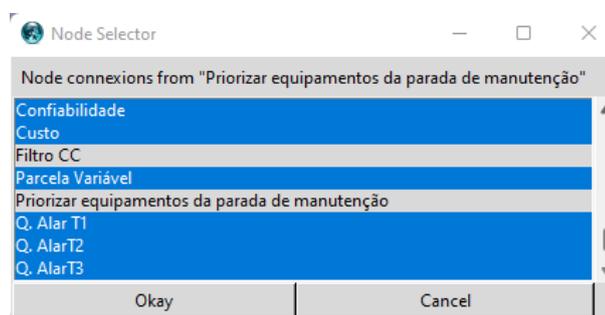


Figura 4.20 – Conexão do nó: "Priorizar equipamentos da parada de manutenção"do "cluster": objetivo com os nós do "cluster": critério

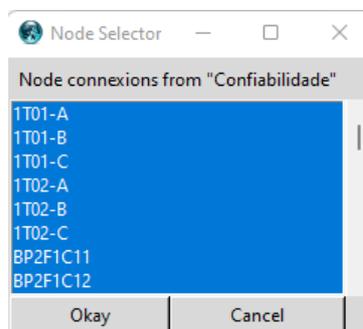


Figura 4.21 – Conexão do nó "Confiabilidade"do "cluster"critérios com todos os nós do "cluster"Alternativas

No Apêndice B é apresentado as demais conexões dos nós: "Custo", "Parcela Variável", "T.de subs. equip.", "Q. Alar T1", "Q. AlarT2", "Q. Alar T3", "Q. Eventos"do "cluster": critério com todos os nós do "cluster": alternativa.

4.4.2 Matriz de Julgamento e Razão de Consistência dos critérios

Após a estruturação do problema e conexão dos nós, na sequência é realizada no Super Decision a construção da matriz de julgamento com comparação par a par dos critérios.

O Super Decision possui duas opções para construir a matriz de julgamentos:

- "Aba Questionário": escolha de cada peso com comparação par a par de cada nó;
- "Aba Direto": inserir os valores da distribuição dos pesos do vetor prioridades;

Para a matriz de julgamento dos critérios optou-se pela opção de preencher a "Aba Questionário", cujos valores escolhidos pelo profissional especialista estão demonstrados na Figura 4.22. Destacado em amarelo observa-se o mesmo exemplo apresentado na Matriz de julgamentos com pesos de comparação par a par de cada critério da seção 4.3, ou seja, a comparação do par custo e confiabilidade na linha um, onde o custo tem a escala 5 com forte preferência em comparação com a confiabilidade.

1.	Confiabilidade	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Custo
2.	Confiabilidade	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Parcela Variáve-
3.	Confiabilidade	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q. AlarT1
4.	Confiabilidade	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q. AlarT2
5.	Confiabilidade	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q. AlarT3
6.	Confiabilidade	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q.Eventos
7.	Confiabilidade	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	T. de subs. equ-
8.	Custo	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Parcela Variáve-
9.	Custo	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q. AlarT1
10.	Custo	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q. AlarT2
11.	Custo	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q. AlarT3
12.	Custo	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q.Eventos
13.	Custo	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	T. de subs. equ-
14.	Parcela Variáve-	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q. AlarT1
15.	Parcela Variáve-	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q. AlarT2
16.	Parcela Variáve-	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q. AlarT3
17.	Parcela Variáve-	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q.Eventos
18.	Parcela Variáve-	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	T. de subs. equ-
19.	Q. AlarT1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q. AlarT2
20.	Q. AlarT1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q. AlarT3
21.	Q. AlarT1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q.Eventos
22.	Q. AlarT1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	T. de subs. equ-
23.	Q. AlarT2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q. AlarT3
24.	Q. AlarT2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q.Eventos
25.	Q. AlarT2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	T. de subs. equ-
26.	Q. AlarT3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Q.Eventos
27.	Q. AlarT3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	T. de subs. equ-
28.	Q.Eventos	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	T. de subs. equ-

Figura 4.22 – "Aba Questionário"da matriz de julgamento dos critérios

Após o preenchimento da "Aba Questionário"o Super Decision calcula automaticamente o vetor prioridades e preenche os valores da "Aba direto", que estão demonstrados na Figura 4.23.

Uma das vantagens de utilizar o Super Decision é a realização de cálculos de forma automática pelo *software*, onde é necessário apenas a escolha de preenchimento de uma das "Abas"e todos os demais cálculos do método AHP são feitos automaticamente, assim como o preenchimento dos valores encontrados pelo programa.

Confiabilidade	0.02469
Custo	0.13414
Parcela Variável	0.41371
Q. Alar T1	0.11357
Q. AlarT2	0.05169
Q. AlarT3	0.03607
Q.Eventos	0.03038
T. de subs. equip.	0.19577

Figura 4.23 – Valores preenchidos pelo Super Decision na "Aba Direto"

A razão de consistência da matriz de julgamento, é um desses valores calculados automaticamente pelo Super Decision após o preenchimento da "Aba Questionário". Os valores estão demonstrados na Figura 4.24 com o gráfico de distribuição do vetor prioridades e em destaque o valor encontrado da razão de consistência de 0,05190.

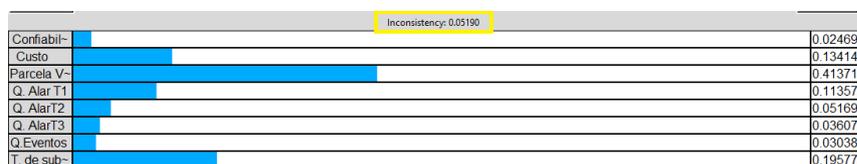


Figura 4.24 – Gráfico dos pesos com razão de consistência em destaque

O valor da razão de consistência encontrado no Super Decision para a matriz de julgamento dos critérios foi o mesmo dos cálculos realizados na Seção 4.3 para aprofundar a fundamentação teórica, ou seja, foi possível observar a qualidade dos resultados do *software*.

4.4.3 Matriz de Julgamento e Razão de Consistência dos equipamentos

Na sequência deve ser construída a matriz de julgamento com os pesos dos critérios para cada equipamento. Para essa matriz de ordem 28, a quantidade de comparações par a par é de 378. Para otimizar o custo computacional foi escolhida a opção do preenchimento na "Aba Direta" dos pesos distribuídos no vetor de prioridades, automaticamente o Super Decision irá preencher a "Aba Questionário" e calcular o valor de consistência da matriz.

Conforme os dados coletados na seção 4.2 referentes a cada critério, foi realizado a distribuição dos pesos de acordo com os valores apresentados para cada equipamento. O resumo com os valores dos dados e as respectivas distribuições dos pesos, e seus correspondentes normalizados são apresentados na figura 4.25. Esses valores serão os dados de entrada a serem preenchidos na "Aba Direto".

Para o nó "Confiabilidade" do "cluster" critério, na figura 4.26 são apresentados os valores de cada nó do "cluster" Alternativa, ou seja, a distribuição dos pesos para cada equipamento preenchidos na "Aba Direta" com os valores do critério Confiabilidade normalizados apresentados em destaque anteriormente na figura 4.25.

Automaticamente o Super Decision calcula os pesos e preenche as 378 comparações

Equipamentos	Confiabilidade	Normal	Custo	Normal	PV	Normal	Alarmes T1	Normal	Alarmes T2	Normal	Alarmes T3	Normal	Eventos	Normal	T. de subs. do eq	Normal
1T01 - Fase A	0.25	0.0362	0.026	0.04753	0.4685	0.0482	4	0.0476	37	0.0601	0	0.0000	23	0.0265	144	0.1180
1T01 - Fase B	0.25	0.0362	0.026	0.04753	0.4685	0.0482	4	0.0476	37	0.0601	2	0.0087	23	0.0265	144	0.1180
1T01 - Fase C	0.25	0.0362	0.026	0.04753	0.4685	0.0482	4	0.0476	37	0.0601	1	0.0043	23	0.0265	144	0.1180
1T02 - Fase A	0.25	0.0362	0.026	0.04753	0.4685	0.0482	3	0.0357	37	0.0601	61	0.2652	23	0.0265	144	0.1180
1T02 - Fase B	0.25	0.0362	0.026	0.04753	0.4685	0.0482	0	0.0000	40	0.0649	46	0.2000	23	0.0265	144	0.1180
1T02 - Fase C	0.25	0.0362	0.026	0.04753	0.4685	0.0482	0	0.0000	40	0.0649	20	0.0870	23	0.0265	144	0.1180
Válvula Polo1	0.28	0.0406	0.2	0.36563	0.4685	0.0482	4	0.0476	34	0.0552	94	0.4087	14	0.0161	18	0.0148
BP2F1C11	0.1	0.0145	0.0125	0.02285	0.0430	0.0044	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	80	0.0922	14	0.0115
BP2F1C12	0.1	0.0145	0.0125	0.02285	0.0430	0.0044	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	103	0.1187	14	0.0115
BP2F1C13	0.1	0.0145	0.0125	0.02285	0.0430	0.0044	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	17	0.0196	14	0.0115
BP2F1C14	0.1	0.0145	0.0125	0.02285	0.0430	0.0044	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	24	0.0276	14	0.0115
BP2F2D11	0.1	0.0145	0.0125	0.02285	0.0430	0.0044	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	78	0.0899	14	0.0115
BP2F2D12	0.1	0.0145	0.0125	0.02285	0.0430	0.0044	1	0.0119	3	0.0049	0	0.0000	104	0.1198	14	0.0115
BP2F2D13	0.1	0.0145	0.0125	0.02285	0.0430	0.0044	0	0.0000	318	0.5162	0	0.0000	47	0.0541	14	0.0115
BP2F2D14	0.1	0.0145	0.0125	0.02285	0.0430	0.0044	0	0.0000	33	0.0536	0	0.0000	23	0.0265	14	0.0115
L2101	0.12	0.0174	0.007	0.01280	0.4685	0.0482	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	48	0.0393
2502	0.35	0.0507	0.007	0.01280	0.4685	0.0482	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	14	0.0115
2503	0.35	0.0507	0.007	0.01280	0.4685	0.0482	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	4	0.0046	14	0.0115
2505	0.35	0.0507	0.007	0.01280	0.4685	0.0482	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	74	0.0853	14	0.0115
2509	0.35	0.0507	0.007	0.01280	0.4685	0.0482	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	2	0.0023	14	0.0115
2525	0.35	0.0507	0.007	0.01280	0.4685	0.0482	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	15	0.0173	14	0.0115
2523	0.35	0.0507	0.007	0.01280	0.4685	0.0482	26	0.3095	0	0.0000	0	0.0000	79	0.0910	14	0.0115
2109	0.35	0.0507	0.007	0.01280	0.4685	0.0482	4	0.0476	0	0.0000	0	0.0000	10	0.0115	14	0.0115
2111	0.35	0.0507	0.007	0.01280	0.4685	0.0482	3	0.0357	0	0.0000	0	0.0000	12	0.0138	14	0.0115
2119	0.35	0.0507	0.007	0.01280	0.4685	0.0482	12	0.1429	0	0.0000	0	0.0000	23	0.0265	14	0.0115
2102	0.35	0.0507	0.007	0.01280	0.4685	0.0482	16	0.1905	0	0.0000	0	0.0000	21	0.0242	14	0.0115
Filtro CC	0.35	0.0507	0.007	0.01280	0.4685	0.0482	0	0.0000	0	0.0000	6	0.0261	0	0.0000	14	0.0115
Bucha CC	0.35	0.0507	0.007	0.01280	0.4685	0.0482	3	0.0357	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	24	0.0197
Somatório	6.9	1.0000	0.547	1.00000	9,7140	1,0000	84	1,0000	616	1,0000	230	1,0000	868	1,0000	1220	1,0000

Figura 4.25 – Vetor prioridade com distribuição dos pesos para encontrar os valores de entrada da "Aba Direto"

Choose Node	
Confiabilidade	
Cluster: Critérios	
Choose Cluster	
Alternatives	
1T01-A	0.03623
1T01-B	0.03623
1T01-C	0.03623
1T02-A	0.03623
1T02-B	0.03623
1T02-C	0.03623
BP2F1C11	0.01449
BP2F1C12	0.01449
BP2F1C13	0.01449
BP2F1C14	0.01449
BP2F2D11	0.01449
BP2F2D12	0.01449
BP2F2D13	0.01449
BP2F2D14	0.01449
CC-2102	0.0507
CC-2109	0.0507
CC-2111	0.0507
CC-2119	0.0507
CC-2502	0.0507
CC-2503	0.0507
CC-2505	0.0507
CC-2509	0.0507
CC-2523	0.0507
CC-2525	0.0507
CC-Bucha	0.0507
CC-L2101	0.0173
Filtro CC	0.0507
Valve-P1	0.04057

Figura 4.26 – Preenchimento da "Aba direta" do critério confiabilidade com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

par a par das alternativas na "Aba Questionário", parte desses valores estão demonstrados na Figura 4.27.

BP2F1C11	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Filtro CC	
BP2F1C11	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Valve-P1	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C13
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C14
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D11
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D12
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D13
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D14
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2102	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2109	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2111	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2119	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2502	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2503	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2505	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2509	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2523	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2525	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-Bucha	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-L2101
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Filtro CC	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Valve-P1	
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C14
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D11
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D12
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D13
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D14
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2102	
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2109	
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2111	
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2119	
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2502	

Figura 4.27 – Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário" do critério confiabilidade com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

Também de forma automática o Super Decision calcula a razão de consistência da matriz de julgamento, cujos valores escolhidos estão demonstrados na Figura 4.28 com o gráfico de distribuição do vetor prioridades. Como os valores da distribuição dos pesos do vetor prioridade foram normalizados, já era esperado que o valor encontrado da razão de consistência em destaque fosse 0 ou valores próximos. Portanto, a matriz é consistente.

O processo se repete, no Apêndice B é apresentado o preenchimento da "Aba Direta" para o: "Custo", "Parcela Variável", "T.de subs. equip.", "Q. Alar T1", "Q. AlarT2", "Q. Alar T3", "Q. Eventos" do "cluster": critério para cada Alternativa de acordo com os

	Inconsistency: 0.00000	
1T01-A		0.03625
1T01-B		0.03625
1T01-C		0.03625
1T02-A		0.03625
1T02-B		0.03625
1T02-C		0.03625
BP2F1C11		0.01450
BP2F1C12		0.01450
BP2F1C13		0.01450
BP2F1C14		0.01450
BP2F2D11		0.01450
BP2F2D12		0.01450
BP2F2D13		0.01450
BP2F2D14		0.01450
CC-2102		0.05072
CC-2109		0.05072
CC-2111		0.05072
CC-2119		0.05072
CC-2502		0.05072
CC-2503		0.05072
CC-2505		0.05072
CC-2509		0.05072
CC-2523		0.05072
CC-2525		0.05072
CC-Bucha		0.05072
CC-L2101		0.01731
Filtro CC		0.05072
Valve-P1		0.04059

Figura 4.28 – Gráfico de distribuição dos pesos do critério confiabilidade com destaque da razão de consistência

valores normalizados demonstrados na figura 4.25. Além disso, os valores preenchidos automaticamente pelo Super Decision da "Aba Questionário" e a razão de consistência.

Todos os valores encontrados da razão de consistência foram 0 ou valores próximos, ou seja, as matrizes são consistentes.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os conceitos apresentados por (CIGRE., 1997), define-se que as principais etapas no desenvolvimento do sistema especialista proposto foram:

- Identificação - caracterização dos aspectos importantes do problema: estruturação do problema em níveis hierárquicos;
- Conceitualização - quais os conceitos são necessários para produzir uma solução: dados de critérios e conhecimento do especialista para distribuição dos pesos das matrizes de julgamento;
- Formalização - apresentação formal do conhecimento: lista dos equipamentos para manutenção organizados por hierarquia de prioridade;
- Implementação - que regras irão incorporar o conhecimento: método AHP;
- Testes - como as regras podem ser validadas: atendimento a condição da razão de consistência.

As cinco partes da arquitetura geral do sistema especialista desenvolvido no trabalho baseadas no conceito apresentado por (SIMONS, 1986), são:

- Interface do usuário: estruturação do problema em níveis hierárquicos;
- Base de Dados: histórico de alarmes e eventos, dados de confiabilidade, dados de custo, dados de PV e dados de tempo de substituição de equipamentos;
- Motores de inferência/ algoritmos e procedimentos: Método AHP;
- Ambiente de desenvolvimento: Super decision;
- Conhecimento Base: conhecimento do especialista para escolher os pesos na matriz de julgamentos;

5 RESULTADOS

5.1 RESULTADO DOS ALARMES E EVENTOS

De acordo com a metodologia proposta explicada na seção 4.2.5 entre os 2431 alarmes e eventos foram selecionados pelo profissional especialista 129 alarmes e eventos dos equipamentos que fazem parte da FT Conversora. Os valores das quantidades encontradas nos resultados são os dados de entrada para o critério referente aos Alarmes e Eventos.

Na Figura 5.1 são apresentados os resultados com as quantidades encontradas pelo sistema especialista dos Alarmes e Eventos selecionados do Transformador Conversor 1T01.

Equipamento	Item	Descricao	Resultados	Tipo	Total por tipo
1T01 - Fase A	1	Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	4		
	2	Panel CTP1A-UPD1 - 1T01 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	0	Alarme Tipo 1	4
	3	Panel NEP1B - 1T01 - Fase A - Rele Buchholz de Bucha A	0		
	4	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	12		
	5	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P	25	Alarme Tipo 2	37
	6	Panel NEP1A-H1 - 1T01 - Fase A - Wind Temperature Indicator 120	0		
	7	PCP1 - 1T01 - Fase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	0		
	8	PCP1 - 1T01 - Fase A - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	0	Alarme Tipo 3	0
	9	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	0		
	10	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	8379	Evento	8379
1T01 - Fase B	11	Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	4		
	12	Panel CTP1A-UPD1 - 1T01 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	0	Alarme Tipo 1	4
	13	Panel NEP1B - 1T01 - Fase B - Rele Buchholz de Bucha A	0		
	14	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	12		
	15	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P	25	Alarme Tipo 2	37
	16	Panel NEP1A-H1 - 1T01 - Fase B - Wind Temperature Indicator 120	0		
	17	PCP1 - 1T01 - Fase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	0		
	18	PCP1 - 1T01 - Fase B - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	0	Alarme Tipo 3	2
	19	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	2		
	20	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	8379	Evento	8379
1T01 - Fase C	21	Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	4		
	22	Panel CTP1A-UPD1 - 1T01 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	0	Alarme Tipo 1	4
	23	Panel NEP1B - 1T01 - Fase C - Rele Buchholz de Bucha A	0		
	24	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	12		
	25	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P	25	Alarme Tipo 2	37
	26	Panel NEP1A-H1 - 1T01 - Fase C - Wind Temperature Indicator 120	0		
	27	PCP1 - 1T01 - Fase C - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	0		
	28	PCP1 - 1T01 - Fase C - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	0	Alarme Tipo 3	1
	29	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	1		

Figura 5.1 – Resultados das quantidades de Alarmes e Eventos selecionados para os Transformadores 1T01

Como exemplo, observa-se que para o Transformador Conversor 1T01- Fase A foram encontradas as quantidades de: 4 Alarmes Tipo 1, 37 Alarmes Tipo 2, 0 Alarmes Tipo 3 e 8379 Eventos. Esses valores serão utilizados como dado de entrada para o preenchimento da "Aba Direta" no Super Decision nos critérios de alarmes e eventos, explicados na seção 4.4.3.

No Apêndice C encontra-se os resultados com as quantidades encontradas pelo sistema especialista dos Alarmes e Eventos selecionados dos demais equipamentos.

O sistema gera como saída automática um arquivo em formato excel com os dados de todas as ocorrências encontradas através de mineração de texto do evento ou alarme selecionado, como também o valor total dessas ocorrências que foi utilizado no critério de alarmes e eventos.

Na Figura 5.2 é demonstrada a saída do sistema para todas as ocorrências dos

alarmes e eventos com valor 0, ou seja, os arquivos em excel gerados foram todos com valores nulos. A subestação de Terminal Rio entrou em operação em agosto de 2019 e possui equipamentos ainda com pouco tempo de fabricação e bom estado de conservação, o que justifica a ocorrência de alarmes e eventos com valores zerados.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status

Figura 5.2 – Resultado para alarmes e eventos sem nenhuma ocorrência

Na Figura 5.3 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência dos alarmes tipo 1 de números: 1, 11, e 21 dos Transformadores 1T01. Esse resultado mostra que ocorreu *Trip* nos Transformadores 1T01 devido a elevação da pressão na bucha.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
05/11/2020	11:18:57.525	Emergencia	RIO	RIO_N2F1A - Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	Tripped
05/11/2020	11:19:04.601	Emergencia	RIO	RIO_N2F1A - Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	Tripped
05/11/2020	11:19:04.605	Emergencia	RIO	RIO_N2F1A - Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	Tripped
05/11/2020	11:19:32.805	Emergencia	RIO	RIO_N2F1A - Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	Tripped

Figura 5.3 – Resultado do Alarme tipo 1 de números: 1, 11 e 21 dos Transformadores 1T01

Na Figura 5.4 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência dos alarmes tipo 2 de números: 4, 14, 24, 34 e 44, na Figura 5.5 dos alarmes tipo 2 de números: 5, 15, 25, 35 e 45 dos Transformadores Conversores 1T01 e 1T02. Esses resultados mostram que ocorreram alarmes dos Transformadores 1T01 e 1T02 devido a atuação da proteção de sobretensão.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
08/07/2020	18:11:43.134	Warning	RIO	RIO_Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
02/08/2020	04:34:01.736	Warning	RIO	RIO_Panel CTP1C-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
02/08/2020	04:34:01.737	Warning	RIO	RIO_Panel CTP1B-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
02/08/2020	04:34:01.737	Warning	RIO	RIO_Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
05/09/2020	19:31:16.018	Warning	RIO	RIO_Panel CTP1C-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
05/09/2020	19:31:16.483	Warning	RIO	RIO_Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
05/09/2020	19:31:18.364	Warning	RIO	RIO_Panel CTP1B-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
11/09/2020	17:29:31.809	Warning	RIO	RIO_Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
30/09/2020	16:38:49.795	Warning	RIO	RIO_Panel CTP1B-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
30/09/2020	16:38:49.796	Warning	RIO	RIO_Panel CTP1C-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
30/09/2020	16:38:49.796	Warning	RIO	RIO_Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
30/09/2020	16:38:49.797	Warning	RIO	RIO_Panel CTP1C-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme

Figura 5.4 – Resultado do Alarme tipo 2 de números: 4, 14, 24, 34 e 44 dos Transformadores 1T01 e 1T02

Nas Figuras 5.6 e 5.7 são demonstradas as saídas do sistema para as ocorrências dos alarmes tipo 3 de números: 19 e 29, dos Transformadores 1T01 fase B e fase C, respectivamente. Esse resultado mostra que o nível de óleo do OLTC atingiu o valor mínimo, portanto, além disso é possível observar que no resultado de número 19 os alarmes ocorreram de forma intermitente em meses diferentes durante o período analisado, ou seja, a causa raiz da falha que gerou o alarme não foi corrigida definitivamente.

Na Figura 5.8 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência dos alarmes tipo 1 de número 33 do Transformador 1T02 fase A. Esse resultado mostra que ocorreu *Trip* no Transformador 1T02 fase A devido a atuação do Relé Bucholz.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
10/04/2020	17:14:54.975	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
10/04/2020	17:15:00.435	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
10/04/2020	17:15:00.457	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
10/04/2020	17:15:05.852	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
10/04/2020	17:15:05.857	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
10/04/2020	17:15:11.901	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
10/04/2020	23:11:59.722	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
10/04/2020	23:11:59.729	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
10/04/2020	23:11:59.735	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
10/04/2020	23:12:00.298	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
10/04/2020	23:12:00.298	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
10/04/2020	23:12:01.903	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
06/07/2020	18:03:15.088	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
30/09/2020	16:38:49.795	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
30/09/2020	16:38:49.796	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
30/09/2020	16:38:49.796	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme
30/09/2020	16:38:49.797	Aviso	RIO	RIO_Painel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase(59P)	Alarme

Figura 5.5 – Resultado do Alarme tipo 2 de números: 5, 15, 25, 35 e 45 dos Transformadores 1T01 e 1T02

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
13/04/2020	04:17:08.342	Aviso	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	Ligar
22/10/2020	09:03:18.262	Aviso	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	Ligar

Figura 5.6 – Resultado do Alarme tipo 3 de número 19 do Transformador 1T01 fase B

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
13/04/2020	08:13:03.54	Aviso	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	Ligar

Figura 5.7 – Resultado do Alarme tipo 3 de número 29 do Transformador 1T01 fase C

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
19/08/2020	09:15:51.298	Emergencia	RIO	RIO_N2F1A - Painel NEP1B - 1T02 - Fase A - Rele Buchholz de Bucha A	Disparado
19/08/2020	09:41:33.405	Emergencia	RIO	RIO_N2F1A - Painel NEP1A - 1T02 - Fase A - Rele Buchholz de Bucha A	Disparado
19/08/2020	09:41:33.413	Emergencia	RIO	RIO_N2F1B - Painel NEP1A - 1T02 - Fase A - Rele Buchholz de Bucha A	Disparado

Figura 5.8 – Resultado do Alarme tipo 1 de número 33 do Transformador 1T02 fase A

Nas Figuras 5.9, 5.10 e 5.11 são demonstradas as saídas do sistema para as ocorrências dos alarmes tipo 3 de números: 37, 47 e 57, dos Transformadores 1T02 fase A, fase B e fase C, respectivamente. Esse resultado mostra que os alarmes analisados relacionados a gases no Transformador tiveram ocorrências intermitentes em datas diferentes durante o período analisado.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
08/07/2020	15:49:58.7	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
08/07/2020	15:50:01.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
13/07/2020	14:03:56.9	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
13/07/2020	14:04:00.5	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
13/07/2020	14:03:56.9	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
13/07/2020	14:04:00.5	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
23/07/2020	13:08:58.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
23/07/2020	13:09:01.7	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
23/07/2020	15:04:30.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
26/07/2020	22:21:15.3	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
26/07/2020	22:21:18.7	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
28/07/2020	08:00:30.1	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
28/07/2020	08:00:32.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
28/07/2020	09:31:28.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On

Figura 5.9 – Resultado do Alarme tipo 3 de número 37 do Transformador 1T02 fase A

Na Figura 5.12 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência dos alarmes tipo 3 de número 38 do Transformador 1T02 fase A. Esse resultado mostra que ocorreu Sobrecarga do motor do disjuntor do OLTC de forma intermitente em meses diferentes durante o período analisado, ou seja, a causa raiz da falha que gerou os alarmes não foi corrigida definitivamente.

Nas Figuras 5.13 e 5.14 são demonstradas as saídas do sistema para as ocorrências

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descrição	Status
08/07/2020	15:49:53.9	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
13/07/2020	14:03:50.9	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
13/07/2020	14:03:51.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
13/07/2020	14:03:50.9	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
13/07/2020	14:03:51.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
23/07/2020	13:08:59.0	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
23/07/2020	13:09:02.4	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
23/07/2020	15:04:31.5	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
26/07/2020	22:21:10.3	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
28/07/2020	08:00:30.4	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
28/07/2020	08:00:32.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
28/07/2020	08:01:16.9	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
28/07/2020	09:31:28.5	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
28/07/2020	09:32:08.4	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On

Figura 5.10 – Resultado do Alarme tipo 3 de número 47 do Transformador 1T02 fase B

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descrição	Status
08/07/2020	15:49:58.7	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
08/07/2020	15:50:01.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
13/07/2020	14:03:56.9	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
13/07/2020	14:04:00.5	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
13/07/2020	14:03:56.9	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
13/07/2020	14:04:00.5	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
23/07/2020	13:08:58.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
23/07/2020	13:09:01.7	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
23/07/2020	15:04:30.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
26/07/2020	22:21:15.3	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
26/07/2020	22:21:18.7	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
28/07/2020	08:00:30.1	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
28/07/2020	08:00:32.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
28/07/2020	09:31:28.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On

Figura 5.11 – Resultado do Alarme tipo 3 de número 57 do Transformador 1T02 fase C

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descrição	Status
20/10/2020	12:27:25.0	Aviso	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	Ligar
02/12/2020	04:34:45.6	Aviso	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	Ligar
02/12/2020	04:34:45.6	Aviso	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	Ligar
02/12/2020	04:34:45.6	Aviso	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	Ligar
04/02/2021	18:11:27.7	Aviso	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	Ligar

Figura 5.12 – Resultado do Alarme tipo 3 de número 38 do Transformador 1T02 fase A

dos alarmes tipo 2 de números: 46 e 56 dos Transformadores 1T02 fase B e fase C, respectivamente. Esse resultado mostra que ocorreu *Trip* devido a temperatura do enrolamento do transformador ter atingido valores superiores a 120 graus.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descrição	Status
17/08/2020	09:01:44.6	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Panel NEP1A-H1 - 1T02 - Phase B - Wind Temperature Indicator 120 Tripped	
17/08/2020	09:01:44.6	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Panel NEP1B-H1 - 1T02 - Phase B - Wind Temperature Indicator 120 Tripped	
17/08/2020	09:01:44.6	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Panel NEP1C-H1 - 1T02 - Phase B - Wind Temperature Indicator 120 Tripped	

Figura 5.13 – Resultado do Alarme tipo 2 de número 46 do Transformador 1T02 fase B

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descrição	Status
17/08/2020	09:43:41.606	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Panel NEP1A-H1 - 1T02 - Phase C - Wind Temperature Indicator 120 Tripped	
17/08/2020	09:43:41.606	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Panel NEP1B-H1 - 1T02 - Phase C - Wind Temperature Indicator 120 Tripped	
17/08/2020	09:43:41.606	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Panel NEP1C-H1 - 1T02 - Phase C - Wind Temperature Indicator 120 Tripped	

Figura 5.14 – Resultado do Alarme tipo 2 de número 56 do Transformador 1T02 fase C

Na Figura 5.15 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência dos eventos de número 10 do Transformador 1T01 fase A. A grande quantidade de mudança de Tap é um dos fatores que poderá ocasionar desgaste dos comutadores dos Transformadores Conversores. Para os cálculos do critério, foi utilizado a média diária, ou seja, como o valor encontrado em um ano foi de 8379 eventos de mudança de Tap, o valor da média diária foi de 23.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descrição	Status
01/04/2020	15:52:57.534	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	15:56:15.777	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	16:07:43.149	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	17:46:01.009	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	17:54:21.657	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	17:59:31.263	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	18:27:59.371	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	19:34:53.199	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	21:51:08.457	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	22:16:13.042	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	22:44:35.631	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	22:48:38.755	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	23:24:34.711	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar

Figura 5.15 – Resultado do Eventos de número 10 do Transformador 1T01 fase A

Os resultados para os Eventos de mudança de Tap para os demais transformadores são similares e as saídas estão demonstradas no Apêndice C.

Na Figura 5.16 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência do alarme tipo 1 de número 81 do Disjuntor 9602 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D12. Esse resultado mostra que ocorreu *Trip* no Disjuntor 9602 devido a atuação da proteção de falha Disjuntor.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descrição	Status
08/07/2020	13:18:40.9	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP22A-UPD2 - DJ9602 - Breaker Failure Protection Stage 2	Tripped

Figura 5.16 – Resultado do Alarme tipo 1 de número 81 do do Filtro de Harmônico CA BP2F2D12

Nas Figuras 5.17, 5.18 e 5.19 são demonstradas as saídas do sistema para a ocorrência dos alarmes tipo 2 de números: 82, 86 e 90 dos Disjuntor 9602, 9612 e 9622 dos Filtro de Harmônico CA BP2F2D12, BP2F2D13 e BP2F2D14, respectivamente. Esses resultados mostram que ocorreu *Trip* com abertura dos Disjuntores devido a atuação da proteção diferencial, onde pode indicar que algum dos equipamentos que compõem esses filtros de harmônicos poderá estar com problema.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descrição	Status
08/07/2020	11:00:22.797	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP22B - UPD1 - DJ9602 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
08/07/2020	13:18:40.780	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP22A - UPD1 - DJ9602 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
08/07/2020	13:18:40.781	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP22A - UPD1 - DJ9602 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped

Figura 5.17 – Resultado do Alarme tipo 2 de número 82 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D12

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descrição	Status
13/07/2020	09:21:51.419	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP23B - UPD1 - DJ9612 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
13/07/2020	09:21:51.735	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP23B - UPD1 - DJ9612 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
13/07/2020	09:21:52.725	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP23B - UPD1 - DJ9612 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
13/07/2020	09:21:52.800	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP23B - UPD1 - DJ9612 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
13/07/2020	09:21:54.646	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP23B - UPD1 - DJ9612 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
13/07/2020	10:07:01.946	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP23A - UPD1 - DJ9612 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
13/07/2020	10:07:02.202	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP23A - UPD1 - DJ9612 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
13/07/2020	10:07:02.237	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP23A - UPD1 - DJ9612 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
13/07/2020	10:07:02.307	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP23A - UPD1 - DJ9612 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
13/07/2020	10:07:02.366	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP23A - UPD1 - DJ9612 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
13/07/2020	10:07:02.386	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP23A - UPD1 - DJ9612 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
13/07/2020	10:07:02.432	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP23A - UPD1 - DJ9612 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped

Figura 5.18 – Resultado do Alarme tipo 2 de número 86 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D13

Na Figuras 5.20 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência do evento de número 64 do Disjuntor 9552 do Filtro de Harmônico CA BP2F1C1. Esse resultado mostram as ocorrências de manobras de fechamento desse disjuntor.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
20/07/2020	09:43:47.398	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
20/07/2020	09:44:29.936	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
20/07/2020	09:44:30.160	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
20/07/2020	09:44:30.386	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
20/07/2020	09:44:30.609	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
20/07/2020	09:46:25.158	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
20/07/2020	09:46:25.408	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
20/07/2020	09:55:06.764	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
20/07/2020	09:55:06.888	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
20/07/2020	09:55:06.928	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
20/07/2020	09:55:07.008	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
20/07/2020	09:55:07.119	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
20/07/2020	09:57:16.921	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
20/07/2020	09:57:17.124	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
20/07/2020	09:57:17.187	Emergencia	RIO	RIO_Panel AFP24A - UPD1 - DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped

Figura 5.19 – Resultado do Alarme tipo 2 de número 90 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D14

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
02/03/2020	05:13:08.466	Normal	RIO	RIO_9552	Close
10/04/2020	08:47:33.106	Normal	RIO	RIO_9552	Close
11/04/2020	09:47:08.296	Normal	RIO	RIO_9552	Close
13/04/2020	07:46:00.299	Normal	RIO	RIO_9552	Close
17/04/2020	07:21:15.706	Normal	RIO	RIO_9552	Close
22/04/2020	07:26:08.371	Normal	RIO	RIO_9552	Close
24/04/2020	17:16:24.754	Normal	RIO	RIO_9552	Close
26/04/2020	17:53:46.849	Normal	RIO	RIO_9552	Close
28/04/2020	07:03:16.872	Normal	RIO	RIO_9552	Close
28/04/2020	07:03:16.872	Normal	RIO	RIO_9552	Close

Figura 5.20 – Resultado do evento de número 64 do Filtro de Harmônico CA BP2F1C11

Os resultados para os Eventos de manobra dos disjuntores para os demais Filtros de Harmônicos CA são similares e as saídas estão demonstradas no Apêndice C.

Na Figura 5.21 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência do alarme tipo 1 de número 93 da Válvula do Polo1. Esse resultado mostra que ocorreu *Trip* na Válvula devido a atuação da Proteção, onde a Válvula foi bloqueada causando indisponibilidade do Polo 1.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
17/08/2020	09:01:31.994	Emergencia	RIO	RIO_PCP1 - Protective Y-Block	Tripped
17/08/2020	09:01:44.626	Emergencia	RIO	RIO_PCP1 - Protective Y-Block	Tripped
17/08/2020	09:43:30.268	Emergencia	RIO	RIO_PCP1 - Protective Y-Block	Tripped
17/08/2020	09:43:41.577	Emergencia	RIO	RIO_PCP1 - Protective Y-Block	Tripped

Figura 5.21 – Resultado do Alarme tipo 1 de número 93 da Válvula do Polo 1

Na Figura 5.22 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência do alarme tipo 2 de número 96 da Válvula do Polo1. Esse resultado mostra que ocorreu alarme na Válvula do Polo 1 devido a atuação da Proteção diferencial.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
30/09/2020	16:38:23.9	Warning	RIO	RIO_P2F1A - Panel PPR1A-H2(P2FA) - P1 - Derivative Protection Action	On
30/09/2020	16:38:24.4	Warning	RIO	RIO_P2F1A - Panel PPR1A-H2(P2FA) - P1 - Derivative Protection Action	On
09/10/2020	18:46:30.8	Warning	RIO	RIO_P2F1A - Panel PPR1A-H2(P2FA) - P1 - Derivative Protection Action	On
09/10/2020	18:46:30.8	Warning	RIO	RIO_P2F1A - Panel PPR1A-H2(P2FA) - P1 - Derivative Protection Action	On

Figura 5.22 – Resultado do Alarme tipo 2 de número 96 da Válvula do Polo 1

Na Figura 5.23 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência do alarme tipo 2 de número 97 da Válvula do Polo1. Esse resultado mostra que ocorreu alarme na

Válvula do Polo 1 devido a falha de comutação que pode causar desgaste no equipamento.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
08/07/2020	15:49:52.3	Warning	RIO	RIO_PPR1C - Panel PPR1C-H1 - P1 - Commutation Failure	On
08/07/2020	15:49:52.3	Warning	RIO	RIO_PPR1A - Panel PPR1A-H1 - P1 - Commutation Failure	On
08/07/2020	15:49:52.3	Warning	RIO	RIO_PPR1B - Panel PPR1B-H1 - P1 - Commutation Failure	On
13/07/2020	14:03:49.1	Warning	RIO	RIO_PPR1B - Panel PPR1B-H1 - P1 - Commutation Failure	On
13/07/2020	14:03:49.1	Warning	RIO	RIO_PPR1A - Panel PPR1A-H1 - P1 - Commutation Failure	On
13/07/2020	14:03:49.1	Warning	RIO	RIO_PPR1C - Panel PPR1C-H1 - P1 - Commutation Failure	On
13/07/2020	14:03:50.3	Warning	RIO	RIO_PPR1B - Panel PPR1B-H1 - P1 - Commutation Failure	On
13/07/2020	14:03:50.3	Warning	RIO	RIO_PPR1A - Panel PPR1A-H1 - P1 - Commutation Failure	On
13/07/2020	14:03:50.3	Warning	RIO	RIO_PPR1C - Panel PPR1C-H1 - P1 - Commutation Failure	On
13/07/2020	14:03:49.1	Warning	RIO	RIO_PPR1B - Panel PPR1B-H1 - P1 - Commutation Failure	On
13/07/2020	14:03:49.1	Warning	RIO	RIO_PPR1A - Panel PPR1A-H1 - P1 - Commutation Failure	On
13/07/2020	14:03:49.1	Warning	RIO	RIO_PPR1C - Panel PPR1C-H1 - P1 - Commutation Failure	On
13/07/2020	14:03:50.3	Warning	RIO	RIO_PPR1B - Panel PPR1B-H1 - P1 - Commutation Failure	On
13/07/2020	14:03:50.3	Warning	RIO	RIO_PPR1A - Panel PPR1A-H1 - P1 - Commutation Failure	On

Figura 5.23 – Resultado do Alarme tipo 2 de número 97 da Válvula do Polo 1

Na Figura 5.24 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência do alarme tipo 3 de número 98 da Válvula do Polo1. Esse resultado mostra que ocorreu alarme na Válvula do Polo 1 devido a Sobrecarga.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
10/04/2020	10:05:51.426	Aviso	RIO	RIO_PCP1 - P1 - Experimentando Sobrecarga Mais de 20 Vezes em um Ano	Ligar

Figura 5.24 – Resultado do Alarme tipo 3 de número 98 da Válvula do Polo 1

Na Figura 5.25 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência do alarme tipo 3 de número 99 da Válvula do Polo1. Esse resultado mostra que ocorreu alarme na Válvula do Polo 1 devido a atuação da Proteção.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
02/03/2020	10:11:17.2	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On
02/03/2020	10:11:18.1	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On
02/03/2020	10:11:18.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On
02/03/2020	10:11:24.7	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On
02/03/2020	10:11:26.3	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On
02/03/2020	10:11:28.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On
02/03/2020	10:11:33.3	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On
02/03/2020	10:11:34.0	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On
02/03/2020	10:11:35.2	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On
02/03/2020	10:11:37.2	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On
02/03/2020	10:11:38.4	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On
02/03/2020	10:11:39.5	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On
02/03/2020	10:11:41.6	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On
02/03/2020	10:11:43.3	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On

Figura 5.25 – Resultado do Alarme tipo 3 de número 99 da Válvula do Polo 1

Na Figura 5.26 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência do evento de número 100 da Válvula do Polo1. Esse resultado mostra que ocorreu os eventos de Bloqueio da Válvula.

Na Figura 5.27 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência do evento de número 105 do Filtro de Harmônico CC. Esse resultado mostra que ocorreu os eventos de Desconexão do Filtro CC.

Na Figura 5.28 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência do alarme tipo 1 de número 112 da Chave rápida CC 2102. Esse resultado mostra que ocorreu alarme de falha na mola do circuito de abertura da 2102.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
17/03/2020	08:09:11.6	Normal	RIO	Block SequencesPole 1 Blocked	On
17/03/2020	08:09:11.6	Normal	RIO	Block SequencesPole 1 Blocked	On
19/03/2020	10:10:06.6	Normal	RIO	Block SequencesPole 1 Blocked	On
19/03/2020	10:10:06.6	Normal	RIO	Block SequencesPole 1 Blocked	On
04/08/2020	06:12:27.7	Normal	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Blocked	On
08/08/2020	16:22:15.7	Normal	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Blocked	On
16/08/2020	03:50:22.6	Normal	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Blocked	On
21/08/2020	12:59:54.4	Normal	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Blocked	On
30/09/2020	16:38:35.0	Normal	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Blocked	On
19/10/2020	06:34:45.7	Normal	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Blocked	On
24/10/2020	21:30:09.3	Normal	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Blocked	On
25/10/2020	21:24:33.0	Normal	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Blocked	On
25/10/2020	21:59:20.8	Normal	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Blocked	On
06/11/2020	01:58:23.3	Normal	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 Blocked	On

Figura 5.26 – Resultado do evento de número 100 da Válvula do Polo 1

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
04/08/2020	06:28:46.9	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 DC Filter	Disconnected
05/08/2020	13:57:01.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 DC Filter	Disconnected
16/08/2020	05:08:21.0	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 DC Filter	Disconnected
19/10/2020	06:55:11.7	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 DC Filter	Disconnected
23/10/2020	06:45:34.0	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 DC Filter	Disconnected
25/10/2020	06:58:14.2	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Pole 1 DC Filter	Disconnected

Figura 5.27 – Resultado do evento de número 105 do Filtro de Harmônicos CC

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
04/08/2020	06:17:19.8	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1A - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
04/08/2020	06:17:20.7	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1B - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
05/08/2020	14:14:15.5	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1A - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
05/08/2020	14:14:16.4	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1B - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
05/08/2020	14:17:16.1	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1A - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
05/08/2020	14:17:16.9	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1B - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
16/08/2020	03:52:39.5	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1A - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
16/08/2020	03:52:40.3	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1B - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
19/10/2020	06:36:01.3	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1A - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
19/10/2020	06:36:02.2	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1B - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
24/10/2020	21:34:55.1	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1A - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
24/10/2020	21:34:55.9	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1B - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
25/10/2020	23:43:34.0	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1A - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
25/10/2020	23:43:34.8	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1B - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
06/11/2020	06:42:13.3	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1A - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
06/11/2020	06:42:14.1	Warning	RIO	RIO_ASC - Panel PSI1B - 2102 Open Coil Circuit	Alarm

Figura 5.28 – Resultado do alarme tipo 1 de número 112 da Chave rápida CC 2102

Na Figura 5.29 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência do evento de número 114 da Chave rápida CC 2102. Esse resultado mostra que ocorreu o evento de manobra de abertura da 2102.

Na Figura 5.30 é demonstrada a saída do sistema para a ocorrência do alarme tipo 1 de número 115 da Bucha CC do Polo 1. Esse resultado mostra que ocorreu Trip no Polo 1 devido a atuação da Proteção por causa de vazamento de gás SF6 da Bucha CC do Polo 1.

Na Figura 5.31 é apresentado a saída do sistema para as ocorrências dos alarmes tipo 1 de número 122 da Chave seccionadora CC 2523. Esse resultado mostra que ocorreu

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
16/04/2020	01:18:52.7	Normal	RIO	RIO_2102	Open
24/05/2020	04:02:03.1	Normal	RIO	RIO_2102	Open
28/06/2020	06:10:02.1	Normal	RIO	RIO_2102	Open
04/08/2020	06:17:17.3	Normal	RIO	RIO_2102	Open
05/08/2020	14:14:18.6	Normal	RIO	RIO_2102	Open
05/08/2020	14:17:23.8	Normal	RIO	RIO_2102	Open
16/08/2020	03:52:37.1	Normal	RIO	RIO_2102	Open
19/10/2020	06:35:58.9	Normal	RIO	RIO_2102	Open
19/10/2020	06:35:58.9	Normal	RIO	RIO_2102	Open
24/10/2020	21:34:52.6	Normal	RIO	RIO_2102	Open
25/10/2020	23:43:31.6	Normal	RIO	RIO_2102	Open

Figura 5.29 – Resultado do evento de número 114 da Chave rápida CC 2102

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
05/11/2020	11:18:57.5	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Panel NEP1A-H1 - 1T - Bushing SF6 Pressure of U-X1(1.0 Bar)	Tripped
05/11/2020	11:19:04.6	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Panel NEP1A-H1 - 1T - Bushing SF6 Pressure of U-X1(1.0 Bar)	Tripped
05/11/2020	11:19:32.8	Warning	RIO	RIO_PCP1 - Panel NEP1B-H1 - 1T - Bushing SF6 Pressure of U-X1(1.0 Bar)	Tripped

Figura 5.30 – Resultado do evento de número 115 da Bucha CC do Polo 1

alarme de falha na alimentação da chave seccionadora CC 2523.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
05/08/2020	15:47:35.32	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2523 - Power	Failure
05/08/2020	15:47:35.33	Warning	RIO	RIO_PCP2 - 2523 - Power	Failure
06/08/2020	09:04:44.23	Warning	RIO	RIO_PCP2 - 2523 - Power	Failure
06/08/2020	09:04:44.23	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2523 - Power	Failure
06/08/2020	09:09:24.94	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2523 - Power	Failure
06/08/2020	09:09:24.95	Warning	RIO	RIO_PCP2 - 2523 - Power	Failure
06/08/2020	09:30:56.77	Warning	RIO	RIO_PCP2 - 2523 - Power	Failure
06/08/2020	09:30:56.78	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2523 - Power	Failure
06/08/2020	09:52:02.49	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2523 - Power	Failure
06/08/2020	09:52:02.50	Warning	RIO	RIO_PCP2 - 2523 - Power	Failure
06/08/2020	09:52:31.14	Warning	RIO	RIO_PCP2 - 2523 - Power	Failure
06/08/2020	09:52:31.14	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2523 - Power	Failure
06/08/2020	09:57:55.22	Warning	RIO	RIO_PCP2 - 2523 - Power	Failure
06/08/2020	09:57:55.22	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2523 - Power	Failure

Figura 5.31 – Resultado do alarme tipo 1 de número 122 da Chave seccionadora CC 2523

Os resultados para os alarmes tipo 1 de falha na alimentação das demais chaves seccionadoras CCs são similares e as saídas estão demonstradas no Apêndice C.

Na Figura 5.32 é demonstrada a saída do sistema para as ocorrências dos eventos de número 119 da Chave seccionadora CC 2509. Esse resultado mostra que ocorreu eventos de manobra de abertura da chaves seccionadora CC 2509.

Os resultados para os eventos de manobra de abertura das demais chaves seccionadoras CCs são similares e as saídas estão demonstradas no Apêndice C.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
05/08/2020	14:44:38.5	Normal	RIO	RIO_2509 - Position	Open
05/08/2020	15:12:03.3	Normal	RIO	RIO_2509 - Position	Open

Figura 5.32 – Resultado do evento de número 119 da Chave seccionadora CC 2509

5.2 RESULTADO DO SUPER DECISION

Após a finalização das etapas realizadas no Super Decision e verificação que todas as matrizes são consistentes, ou seja, atenderam a condição de razão de consistência menor que 0,1, o programa gera como resultado a lista com a hierarquia de prioridade dos equipamentos para a parada de manutenção.

Na Figura 5.33 é apresentado o resultado gerado pelo sistema.

É possível observar no resultado encontrado que a Válvula do Polo 1 (Valve-P1) é o equipamento na primeira posição da hierarquia para manutenção, isso ocorreu principalmente devido ao peso de ser o equipamento com o maior custo, maior valor relacionado a PV e com valores encontrados para todos os tipos de Alarmes e eventos selecionados.

Na posição de prioridade número 2 está o Transformador Conversor 1T02 Fase A (1T02-A), era esperado que entre as primeiras posições estivessem os transformadores Conversores principalmente por serem os equipamentos com maior tempo de substituição em caso de falha, além disso o 1T02 Fase A está em segundo pois apresentou maior quantidade de Alarmes entre todos os Transformadores.

A chave seccionadora CC-2523 de conexão do eletrodo é um equipamento importante por ser conectado tanto no modo Bipolar de transmissão como no modo monopolar com conexão pelo eletrodo. Realiza muitas manobras devido as mudanças do modo de transmissão, confirmadas pela elevada quantidade contabilizadas pelo sistema especialista. Sua posição na hierarquia do resultado do sistema foi 3, ou seja, a quantidade de eventos de manobras e alarmes Tipo 1 que indicavam alguma falha foram relevantes para que a chave fosse considerada na terceira posição, ficando na frente de transformadores conversores que são equipamentos que tem custo e tempo de substituição elevados. Com esse resultado conclui-se sobre a importância de incluir no planejamento diferentes tipos de equipamentos.

O resultado das posições dos demais transformadores conversores 1T02-B, 1T01-B, 1T01-C e 1T01-A seguiram na sequência: 4, 5, 6, 7 e 8 respectivamente de acordo com a quantidade de Alarmes e Eventos encontradas.

Seguindo na hierarquia, a chave rápida CC-2102 apresentou valores maiores de Alarmes Tipo 1 e Eventos em comparação com os demais equipamentos CC, por isso ficou na posição 9. Logo na sequência na posição 10 está a chave seccionadora CC-2119.

O filtro BP2F2D13 cuja posição encontrada foi a décima primeira teve grande

Alternatives	Total	Normal	Ideal	Ranking
1T01-A	0.0305	0.0610	0.7624	7
1T01-B	0.0307	0.0613	0.7664	5
1T01-C	0.0306	0.0612	0.7644	6
1T02-A	0.0347	0.0694	0.8674	2
1T02-B	0.0316	0.0632	0.7900	4
1T02-C	0.0295	0.0591	0.7381	8
BP2F1C11	0.0055	0.0109	0.1363	25
BP2F1C12	0.0059	0.0117	0.1463	23
BP2F1C13	0.0044	0.0087	0.1087	28
BP2F1C14	0.0045	0.0089	0.1118	27
BP2F2D11	0.0054	0.0108	0.1354	26
BP2F2D12	0.0067	0.0134	0.1668	22
BP2F2D13	0.0179	0.0359	0.4484	11
BP2F2D14	0.0058	0.0116	0.1452	24
CC-2102	0.0239	0.0479	0.5982	9
CC-2109	0.0156	0.0313	0.3906	12
CC-2111	0.0150	0.0300	0.3746	15
CC-2119	0.0213	0.0425	0.5315	10
CC-2502	0.0128	0.0255	0.3187	20
CC-2503	0.0128	0.0256	0.3204	18
CC-2505	0.0140	0.0281	0.3511	16
CC-2509	0.0128	0.0256	0.3196	19
CC-2523	0.0317	0.0634	0.7924	3
CC-2525	0.0130	0.0260	0.3253	17
CC-Bucha	0.0156	0.0312	0.3894	13
CC-L2101	0.0151	0.0301	0.3764	14
Filtro CC	0.0128	0.0255	0.3187	21
Valve-P1	0.0400	0.0800	1.0000	1

Figura 5.33 – Resultado com hierarquia de prioridade dos equipamentos para parada de manutenção

influência devido a quantidade elevada de alarmes e eventos. A chave seccionadora CC-2109 ficou em décimo segundo lugar, também influenciado pelos valores de Alarmes e Eventos encontrados.

A bucha CC mesmo com apenas 3 alarmes tipo 1, devido aos demais critérios principalmente tempo de substituição e PV ficou na posição de prioridade 13, ou seja, só a quantidade de Alarmes não seria suficiente para avaliar quais os equipamentos são mais críticos.

Observa-se que o Reator Alisamento-L201 mesmo sem possuir alarmes e eventos

por ser um equipamento passivo, devido aos demais critérios, principalmente confiabilidade e tempo de substituição do equipamento ficou na posição de prioridade número 14. Caso fosse considerado somente a quantidade de alarmes como critério, o Reator de Alisamento que tem valor zero ficaria em último na posição. Assim, é verificado a importância de considerar mais critérios para garantir a qualidade dos resultados em relação a criticidade do equipamento.

Nas posições de 15 a 21 estão os equipamentos CC: CC-2111, CC-2505, CC-2525, CC-2503, CC-2509, CC-2502 e Filtro CC, cuja hierarquia teve influência direta com os valores de Alarmes e Eventos encontrados.

Os filtros de harmônicos CA, exceto o filtro BP2F2D13, estão entre as últimas posições 22 a 28 de prioridades devido ao critério de menor impacto na PV.

6 CONCLUSÃO

Com o objetivo de contribuir com o aumento da confiabilidade dos sistemas em HVDC, através da melhoria no planejamento para realização da manutenção dos equipamentos da FT conversora durante o período de 80 horas definido na resolução normativa 906 da ANEEL. O presente trabalho apresentou as etapas do desenvolvimento de um Sistema especialista para manutenção de subestação HVDC utilizando a metodologia de apoio a tomada de decisão multicritério com o método AHP e obteve como resultado a hierarquia de prioridade de equipamentos considerados mais críticos para manutenção na parada anual.

Os diversos critérios escolhidos pelo profissional especialista considerados na metodologia foram suficientes para alcançar o objetivo principal do trabalho ao analisar os resultados de forma qualitativa. Caso fosse escolhido somente um deles para avaliação como quantidade de alarmes e eventos, o reator de alisamento CC L2101 que é um equipamento passivo e não tem nenhum alarme e evento associado estaria em último lugar, ou seja, os resultados da hierarquia não teriam alcançado a qualidade esperada.

Destaca-se a posição hierárquica quatorze para o reator de alisamento CC L2101, o que comprova a influência dos demais critérios no resultado, que em relação a confiabilidade esse equipamento possui elevada taxa de falha como também a necessidade de um maior tempo para substituição.

Portanto, conclui-se que utilizar a metodologia multicritério que influenciam na tomada de decisão teve uma importância relevante para garantir a qualidade dos resultados. Foi possível transformar o conhecimento do profissional especialista que escolheu os critérios e parâmetros em um modelo matemático com o método AHP.

Os dados utilizados no critério de alarmes e eventos para validação foram de um ano, foi suficiente pois a parada de manutenção é realizada anualmente. De modo a validar a proposta do sistema foi considerado na metodologia os dados reais históricos da subestação HVDC de Terminal Rio.

Através do processamento dos dados históricos identificou alarmes intermitentes com meses de diferença de ocorrência, o que permite uma avaliação sobre a eficiência da medida corretiva de uma falha, ou seja, em casos que a mesma ocorra novamente a correção realizada primeiramente foi insuficiente para sanar a falha e deve ser reavaliada.

É possível concluir através dos resultados obtidos que o sistema especialista transformou uma grande quantidade de dados de alarmes e eventos que seria complexa de analisar em informações úteis e relevantes de maneira simplificadas que associadas com os critérios de confiabilidade, custo, PV e tempo de substituição do equipamento conciliaram de forma qualitativa a operação com a manutenção da subestação HVDC.

Os resultados desse trabalho possibilitaram o desenvolvimento de uma ferramenta que beneficiará o planejamento da parada de manutenção anual de uma subestação HVDC, ao trazer eficiência na escolha da priorização dos equipamentos críticos baseados em critérios relevantes para a transmissora. Minimizando os riscos de não realizar manutenção em equipamentos com maior criticidade devido a limitação de tempo de 80 horas, cuja indisponibilidade em caso de falha fora do PPM resultariam em elevadas perdas financeiras.

Como contribuição da pesquisa, o presente trabalho gerou artigo apresentado com a inclusão nos anais do XXIV Congresso Brasileiro de Automática ocorrido em Fortaleza em outubro de 2022, intitulado: "Sistema especialista de análise de eventos e alarmes para manutenção preditiva de subestação HVDC".

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Como recomendação para trabalhos e pesquisas futuras propõe-se:

- Desenvolvimento de *software* com processamento online e aquisição dos dados em tempo real conectado diretamente no SCADA com demonstração em tempo real do acumulado dos alarmes e eventos selecionados pelo sistema e automaticamente dos equipamentos com prioridade para manutenção na parada anual;
- Aplicar a metodologia da seleção dos alarmes e eventos para estudos de pós-operação;
- Aplicar a metodologia da seleção dos alarmes e eventos para estudos de desempenho operacional;

REFERÊNCIAS

- ABB. Dynamic reactive compensation. *MV STATCOM*, 2018.
- ANEEL. Resolução normativa 906. *Diário Oficial*, v. 158, p. 140, 2020.
- ARANHA C., P. E. A tecnologia de mineração de textos. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, v. 2, 2006.
- ASPINALL, N. Electric transmission: Hvdc and interconnectors. *Bloomberg New Energy Finance*, 2016.
- CIGRE. Testing and maintenance procedures for expert systems in power system operation and planning. *ELECTRA*, v. 173, 1997.
- DUAN X., H. Q. C. Z. L. J. L. M. State evaluation of electronic transformers based on cross weight method ahp. *IEEE IAS Industrial and Commercial Power System Asia*, 2021.
- FERRET, R. *Hierarquização de alimentadores para fins de manutenção utilizando análise multicriterial*. Dissertação de Mestrado — Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 2012.
- GOMEDE E., B. R. Utilizando o método analytic hierarchy process (ahp) para priorização de serviços de ti: um estudo de caso. *VII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, SBSI*, 2012.
- GRAHAM J.F., H. T. F. P. S. N. The rio madeira hvdc system – design aspects of bipole 1 and the connector to acre-rondônia. *CIGRÉ session, Paris*, p. 111, 2012.
- GRIMONI, J. *Protótipo de um conjunto de sistemas especialista para operação, monitorização e manutenção de subestações*. Tese de Doutorado — Universidade de São Paulo (USP), 1994.
- JOVCIC, D. *High Voltage Direct Current Transmission: Converters, Systems and DC Grids*. [S.l.]: John Wiley & Sons Ltd.Aberdeen, 2019. v. 2.
- KALAIR A., A. N. K. N. Comparative study of hvac and hvdc transmission systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 59, 2016.
- KAMANARISS S., M. A. P. B. An intelligent tool for distribution substations troubleshooting and maintenance scheduling. *ELEKTRA*, v. 88, 1983.
- KIMURA T., N. S. U. Y. F. Y. Development of an expert system for estimating fault section in control center based on protective system simulation. *IEEE Transaction on Power Delivery*, v. 7, 1992.
- KUMPALAYALEE S., S. T. S. C. P. R. D-distance technique to determine failure probability of power circuit breaker. *Energies*, v. 16, 2023.
- LEVI R., R. M. Substation maintenance testing using an expert system for on-site equipment evaluation. *IEEE Transactions on Power Delivery*, v. 7, p. 269–75, 1992.

- MARINS C., S. D. B. M. O uso do método de análise hierárquica (ahp) na tomada de decisões gerenciais - um estudo. *XLI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, SBPO*, 2009.
- NEVES A., K. B. Z. D. P. E. A. G. S. K. S. L. Os desafios da operação dos bipolos 800kvcc xingu/estrito e xingu/terminal rio. *XXV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de energia*, 2019.
- OKBA M., S. M. M. M. A. T. High voltage direct current transmission a review, part i. *IEEE Energytec*, p. 1–7, 2012.
- ONS. Planejamento elétrico operacional. *Operador Nacional do Sistema Elétrico*, 2019.
- ONS. Programa mensal de operação, pmo. *Operador Nacional do Sistema Elétrico*, fevereiro 2022.
- PINHEIRO, H. *Sistema Especialista para Operação de Subestações de Energia Elétrica*. Dissertação de Mestrado — Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), 1995.
- PINTO M., D. R. S. F. J. M. S. G. A. M. F. R. A. D. U. C. M. G. S. I. C. C. A. F. R. Inteligência artificial para programação de manutenção com otimização de indicadores- estudo de caso. *XXVI Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, GSE-003*, v. 695, 2022.
- PRAÇA A., A. H. A. S. E. K. G. J. B. G. Itaipu hvdc transmission system: 10 years operational experince. *V Simpósio de Especialistas em Planejamento da Operação e Expansão Elétrica, SEPOPE*, 1996.
- RICH, E. *Artificial Intelligence*. [S.l.]: Mc Graw-Hill, New York, 1991. v. 2.
- RODRIGUES E., P. R. B. J. A. V. Analysis of the incidence of direct lightning over a hvdc transmission line through efd model. *Energies (Basel)*, v. 12, p. 555, 2019.
- SAATY, T. A scaling method for priorities in hierarchical structures. journal of mathematical psychology. *Journal of Mathematical Psychology*, v. 15, 1977.
- _____. *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation*. [S.l.]: McGraw-Hill, 1980.
- _____. *The Analytic Hierarchy Process. Tradução e revisão por Wainer da Silveira e Silva*. [S.l.]: McGraw-Hill, 1981.
- _____. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, v. 1, 2008.
- SAATY T., V. L. *Models, methods concepts applications of the analytic hierarchy process*. [S.l.]: Springer, 2012.
- SAKAGUCHI T., M. K. Development of a knowledge based system for power system restoration. *IEEE Trans. on PAS*, v. 102, 1983.
- SANTIAGO H., L. A. S. P. S. S. C. C. P. R. Mineração de dados aplicada à manutenção preditiva de ativos. *XXVI Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, GGT-12*, v. 206, 2022.

- SANTIAGO H., S. M. S. S. F. L. S. P. P. A. G. E. L. I. S. L. Data mining aplicada à predição de falhas em ativos de subestações elétricas. *XXVI Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, GSE-001*, v. 220, 2022.
- SHMITZ W., C. L. M. T. Ranking de subestações para manutenção ou substituição de transformadores de potência com foco na manobrabilidade e flexibilidade. *XVII Encontro regional Iberoamericano do Cigré, ERIAC*, 2017.
- SILVA V., L. R. K. A. A. A. P. J. J. L. S. P. Sistema de mineração de regras associadas a falhas em subestações de energia elétrica. *XXVI Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, GOP-26*, v. 238, 2022.
- SIMONS, G. *Introdução à inteligência artificial*. [S.l.]: Clássica, Lisboa, 1986.
- TANAKA H., T. S. Y. D. N. T. Y. R. Multiple criteria assessment of substation conditions by pair-wise comparison of analytic hierarchy process. *IEEE Transactions on Power Delivery*, v. 25, 2010.
- TIBIN J., U. C. L. J. C. P. Asset management strategies for power electronic converters in transmission networks: Application to hvdc and facts devices. *XXVI Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, GSE-003*, v. 695, 2017.
- UZUEGBU C., C. G. High voltage direct current (hvdc) technology: An alternative means of power transmission. *IEEE International Conference on Adaptive Science and Technology*, p. 121–125, 2011.
- VIER, G. *Manutenção de linhas de transmissão: metodologia multicritério para priorização da correção de defeitos em linhas de transmissão*. Dissertação de Mestrado — Universidade Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), 2019.
- XRTE. *Estudos de confiabilidade e disponibilidade*. [S.l.], 2017.
- ZELENY, M. *Multiple Criteria Decision Making*. [S.l.]: McGraw-Hill, 1982.
- ZHOU J., N. D. T. J. Z. Q. M. X. State evaluation of secondary equipment based on combination weighting and cloud model. *Chinese Automation Congress, CAC*, 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CLASSIFICAÇÃO DOS ALARMES E EVENTOS

Na seção 4.2.5.2 referente a seleção e classificação dos alarmes e eventos, entre os 2341 alarmes e eventos foram selecionados pelo profissional especialista 129 considerados mais importantes.

Na figura A.1 é apresentado os alarmes e eventos selecionados para os Transformadores Conversores 1 T01 do Polo 1, na figura A.2 estão os referentes aos Transformadores Conversores 1 T02 do Polo 1, na figura A.3 estão os referentes aos bancos 1 e 2 de Filtros de Harmônicos CA, e a figura A.4 estão os referentes a Válvula do Polo 1, equipamentos do Pátio CC e filtros CC.

Equipamento	Tipo	Painel	Item	Severidade	Descricao	Status
1T01 - Fase A	Alarme Tipo 1	PCP	1	Emergencia	Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	Tripped
		CTP	2	Emergencia	Panel CTP1A-UPD1 - 1T01 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	Tripped
		PCP	3	Emergencia	Panel NEP1B - 1T01 - Fase A - Rele Buchholz de Bucha A	Disparado
	Alarme Tipo 2	CTP	4	Warning	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
		CTP	5	Aviso	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de F	Alarme
	Alarme Tipo 3	PCP	6	Warning	Panel NEP1A-H1 - 1T01 - Phase A - Wind Temperature Indicator 120	Tripped
		PCP	7	Warning	PCP1 - 1T01 - Fase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
		PCP	8	Aviso	PCP1 - 1T01 - Fase A - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	Ligar
	Evento	PCP	9	Aviso	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao M	Ligar
		PCP	10	Normal	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
1T01 - Fase B	Alarme Tipo 1	PCP	11	Emergencia	Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	Tripped
		CTP	12	Emergencia	Panel CTP1A-UPD1 - 1T01 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	Tripped
		PCP	13	Emergencia	Panel NEP1B - 1T01 - Fase B - Rele Buchholz de Bucha A	Disparado
	Alarme Tipo 2	CTP	14	Warning	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
		CTP	15	Aviso	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de F	Alarme
	Alarme Tipo 3	PCP	16	Warning	Panel NEP1A-H1 - 1T01 - Phase B - Wind Temperature Indicator 120	Tripped
		PCP	17	Warning	PCP1 - 1T01 - Fase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
		PCP	18	Aviso	PCP1 - 1T01 - Fase B - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	Ligar
	Evento	PCP	19	Aviso	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao M	Ligar
		PCP	20	Normal	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
1T01 - Fase C	Alarme Tipo 1	PCP	21	Emergencia	Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	Tripped
		CTP	22	Emergencia	Panel CTP1A-UPD1 - 1T01 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	Tripped
		PCP	23	Emergencia	Panel NEP1B - 1T01 - Fase C - Rele Buchholz de Bucha A	Disparado
	Alarme Tipo 2	CTP	24	Warning	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
		CTP	25	Aviso	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de F	Alarme
	Alarme Tipo 3	PCP	26	Warning	Panel NEP1A-H1 - 1T01 - Phase C - Wind Temperature Indicator 120	Tripped
		PCP	27	Warning	PCP1 - 1T01 - Fase C - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
		PCP	28	Aviso	PCP1 - 1T01 - Fase C - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	Ligar
	Evento	PCP	29	Aviso	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao M	Ligar
		PCP	30	Normal	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar

Figura A.1 – Seleção de alarmes e eventos dos Transformadores Conversores 1T01

A metodologia proposta explicada na seção 4.2.5.2, utiliza "palavras chaves" para realizar a mineração de textos. Na Figura A.5 são apresentadas as palavras chaves utilizadas pelo sistema para encontrar os alarmes e eventos selecionados referentes aos Transformadores Conversores 1T01, na A.6 para o 1T02, na A.7 para os Filtros CA e na A.8 para as Válvulas, equipamentos do Pátio CC e Filtros CC.

Equipamento	Tipo	Painel	Item	Severidade	Descricao	Status
1T02 - Fase A	Alarme Tipo 1	PCP	31	Emergencia	Panel NEP1A - 1T02 - 1.0 Bar Trip	Tripped
		CTP	32	Emergencia	Panel CTP1A-UPD1 - 1T02 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	Tripped
		PCP	33	Emergencia	Panel NEP1B - 1T02 - Fase A - Rele Buchholz de Bucha A	Disparado
	Alarme Tipo 2	CTP	34	Warning	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
		CTP	35	Aviso	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase	Alarme
		PCP	36	Warning	Panel NEP1A-H1 - 1T02 - Phase A - Wind Temperature Indicator 120	Tripped
	Alarme Tipo 3	PCP	37	Warning	PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
		PCP	38	Aviso	PCP1 - 1T02 - Fase A - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	Ligar
		PCP	39	Aviso	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao M	Ligar
	Evento	PCP	40	Normal	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
1T02 - Fase B	Alarme Tipo 1	PCP	41	Emergencia	Panel NEP1A - 1T02 - 1.0 Bar Trip	Tripped
		CTP	42	Emergencia	Panel CTP1A-UPD1 - 1T02 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	Tripped
		PCP	43	Emergencia	Panel NEP1B - 1T02 - Fase B - Rele Buchholz de Bucha A	Disparado
	Alarme Tipo 2	CTP	44	Warning	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
		CTP	45	Aviso	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase	Alarme
		PCP	46	Warning	Panel NEP1A-H1 - 1T02 - Phase B - Wind Temperature Indicator 120	Tripped
	Alarme Tipo 3	PCP	47	Warning	PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
		PCP	48	Aviso	PCP1 - 1T02 - Fase B - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	Ligar
		PCP	49	Aviso	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao M	Ligar
	Evento	PCP	50	Normal	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
1T02 - Fase C	Alarme Tipo 1	PCP	51	Emergencia	Panel NEP1A - 1T02 - 1.0 Bar Trip	Tripped
		CTP	52	Emergencia	Panel CTP1A-UPD1 - 1T02 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	Tripped
		PCP	53	Emergencia	Panel NEP1B - 1T02 - Fase C - Rele Buchholz de Bucha A	Disparado
	Alarme Tipo 2	CTP	54	Warning	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	Alarme
		CTP	55	Aviso	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretensao de Fase	Alarme
		PCP	56	Warning	Panel NEP1A-H1 - 1T02 - Phase C - Wind Temperature Indicator 120	Tripped
	Alarme Tipo 3	PCP	57	Warning	PCP1 - 1T02 - Phase C - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	On
		PCP	58	Aviso	PCP1 - 1T02 - Fase C - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	Ligar
		PCP	59	Aviso	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao M	Ligar
	Evento	PCP	60	Normal	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar

Figura A.2 – Seleção de alarmes e eventos dos Transformadores Conversores 1T02

Equipamento	Tipo	Painel	Item	Severidade	Descricao	Status
Filtro de Harmônico CA BP2F1C11	Alarme Tipo 1	AFP	61	Emergencia	DJ9552 - Breaker Failure Protection Stage 2	Tripped
	Alarme Tipo 2	AFP	62	Emergencia	DJ9552 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
	Alarme Tipo 3	AFP	63	Emergencia	DJ9552 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	Tripped
	Evento	AFC	64	Normal	RIO_9552 - Position	Close
	Alarme Tipo 1	AFP	65	Emergencia	DJ9562 - Breaker Failure Protection Stage 2	Tripped
Filtro de Harmônico CA BP2F1C12	Alarme Tipo 2	AFP	66	Emergencia	DJ9562 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
	Alarme Tipo 3	AFP	67	Emergencia	DJ9562 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	Tripped
	Evento	AFC	68	Normal	RIO_9562 - Position	Close
	Alarme Tipo 1	AFP	69	Emergencia	DJ9572 - Breaker Failure Protection Stage 2	Tripped
	Alarme Tipo 2	AFP	70	Emergencia	DJ9572 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
Filtro de Harmônico CA BP2F1C13	Alarme Tipo 3	AFP	71	Emergencia	DJ9572 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	Tripped
	Evento	AFC	72	Normal	RIO_9572 - Position	Close
	Alarme Tipo 1	AFP	73	Emergencia	DJ9582 - Breaker Failure Protection Stage 2	Tripped
	Alarme Tipo 2	AFP	74	Emergencia	DJ9582 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
	Alarme Tipo 3	AFP	75	Emergencia	DJ9582 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	Tripped
Filtro de Harmônico CA BP2F2D11	Evento	AFC	76	Normal	RIO_9582 - Position	Close
	Alarme Tipo 1	AFP	77	Emergencia	DJ9592 - Breaker Failure Protection Stage 2	Tripped
	Alarme Tipo 2	AFP	78	Emergencia	DJ9592 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
	Alarme Tipo 3	AFP	79	Emergencia	DJ9592 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	Tripped
	Evento	AFC	80	Normal	RIO_9592 - Position	Close
Filtro de Harmônico CA BP2F2D12	Alarme Tipo 1	AFP	81	Emergencia	DJ9602 - Breaker Failure Protection Stage 2	Tripped
	Alarme Tipo 2	AFP	82	Emergencia	DJ9602 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
	Alarme Tipo 3	AFP	83	Emergencia	DJ9602 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	Tripped
	Evento	AFC	84	Normal	RIO_9602 - Position	Close
	Alarme Tipo 1	AFP	85	Emergencia	DJ9612 - Breaker Failure Protection Stage 2	Tripped
Filtro de Harmônico CA BP2F2D13	Alarme Tipo 2	AFP	86	Emergencia	DJ9612 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
	Alarme Tipo 3	AFP	87	Emergencia	DJ9612 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	Tripped
	Evento	AFC	88	Normal	RIO_9622 - Position	Close
	Alarme Tipo 1	AFP	89	Emergencia	DJ9622 - Breaker Failure Protection Stage 2	Tripped
	Alarme Tipo 2	AFP	90	Emergencia	DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	Tripped
Filtro de Harmônico CA BP2F2D14	Alarme Tipo 3	AFP	91	Emergencia	DJ9622 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	Tripped
	Evento	AFC	92	Normal	RIO_9622 - Position	Close

Figura A.3 – Seleção de alarmes e eventos dos filtros de harmônicos CA

Equipamento	Tipo	Painel	Item	Severidade	Descricao	Status
Válvulas - Polo 1	Alarme Tipo 1	PCP	93	Emergencia	RIO_PCP1 - Protective Y-Block	Tripped
		PCP	94	Emergencia	RIO_PCP1 - Protective D-Block	Tripped
		PCP	95	Emergencia	Pole 1 Valve Cooling System	Tripped
	Alarme Tipo 2	PPR	96	Warning	RIO_P2F1A - Panel PPR1A-H2(P2FA) - P1 - Derivative Protection Action	On
		PPR	97	Warning	RIO_PPR1C - Panel PPR1C-H1 - P1 - Commutation Failure	On
	Alarme Tipo 3	PCP	98	Aviso	RIO_PCP1 - P1 - Experimentando Sobrecarga Mais de 20 Vezes em um Ar	Ligar
		PCP	99	Warning	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	On
Evento	PCP	100	Normal	RIO_PCP1 - Pole 1 Blocked	On	
Reator de Alisamento- L2101			101		Sem Alarmes	
Filtro de Harmônico CC	Alarme Tipo 1	PCP	102	Emergencia	Pole 1 Request to Pole Block by DC Filter Protection	On
	Alarme Tipo 2	PCP	103	Warning	Pole 1 Request to Open High Voltage Side Disconnecter by Three Sets of Unbalanced CT Fault of DC Filter	On
	Alarme Tipo 3	PCP	104	Warning	Pole 1 Request to Open High Voltage Side Switch by DC Filter Protection	On
DC Switch - 2502	Alarme Tipo 1	PCP	105	Warning	RIO_PCP1 - Pole 1 DC Filter	Disconnected
	Evento	PCP	106	Warning	RIO_ASC - Panel PSI1A - 2502 Open Coil Circuit	Alarm
DC Switch - 2503	Alarme Tipo 2	PCP	107	Warning	2502 - Low Pressure Caused by Loss of SF6/CF4	Open
	Evento	PCP	108	Normal	RIO_2502 - Position	Open
DC Switch - 2102	Alarme Tipo 1	PCP	109	Warning	RIO_ASC - Panel PSI1A - 2503 Open Coil Circuit	Alarm
	Evento	PCP	110	Warning	2503 - Low Pressure Caused by Loss of SF6/CF4	On
DC Switch - 2102	Alarme Tipo 2	PCP	111	Warning	RIO_2503 - Position	Open
	Evento	PCP	112	Normal	RIO_2102 - Position	Open
Bucha CC-X1	Alarme Tipo 1	PCP	113	Warning	RIO_ASC - Panel PSI1A - 2102 Open Coil Circuit	Alarm
	Evento	PCP	114	Warning	2102 - Low Pressure Caused by Loss of SF6/CF4	On
2505	Alarme Tipo 1	PCP	115	Warning	RIO_PCP1 - Panel NEP1A-H1 - 1T - Bushing SF6 Pressure of U-X1(1.0 Bar)	Tripped
	Evento	PCP	116	Warning	RIO_PCP1 - 2505 Power	Failure
2509	Alarme Tipo 1	PCP	117	Warning	RIO_2505 - Position	Open
	Evento	PCP	118	Warning	RIO_PCP1 - 2509 Power	Failure
2525	Alarme Tipo 1	PCP	119	Warning	RIO_2509 - Position	Open
	Evento	PCP	120	Warning	RIO_PCP1 - 2525 Power	Failure
2523	Alarme Tipo 1	PCP	121	Warning	RIO_2525 - Position	Open
	Evento	PCP	122	Warning	RIO_PCP1 - 2523 Power	Failure
2109	Alarme Tipo 1	PCP	123	Warning	RIO_2523 - Position	Open
	Evento	PCP	124	Warning	RIO_PCP1 - 2109 Power	Failure
2111	Alarme Tipo 1	PCP	125	Warning	RIO_2109 - Position	Open
	Evento	PCP	126	Warning	RIO_PCP1 - 2111 Power	Failure
2119	Alarme Tipo 1	PCP	127	Warning	RIO_2111 - Position	Open
	Evento	PCP	128	Warning	RIO_PCP1 - 2119 Power	Failure
			129	Normal	RIO_2119 - Position	Open

Figura A.4 – Seleção de alarmes e eventos das Válvulas, equipamentos do Pátio CC e filtros CC

Equipamento	Item	Palavra chave da Severidade	Palavra chave da Descrição	Palavra chave do Status
1T01 - Fase A	1	Emergencia	1T01 1.0 Bar Trip	Tripped
	2	Emergencia	1T01 Residual Overcurrent	Tripped
	3	Emergencia	1T01 Fase A Buchholz de Bucha A	Disparado
	4	Warning	1T011T02 - Overvoltage Protection	Alarme
	5	Aviso	1T011T02- 59P	Alarme
	6	Warning	1T01 Phase A Wind Temperature 120	Tripped
	7	Warning	1T01 Phase A Dissolved GAS and Moisture	On
	8	Aviso	1T01 Fase A disjuntor do OLTC Sobrecarga	Ligar
	9	Aviso	1T01 Fase A Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	Ligar
	10	Normal	1T01 Fase A Tap no Progresso	Ligar
1T01 - Fase B	11	Emergencia	1T01 1.0 Bar Trip	Tripped
	12	Emergencia	1T01 Grid Residual Overcurrent	Tripped
	13	Emergencia	1T01 Fase B Buchholz de Bucha A	Disparado
	14	Warning	1T011T02 Overvoltage Protection	Alarme
	15	Aviso	1T011T02- 59P	Alarme
	16	Warning	1T01 Phase B Wind Temperature 120	Tripped
	17	Warning	1T01 Phase B Dissolved GAS and Moisture	On
	18	Aviso	1T01 Fase B disjuntor do OLTC Sobrecarga	Ligar
	19	Aviso	1T01 Fase B Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	Ligar
	20	Normal	1T01 Fase B Tap no Progresso	Ligar
1T01 - Fase C	21	Emergencia	1T01 1.0 Bar Trip	Tripped
	22	Emergencia	1T01 Grid Residual Overcurrent	Tripped
	23	Emergencia	1T01 Fase C Buchholz de Bucha A	Disparado
	24	Warning	1T011T02 - Overvoltage Protection	Alarme
	25	Aviso	1T011T02- 59P	Alarme
	26	Warning	1T01 Phase C Wind Temperature 120	Tripped
	27	Warning	1T01 Phase C Dissolved GAS and Moisture	On
	28	Aviso	1T01 Fase C disjuntor do OLTC Sobrecarga	Ligar
	29	Aviso	1T01 Fase C Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	Ligar
	30	Normal	1T01 Fase C Tap no Progresso	Ligar

Figura A.5 – Palavras chaves para mineração de texto dos alarmes e eventos do Transformador 1T01

Equipamento	Item	Palavra chave da Severidade	Palavra chave da Descrição	Palavra chave do Status
1T02 - Fase A	31	Emergencia	1T02 1.0 Bar Trip	Tripped
	32	Emergencia	1T02 Grid Residual Overcurrent	Tripped
	33	Emergencia	1T02 Fase A Buchholz de Bucha A	Disparado
	34	Warning	1T011T02 Overvoltage Protection	Alarme
	35	Aviso	1T011T02- 59P	Alarme
	36	Warning	1T02 Phase A Wind Temperature 120	Tripped
	37	Warning	1T02 Phase A Dissolved GAS and Moisture	On
	38	Aviso	1T02 Fase A disjuntor do OLTC - Sobrecarga	Ligar
	39	Aviso	1T02 Fase A Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	Ligar
	40	Normal	1T02 Fase A Tap no Progresso	Ligar
1T02 - Fase B	41	Emergencia	1T02 1.0 Bar Trip	Tripped
	42	Emergencia	1T02 Grid Residual Overcurrent	Tripped
	43	Emergencia	1T02 Fase B Buchholz de Bucha A	Disparado
	44	Warning	1T011T02 Overvoltage Protection	Alarme
	45	Aviso	1T011T02- 59P	Alarme
	46	Warning	1T02 Phase B Wind Temperature 120	Tripped
	47	Warning	1T02 Phase B Dissolved GAS and Moisture	On
	48	Aviso	1T02 Fase B disjuntor do OLTC Sobrecarga	Ligar
	49	Aviso	1T02 Fase B Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	Ligar
	50	Normal	1T02 Fase B Tap no Progresso	Ligar
1T02 - Fase C	51	Emergencia	1T02 1.0 Bar Trip	Tripped
	52	Emergencia	1T02 Grid Residual Overcurrent	Tripped
	53	Emergencia	1T02 Fase C Buchholz de Bucha A	Disparado
	54	Warning	1T011T02 - Overvoltage Protection	Alarme
	55	Aviso	1T011T02- 59P	Alarme
	56	Warning	1T02 Phase C Wind Temperature 120	Tripped
	57	Warning	1T02 Phase C Dissolved GAS and Moisture	On
	58	Aviso	1T02 Fase C disjuntor do OLTC Sobrecarga	Ligar
	59	Aviso	1T02 Fase C Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	Ligar
	60	Normal	1T02 Fase C Tap no Progresso	Ligar

Figura A.6 – Palavras chaves para mineração de texto dos alarmes e eventos do Transformador 1T02

Filtro de Harmônico CA BP2F1C11	61	Emergencia	9552 Breaker Failure	Tripped
	62	Emergencia	9552 DPFC	Tripped
	63	Emergencia	9552 Overvoltage	Tripped
	64	Normal	9552 Position	Close
Filtro de Harmônico CA BP2F1C12	65	Emergencia	9562 Breaker Failure	Tripped
	66	Emergencia	9562 DPFC	Tripped
	67	Emergencia	9562 Overvoltage	Tripped
	68	Normal	9562 Position	Close
Filtro de Harmônico CA BP2F1C13	69	Emergencia	9572 Breaker Failure	Tripped
	70	Emergencia	9572 DPFC	Tripped
	71	Emergencia	9572 Overvoltage	Tripped
	72	Normal	9572 Position	Close
Filtro de Harmônico CA BP2F1C14	73	Emergencia	9582 Breaker Failure	Tripped
	74	Emergencia	9582 DPFC	Tripped
	75	Emergencia	9582 Overvoltage	Tripped
	76	Normal	9582 Position	Close
Filtro de Harmônico CA BP2F2D11	77	Emergencia	9592 Breaker Failure	Tripped
	78	Emergencia	9592 DPFC	Tripped
	79	Emergencia	9592 Overvoltage	Tripped
	80	Normal	9592 Position	Close
Filtro de Harmônico CA BP2F2D12	81	Emergencia	9602 Breaker Failure	Tripped
	82	Emergencia	9602 DPFC	Tripped
	83	Emergencia	9602 Overvoltage	Tripped
	84	Normal	9602 Position	Close
Filtro de Harmônico CA BP2F2D13	85	Emergencia	9612 Breaker Failure	Tripped
	86	Emergencia	9612 DPFC	Tripped
	87	Emergencia	9612 Overvoltage	Tripped
	88	Normal	9622 Position	Close
Filtro de Harmônico CA BP2F2D14	89	Emergencia	9622 Breaker Failure	Tripped
	90	Emergencia	9622 DPFC	Tripped
	91	Emergencia	9622 Overvoltage	Tripped
	92	Normal	9622 Position	Close

Figura A.7 – Palavras chaves para mineração de texto dos alarmes e eventos dos Filtros CA

Válvulas - Polo 1	93	Emergencia	Protective Y-Block	Tripped
	94	Emergencia	Protective D-Block	Tripped
	95	Emergencia	Pole 1 Valve Cooling	Tripped
	96	Warning	P1 - Derivative Protection	On
	97	Warning	P1 - Commutation Failure	On
	98	Aviso	P1 - Experimentando Sobrecarga Mais de 20 Vezes	Ligar
	99	Warning	Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress	On
	100	Normal	Pole 1 Blocked	On
Reator de Alisamento- L2101	101		Sem Alarmes	
Filtro de Harmônico CC	102	Emergencia	Pole 1 Request to Pole Block by DC Filter	On
	103	Warning	Pole 1 Request to Open High Voltage Side Disconnecter by Three	On
	104	Warning	Pole 1 Request to Open High Voltage Side Switch by DC Filter	On
DC Switch - 2502	105	Warning	Pole 1 DC Filter	Disconnected
	106	Warning	2502 Open Coil	Alarm
	107	Warning	2502 Low Pressure Loss CF4	On
DC Switch - 2503	108	Normal	2502 Position	Open
	109	Warning	2503 Open Coil	Alarm
	110	Warning	2503 Low Pressure Loss CF4	On
DC Switch - 2102	111	Normal	2503 Position	Open
	112	Warning	2102 Open Coil	Alarm
	113	Warning	2102 -ow Pressure Caused Loss CF4	On
Bucha CC-X1	114	Normal	2102 Position	Open
	115	Warning	Bushing Pressure U-X1	Tripped
2505	116	Warning	2505 Power	Failure
	117	Normal	2505 Position	Open
2509	118	Warning	2509 Power	Failure
	119	Normal	2509 Position	Open
2525	120	Warning	2525 Power	Failure
	121	Normal	2525 Position	Open
2523	122	Warning	2523 Power	Failure
	123	Normal	2523 Position	Open
2109	124	Warning	2109 Power	Failure
	125	Normal	2109 Position	Open
2111	126	Warning	2111 Power	Failure
	127	Normal	2111 Position	Open
2119	128	Warning	2119 Power	Failure
	129	Normal	2119 Position	Open

Figura A.8 – Palavras chaves para mineração de texto dos alarmes e eventos das Válvulas, equipamentos do Pátio CC e Filtros CC

APÊNDICE B – DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA NO SUPER DECISION

Na seção 4.4.1 foi apresentado a etapa da metodologia para realizar a estrutura em níveis hierárquicos onde cada nó do "cluster": critério deve ser conectado com todos os nós do "cluster": alternativas. Conforme exemplo da conexão do nó "Confiabilidade" com todos os nós das alternativas demonstrado na Figura B.1.

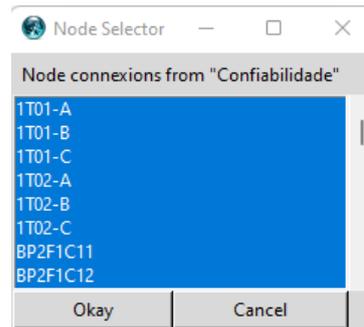


Figura B.1 – Conexão do nó "Confiabilidade" do "cluster"critérios com todos os nós do "cluster"alternativas

Na sequência os demais nós: "Custo", "Parcela Variável", "T.de subs. equip.", "Q. Alar T1", "Q. AlarT2", "Q. Alar T3", "Q. Eventos"do "cluster": critério com todos os nós do "cluster": "Alternatives", são apresentados respectivamente nas figuras B.2, B.3, B.4, B.5, B.6, B.7, B.8.

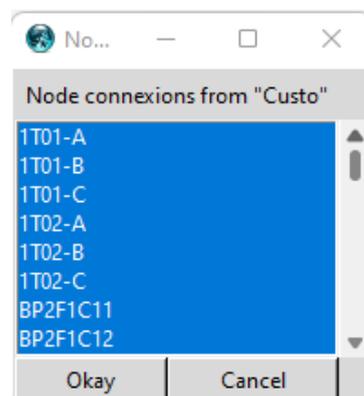


Figura B.2 – Conexão do nó "Custo"do "cluster"critérios com todos os nós do "cluster"alternativas

Na seção 4.4.3 foi apresentado a metodologia referente a Matriz de julgamento dos equipamentos, será apresentado em seguida o preenchimento no Super Decision da "Aba Direta"para: "Confiabilidade", "Custo", "Parcela Variável", "T.de subs. equip.", "Q. Alar T1", "Q. AlarT2", "Q. Alar T3", "Q. Eventos"do "cluster": critério para cada alternativa de acordo com os valores normalizados demonstrados na figura 4.25. Além disso, os valores preenchidos automaticamente pelo Super Decision da "Aba Questionário"e a razão de consistência.

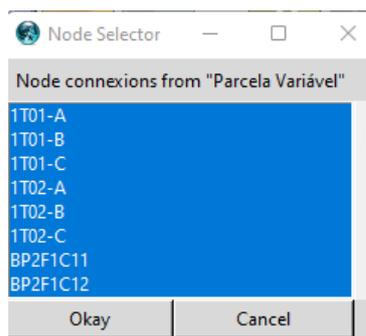


Figura B.3 – Conexão do "Parcela Variável" do "cluster" critérios com todos os nós do "cluster" alternativas

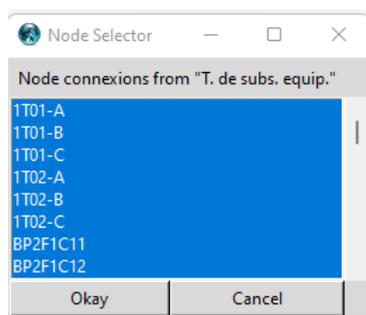


Figura B.4 – Conexão do nó "T. de subs. equip." do "cluster" critérios com todos os nós do "cluster" alternativas

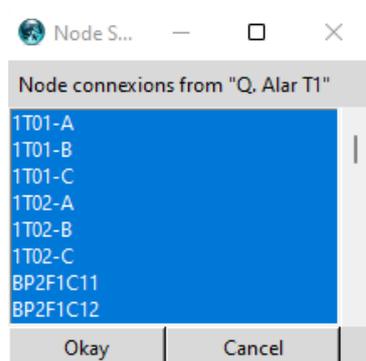


Figura B.5 – Conexão do nó "Q. Alar T1" do "cluster" critérios com todos os nós do "cluster" alternativas

Para o nó "Confiabilidade" do "cluster" critério, na figura B.9 são apresentados os valores de cada nó do "cluster" Alternativa, ou seja, a distribuição dos pesos para cada equipamento preenchidos na "Aba Direta" com os valores do critério Confiabilidade normalizados apresentados em destaque anteriormente na figura 4.25.

Automaticamente o Super Decision calcula os pesos e preenche as 378 comparações par a par das Alternativas na "Aba Questionário", parte desses valores estão demonstrados na Figura B.10.

Também de forma automática o Super Decision calcula a razão de consistência da matriz de julgamento, cujos valores escolhidos estão demonstrados na Figura B.11 com o

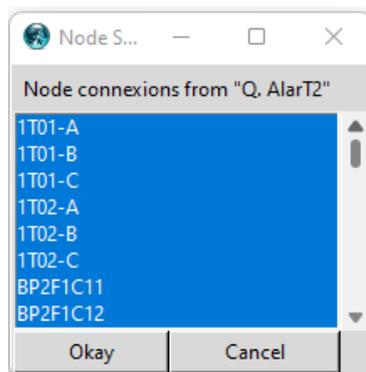


Figura B.6 – Conexão do nó "Q. AlarT2" do "cluster" critérios com todos os nós do "cluster" alternativas

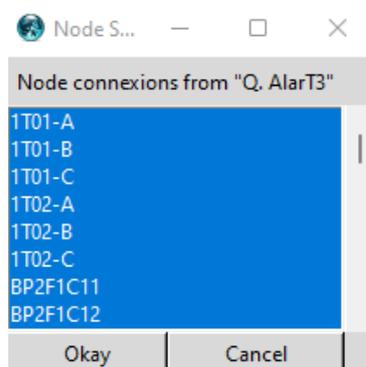


Figura B.7 – Conexão do nó "Q. AlarT3" do "cluster" critérios com todos os nós do "cluster" alternativas

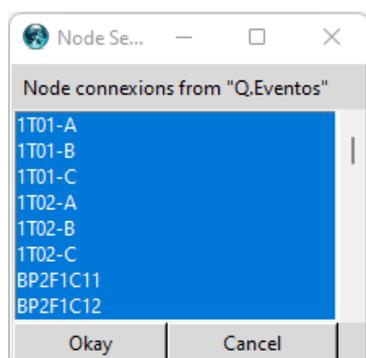


Figura B.8 – Conexão do nó "Q.Eventos" do "cluster" critérios com todos os nós do "cluster" alternativas

gráfico de distribuição do vetor prioridades. Como os valores da distribuição dos pesos do vetor prioridade foram normalizados, já era esperado que o valor encontrado da razão de consistência em destaque fosse 0 ou valores próximos. Portanto, a matriz é consistente.

Para o critério "Custo", na figura B.12 são apresentados os valores da distribuição dos pesos inseridos na "Aba Direta".

Automaticamente o Super Decision preenche os pesos da "Aba Questionário", cujos valores estão demonstrados na Figura B.13.

Choose Node	
Confiabilidade	
Cluster: Critérios	
Choose Cluster	
Alternatives	
1T01-A	0.03623
1T01-B	0.03623
1T01-C	0.03623
1T02-A	0.03623
1T02-B	0.03623
1T02-C	0.03623
BP2F1C11	0.01449
BP2F1C12	0.01449
BP2F1C13	0.01449
BP2F1C14	0.01449
BP2F2D11	0.01449
BP2F2D12	0.01449
BP2F2D13	0.01449
BP2F2D14	0.01449
CC-2102	0.0507
CC-2109	0.0507
CC-2111	0.0507
CC-2119	0.0507
CC-2502	0.0507
CC-2503	0.0507
CC-2505	0.0507
CC-2509	0.0507
CC-2523	0.0507
CC-2525	0.0507
CC-Bucha	0.0507
CC-L2101	0.0173
Filtro CC	0.0507
Valve-P1	0.04057

Figura B.9 – Preenchimento da "Aba direta" do critério confiabilidade com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

Da mesma maneira automaticamente o Super Decision calcula a razão de consistência da matriz de julgamento, cujos valores escolhidos estão demonstrados na Figura B.14 com o gráfico de distribuição do vetor prioridades. Como os valores da distribuição dos pesos do vetor prioridade foram normalizados, já era esperado que o valor encontrado da razão fosse 0 ou valores próximos. Portanto, a matriz é consistente.

Para o critério PV, na figura B.15 são apresentados os valores da distribuição dos pesos da prioridade na "Aba Direta".

Automaticamente o Super Decision preenche os pesos da "Aba Questionário", cujos valores estão demonstrados na Figura B.16.

Também de forma automática o Super Decision calcula a razão de consistência da matriz de julgamento, cujos valores escolhidos estão demonstrados na Figura B.17 com o gráfico de distribuição do vetor prioridades. Como os valores da distribuição dos pesos

BP2F1C11	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Filtro CC	
BP2F1C11	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Valve-P1	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C13
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C14
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D11
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D12
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D13
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D14
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2102	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2109	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2111	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2119	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2502	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2503	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2505	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2509	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2523	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2525	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-Bucha	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-L2101
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Filtro CC	
BP2F1C12	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Valve-P1	
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C14
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D11
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D12
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D13
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D14
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2102	
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2109	
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2111	
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2119	
BP2F1C13	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2502	

Figura B.10 – Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário" do critério confiabilidade com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

do vetor prioridade foram normalizados, já era esperado que o valor encontrado da razão fosse 0 ou valores próximos. Portanto, a matriz é consistente.

Para o critério Tempo de substituição do equipamento, na figura B.18 é apresentado os valores da distribuição dos pesos da prioridade na "Aba Direta".

Automaticamente o Super Decision preenche os pesos da "Aba Questionário", cujos valores estão demonstrados na Figura B.19.

Da mesma forma automática o Super Decision calcula a razão de consistência da matriz de julgamento, cujos valores escolhidos estão demonstrados na Figura B.20 com o gráfico de distribuição do vetor prioridades. Como os valores da distribuição dos pesos do vetor prioridade foram normalizados, já era esperado que o valor encontrado da razão

Inconsistency: 0.00000	
1T01-A	0.03625
1T01-B	0.03625
1T01-C	0.03625
1T02-A	0.03625
1T02-B	0.03625
1T02-C	0.03625
BP2F1C11	0.01450
BP2F1C12	0.01450
BP2F1C13	0.01450
BP2F1C14	0.01450
BP2F2D11	0.01450
BP2F2D12	0.01450
BP2F2D13	0.01450
BP2F2D14	0.01450
CC-2102	0.05072
CC-2109	0.05072
CC-2111	0.05072
CC-2119	0.05072
CC-2502	0.05072
CC-2503	0.05072
CC-2505	0.05072
CC-2509	0.05072
CC-2523	0.05072
CC-2525	0.05072
CC-Bucha	0.05072
CC-L2101	0.01731
Filtro CC	0.05072
Valve-P1	0.04059

Figura B.11 – Gráfico de distribuição dos pesos do critério confiabilidade com destaque da razão de consistência

Choose Node	
Custo	
Cluster: Critérios	
Choose Cluster	
Alternatives	

1T01-A	0.0475
1T01-B	0.0475
1T01-C	0.0475
1T02-A	0.0475
1T02-B	0.0475
1T02-C	0.0475
BP2F1C11	0.0228
BP2F1C12	0.0228
BP2F1C13	0.0228
BP2F1C14	0.0228
BP2F2D11	0.0228
BP2F2D12	0.0228
BP2F2D13	0.0228
BP2F2D14	0.0228
CC-2102	0.0127
CC-2109	0.0127
CC-2111	0.0127
CC-2119	0.0127
CC-2502	0.0127
CC-2503	0.0127
CC-2505	0.0127
CC-2509	0.0127
CC-2523	0.0127
CC-2525	0.0127
CC-Bucha	0.0127
CC-L2101	0.0127
Filtro CC	0.0127
Valve-P1	0.2

Figura B.12 – Preenchimento da "Aba direta" do critério Custo com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-B
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-C
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-A
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-B
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-C
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C11
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C12
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C13
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C14
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D11
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D12
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D13
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D14
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2102
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2109
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2111
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2119
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2502
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2503
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2505
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2509
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2523
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2525
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-Bucha
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-L2101
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Filtro CC
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Valve-P1
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-C
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-A
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-B
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-C
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C11

Figura B.13 – Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário" do critério Custo com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

fosse 0 ou valores próximos. Portanto, a matriz é consistente.

Para o critério quantidade de Alarmes Tipo 1, na figura B.21 é apresentado os valores da distribuição dos pesos da prioridade na "Aba Direta". O Super Decision não permite o preenchimento com valor zero, por isso nos itens que estavam com os quantitativos do critério zerados foi considerado 0,00001.

Automaticamente o Super Decision preenche os pesos da "Aba Questionário", cujos valores estão demonstrados na Figura B.22.

Também de forma automática o Super Decision calcula a razão de consistência da matriz de julgamento, cujos valores escolhidos estão demonstrados na Figura B.23 com o

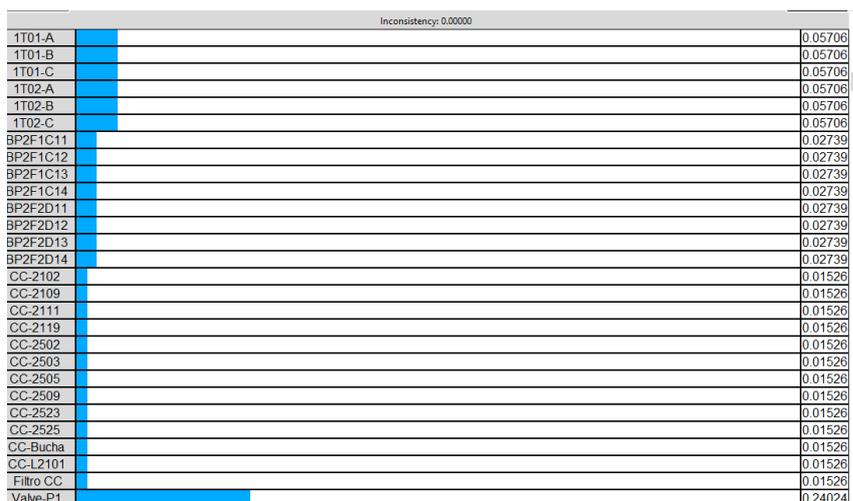


Figura B.14 – Gráfico de distribuição dos pesos do critério Custo e com o valor da razão de consistência

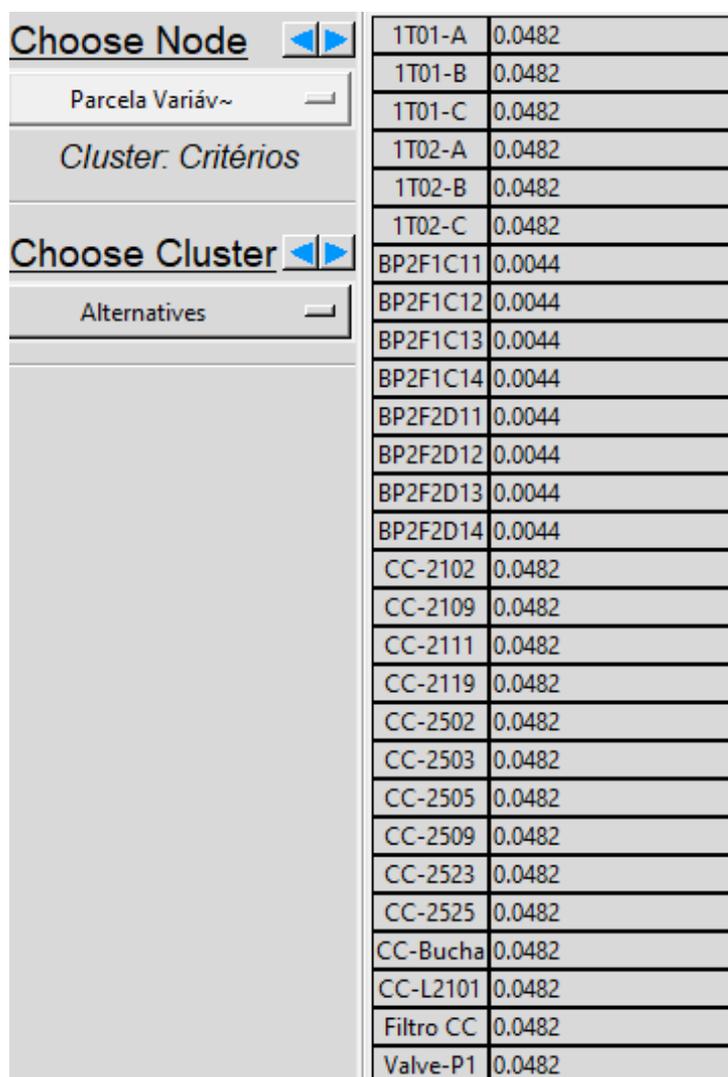


Figura B.15 – Preenchimento da "Aba direta" do critério PV com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-B
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-C
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-A
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-B
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-C
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C11
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C12
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C13
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C14
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D11
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D12
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D13
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D14
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2102
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2109
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2111
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2119
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2502
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2503
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2505
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2509
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2523
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2525
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-Bucha
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-L2101
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Filtro CC
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Valve-P1
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-C
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-A
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-B
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-C
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C11

Figura B.16 – Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário" do critério PV com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

gráfico de distribuição do vetor prioridades. Como os valores da distribuição dos pesos do vetor prioridade foram normalizados, já era esperado, mesmo considerando 0,00001 onde foi encontrado 0, que o valor da razão fosse 0 ou valores próximos. Portanto, a matriz é consistente.

Para o critério quantidade de Alarmes Tipo 2, na figura B.24 é apresentado os valores da distribuição dos pesos da prioridade na "Aba Direta". O Super Decision não permite o preenchimento com valor 0, por isso nos itens que estavam com os quantitativos do critério zerados foram considerados 0,00001.

Automaticamente o Super Decision preenche os pesos da "Aba Questionário", cujos

Inconsistency: 0.00000

1T01-A	0.04824
1T01-B	0.04824
1T01-C	0.04824
1T02-A	0.04824
1T02-B	0.04824
1T02-C	0.04824
BP2F1C11	0.00440
BP2F1C12	0.00440
BP2F1C13	0.00440
BP2F1C14	0.00440
BP2F2D11	0.00440
BP2F2D12	0.00440
BP2F2D13	0.00440
BP2F2D14	0.00440
CC-2102	0.04824
CC-2109	0.04824
CC-2111	0.04824
CC-2119	0.04824
CC-2502	0.04824
CC-2503	0.04824
CC-2505	0.04824
CC-2509	0.04824
CC-2523	0.04824
CC-2525	0.04824
CC-Bucha	0.04824
CC-L2101	0.04824
Filtro CC	0.04824
Valve-P1	0.04824

Figura B.17 – Gráfico de distribuição dos pesos do critério PV e com o valor da razão de consistência

Choose Node	
T. de subs. eq~	
Cluster: Critérios	
Choose Cluster	
Alternatives	
1T01-A	0.118
1T01-B	0.118
1T01-C	0.118
1T02-A	0.118
1T02-B	0.118
1T02-C	0.118
BP2F1C11	0.0115
BP2F1C12	0.0115
BP2F1C13	0.0115
BP2F1C14	0.0115
BP2F2D11	0.0115
BP2F2D12	0.0115
BP2F2D13	0.0115
BP2F2D14	0.0115
CC-2102	0.0115
CC-2109	0.0115
CC-2111	0.0115
CC-2119	0.0115
CC-2502	0.0115
CC-2503	0.0115
CC-2505	0.0115
CC-2509	0.0115
CC-2523	0.0115
CC-2525	0.0115
CC-Bucha	0.0197
CC-L2101	0.0393
Filtro CC	0.0115
Valve-P1	0.0148

Figura B.18 – Preenchimento da "Aba direta" do critério T. de subs. eq. com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-B
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-C
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-A
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-B
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-C
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C11
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C12
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C13
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C14
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D11
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D12
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D13
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D14
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2102
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2109
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2111
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2119
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2502
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2503
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2505
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2509
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2523
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2525
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-Bucha
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-L2101
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Filtro CC
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Valve-P1
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-C
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-A
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-B
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-C
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C11

Figura B.19 – Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário" do critério T. de subs. eq. com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

valores estão demonstrados na Figura B.25.

Da mesma maneira automática o Super Decision calcula a razão de consistência da matriz de julgamento, cujos valores escolhidos estão demonstrados na Figura B.26 com o gráfico de distribuição do vetor prioridades. Como os valores da distribuição dos pesos do vetor prioridade foram normalizados, já era esperado, mesmo considerando 0,00001 onde foi encontrado 0, que o valor da razão fosse 0 ou valores próximos. Portanto, a matriz é consistente.

Para o critério da quantidade de Alarmes Tipo 3, na figura B.27 é apresentado os valores da distribuição dos pesos da prioridade na "Aba Direta". O Super Decision não permite o preenchimento com valor 0, por isso nos itens que estavam com os quantitativos

Inconsistency: 0.00000	
1T01-A	0.11796
1T01-B	0.11796
1T01-C	0.11796
1T02-A	0.11796
1T02-B	0.11796
1T02-C	0.11796
BP2F1C11	0.01150
BP2F1C12	0.01150
BP2F1C13	0.01150
BP2F1C14	0.01150
BP2F2D11	0.01150
BP2F2D12	0.01150
BP2F2D13	0.01150
BP2F2D14	0.01150
CC-2102	0.01150
CC-2109	0.01150
CC-2111	0.01150
CC-2119	0.01150
CC-2502	0.01150
CC-2503	0.01150
CC-2505	0.01150
CC-2509	0.01150
CC-2523	0.01150
CC-2525	0.01150
CC-Bucha	0.01969
CC-L2101	0.03929
Filtro CC	0.01150
Valve-P1	0.01480

Figura B.20 – Gráfico de distribuição dos pesos do critério T. de subs. eq. e com o valor da razão de consistência

Choose Node	
Q. Alar T1	
Cluster: Critérios	
Choose Cluster	
Alternatives	
1T01-A	0.0476
1T01-B	0.0476
1T01-C	0.0476
1T02-A	0.0357
1T02-B	0.00001
1T02-C	0.00001
BP2F1C11	0.00001
BP2F1C12	0.00001
BP2F1C13	0.00001
BP2F1C14	0.00001
BP2F2D11	0.00001
BP2F2D12	0.0119
BP2F2D13	0.00001
BP2F2D14	0.00001
CC-2102	0.1905
CC-2109	0.0476
CC-2111	0.0357
CC-2119	0.1429
CC-2502	0.00001
CC-2503	0.00001
CC-2505	0.00001
CC-2509	0.00001
CC-2523	0.3095
CC-2525	0.00001
CC-Bucha	0.0357
CC-L2101	0.00001
Filtro CC	0.00001
Valve-P1	0.0476

Figura B.21 – Preenchimento da "Aba direta" do critério Q. Alar T1 com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2523	
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2525	
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-Bucha
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-L2101
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Filtro CC
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Valve-P1
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-A
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-B
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-C
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C11
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C12
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C13
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C14
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D11
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D12
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D13
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D14
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2102
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2109
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2111
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2119
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2502
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2503
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2505
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2509
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2523
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2525
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-Bucha
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-L2101
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Filtro CC
1T01-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Valve-P1

Figura B.22 – Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário" do critério Q.Alar T1 com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

do critério zerados foi considerado 0,00001.

Automaticamente o Super Decision preenche os pesos da "Aba Questionário", cujos valores estão demonstrados na Figura B.28.

Também de forma automática o Super Decision calcula a razão de consistência da matriz de julgamento, cujos valores escolhidos estão demonstrados na Figura B.29 com o gráfico de distribuição do vetor prioridades. Como os valores da distribuição dos pesos do vetor prioridade foram normalizados, já era esperado, mesmo considerando 0,00001 onde foi encontrado 0, que o valor da razão de consistência fosse 0 ou valores próximos. Portanto, a matriz é consistente.

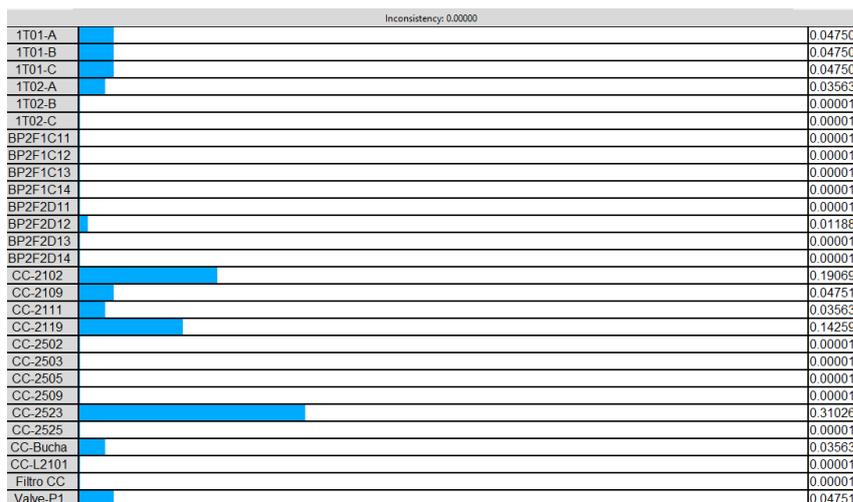


Figura B.23 – Gráfico de distribuição dos pesos do critério Q. Alar T1 e com o valor da razão de consistência

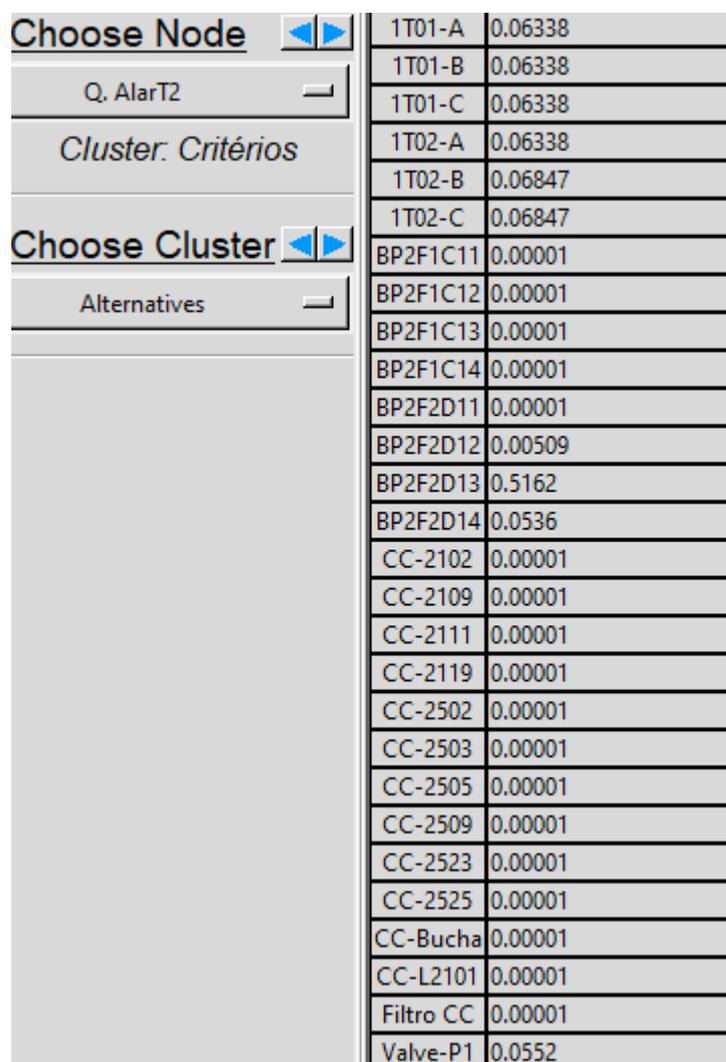


Figura B.24 – Preenchimento da "Aba direita" do critério Q. Alar T2 com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

1T02-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-Bucha	
1T02-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-L2101	
1T02-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Filtro CC	
1T02-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Valve-P1
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C11	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C12	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C13	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C14	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D11	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D12	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D13	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D14
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2102	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2109	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2111	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2119	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2502	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2503	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2505	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2509	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2523	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2525	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-Bucha	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-L2101	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Filtro CC	
1T02-C	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Valve-P1
BP2F1C11	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C12
BP2F1C11	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C13
BP2F1C11	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C14
BP2F1C11	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D11
BP2F1C11	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D12	
BP2F1C11	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D13	

Figura B.25 – Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário" do critério Q.Alar T2 com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

Para o critério quantidade de Eventos, na figura B.30 é apresentado os valores da distribuição dos pesos da prioridade na "Aba Direta". O Super Decision não permite o preenchimento com valor 0, por isso nos itens que estavam com os quantitativos do critério zerados foi considerado 0,00001.

Automaticamente o Super Decision preenche os pesos da "Aba Questionário", cujos valores estão demonstrados na Figura B.31.

Da mesma forma automática o Super Decision calcula a razão de consistência da matriz de julgamento, cujos valores escolhidos estão demonstrados na Figura B.32 com o gráfico de distribuição do vetor prioridades. Como os valores da distribuição dos pesos do vetor prioridade foram normalizados, já era esperado, mesmo considerando 0,00001 onde

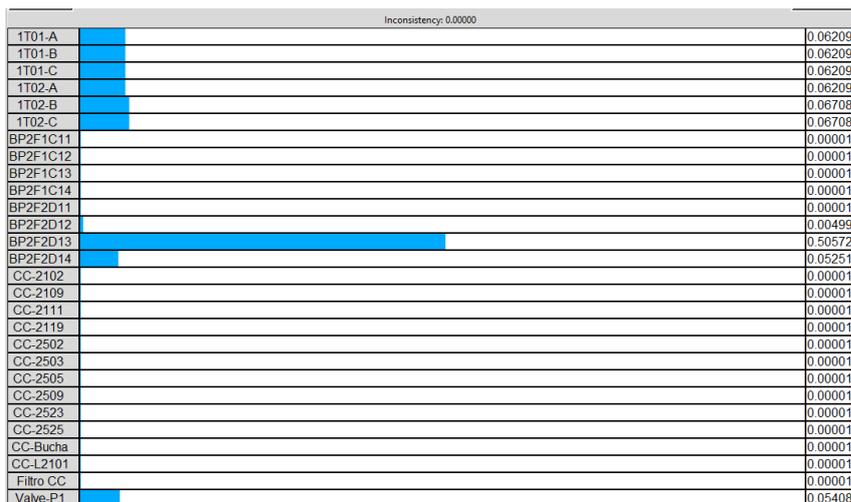


Figura B.26 – Gráfico de distribuição dos pesos do critério Q. Alar T2 e com o valor da razão de consistência

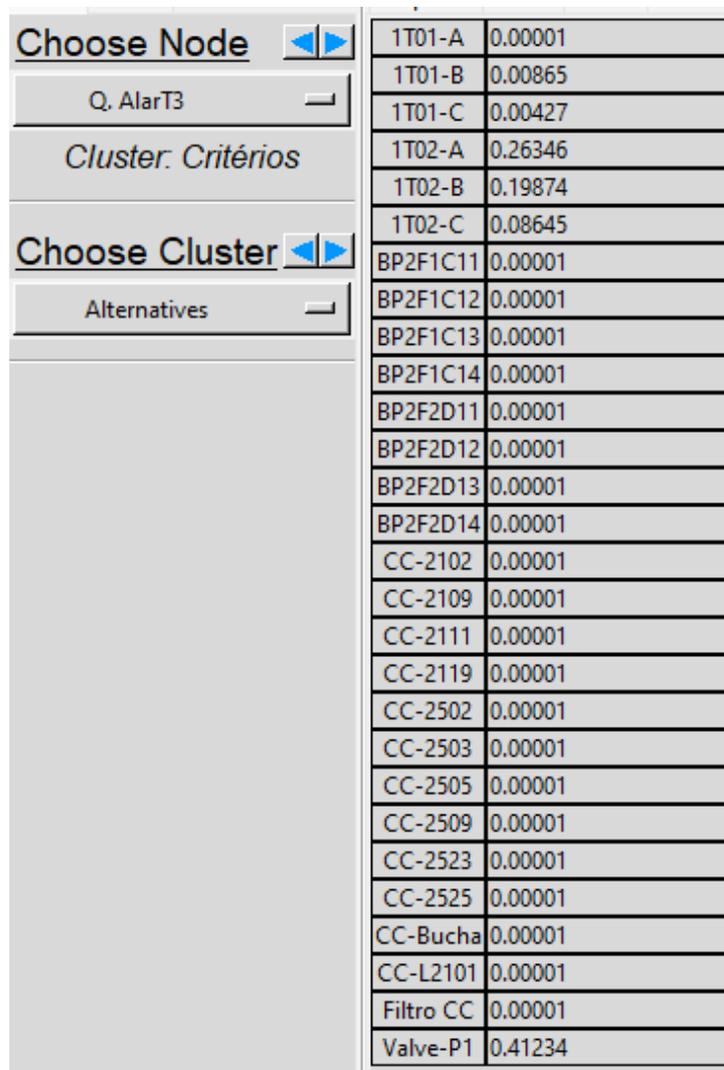


Figura B.27 – Preenchimento da "Aba direta" do critério Q. Alar T3 com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-B
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-C
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-A
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-B
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-C
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C11
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C12
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C13
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C14
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D11
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D12
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D13
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D14
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2102
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2109
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2111
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2119
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2502
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2503
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2505
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2509
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2523
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2525
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-Bucha
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-L2101
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Filtro CC
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Valve-P1
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-C
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-A
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-B
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-C
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C11

Figura B.28 – Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário" do critério Q. Alar T3 com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

foi encontrado 0, que o valor da razão fosse 0 ou valores próximos. Portanto, a matriz é consistente.

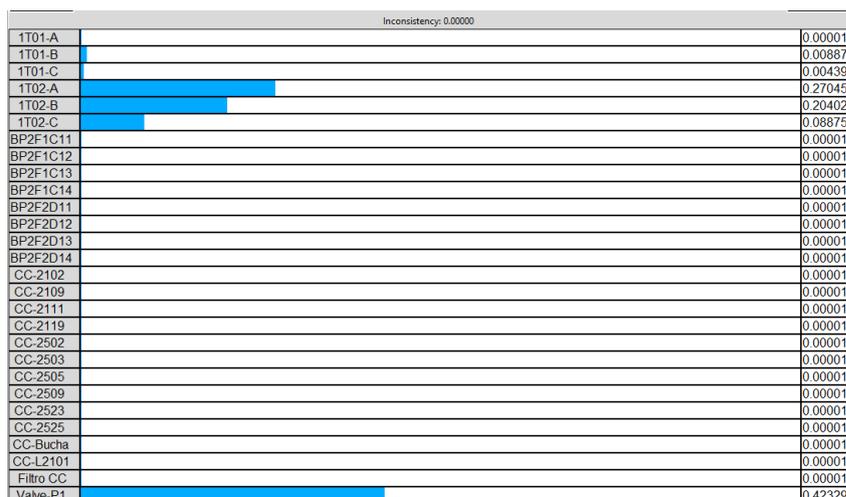


Figura B.29 – Gráfico de distribuição dos pesos do critério Q. Alar T3 e com o valor da razão de consistência

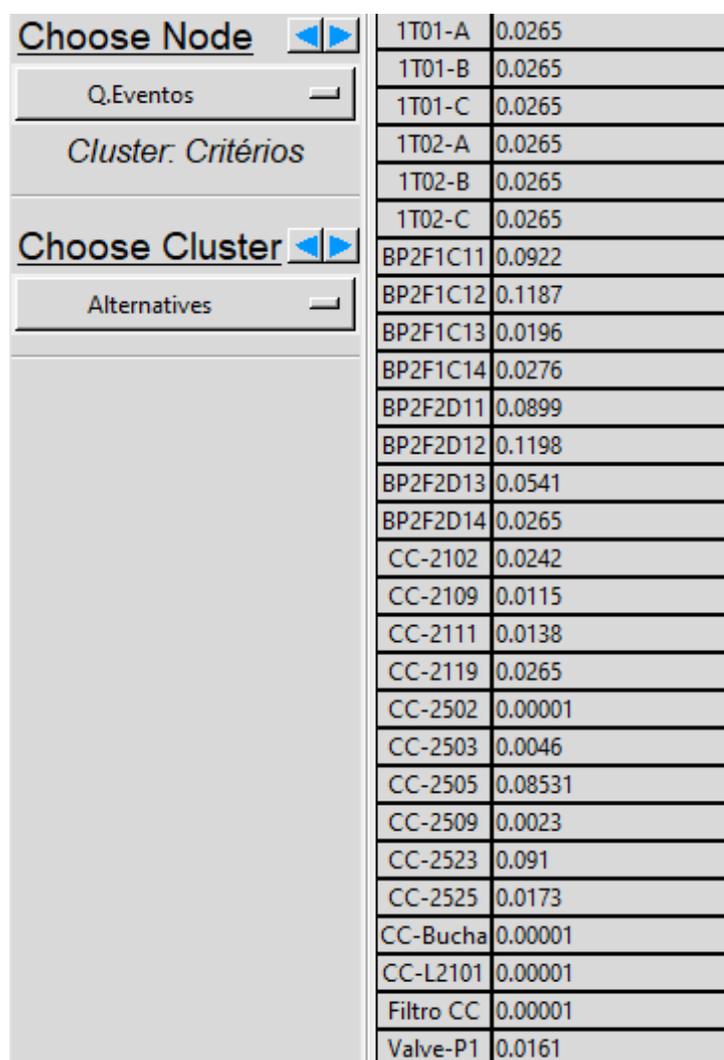


Figura B.30 – Preenchimento da "Aba direta" do critério Q. Alar T3 com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-B
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-C
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-A
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-B
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-C
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C11
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C12
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C13
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C14
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D11
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D12
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D13
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F2D14
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2102
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2109
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2111
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2119
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2502
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2503
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2505
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2509
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2523
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-2525
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-Buoha
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	CC-L2101
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Filtro CC
1T01-A	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Valve-P1
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T01-C
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-A
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-B
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	1T02-C
1T01-B	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	BP2F1C11

Figura B.31 – Preenchimento automático do Super Decision da "Aba Questionário" do critério Q.Eventos com os valores de distribuição de pesos de cada equipamento

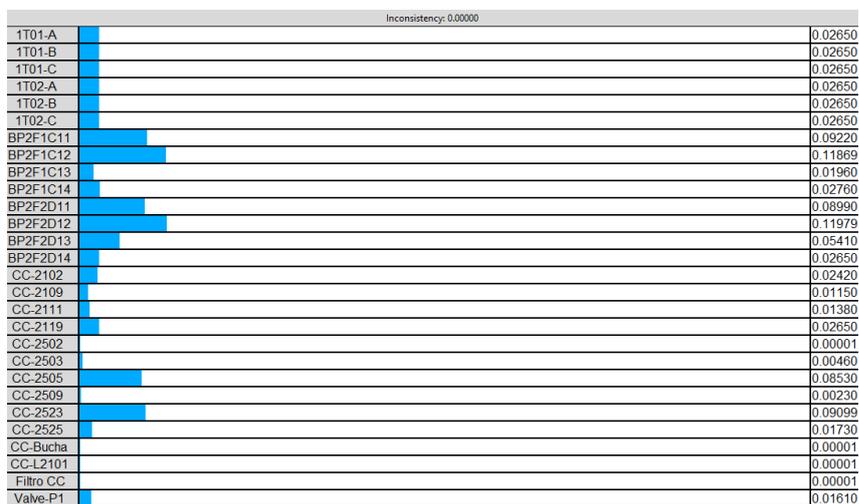


Figura B.32 – Gráfico de distribuição dos pesos do critério Q.Events e com o valor da razão de consistência

APÊNDICE C – RESULTADOS DOS ALARMES E EVENTOS

Na seção 5.1 foi apresentado a explicação referente a obtenção dos resultados dos alarmes e eventos. Na Figura C.1 são apresentados os resultados com as quantidades encontradas pelo sistema especialista dos Alarmes e Eventos selecionados do Transformador Conversor 1T01, na C.2 para o 1T02, na C.3 para os filtros CA e na C.4 para as Válvulas, equipamentos do Pátio CC e Filtros CC.

Equipamento	Item	Descricao	Resultados	Tipo	Total por tipo
1T01 - Fase A	1	Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	4		
	2	Panel CTP1A-UPD1 - 1T01 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	0	Alarme Tipo 1	4
	3	Panel NEP1B - 1T01 - Fase A - Rele Buchholz de Bucha A	0		
	4	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	12		
	5	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretenso de Fase(59P	25	Alarme Tipo 2	37
	6	Panel NEP1A-H1 - 1T01 - Phase A - Wind Temperature Indicator 120	0		
	7	PCP1 - 1T01 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	0		
	8	PCP1 - 1T01 - Fase A - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	0	Alarme Tipo 3	0
	9	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	0		
	10	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	8379	Evento	8379
1T01 - Fase B	11	Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	4		
	12	Panel CTP1A-UPD1 - 1T01 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	0	Alarme Tipo 1	4
	13	Panel NEP1B - 1T01 - Fase B - Rele Buchholz de Bucha A	0		
	14	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	12		
	15	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretenso de Fase(59P	25	Alarme Tipo 2	37
	16	Panel NEP1A-H1 - 1T01 - Phase B - Wind Temperature Indicator 120	0		
	17	PCP1 - 1T01 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	0		
	18	PCP1 - 1T01 - Fase B - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	0	Alarme Tipo 3	2
	19	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	2		
	20	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	8379	Evento	8379
1T01 - Fase C	21	Panel NEP1A - 1T01 - 1.0 Bar Trip	4		
	22	Panel CTP1A-UPD1 - 1T01 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	0	Alarme Tipo 1	4
	23	Panel NEP1B - 1T01 - Fase C - Rele Buchholz de Bucha A	0		
	24	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	12		
	25	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretenso de Fase(59P	25	Alarme Tipo 2	37
	26	Panel NEP1A-H1 - 1T01 - Phase C - Wind Temperature Indicator 120	0		
	27	PCP1 - 1T01 - Phase C - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	0		
	28	PCP1 - 1T01 - Fase C - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	0	Alarme Tipo 3	1
	29	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	1		

Figura C.1 – Resultados das quantidades de Alarmes e Eventos selecionados para os Transformadores 1T01

1T02 - Fase A	31	Panel NEP1A - 1T02 - 1.0 Bar Trip	0		
	32	Panel CTP1A-UPD1 - 1T02 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	0	Alarme Tipo 1	3
	33	Panel NEP1B - 1T02 - Fase A - Rele Buchholz de Bucha A	3		
	34	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	12		
	35	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretenso de Fase(59P	25	Alarme Tipo 2	37
	36	Panel NEP1A-H1 - 1T02 - Phase A - Wind Temperature Indicator 120	0		
	37	PCP1 - 1T02 - Phase A - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	56		
	38	PCP1 - 1T02 - Fase A - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	5	Alarme Tipo 3	61
	39	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	0		
	40	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	8376	Evento	8376
1T02 - Fase B	41	Panel NEP1A - 1T02 - 1.0 Bar Trip	0		
	42	Panel CTP1A-UPD1 - 1T02 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	0	Alarme Tipo 1	0
	43	Panel NEP1B - 1T02 - Fase B - Rele Buchholz de Bucha A	0		
	44	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	12		
	45	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretenso de Fase(59P	25	Alarme Tipo 2	40
	46	Panel NEP1A-H1 - 1T02 - Phase B - Wind Temperature Indicator 120	3		
	47	PCP1 - 1T02 - Phase B - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	46		
	48	PCP1 - 1T02 - Fase B - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	0	Alarme Tipo 3	46
	49	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	0		
	50	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	8376	Evento	8376
1T02 - Fase C	51	Panel NEP1A - 1T02 - 1.0 Bar Trip	0		
	52	Panel CTP1A-UPD1 - 1T02 - Grid - Residual Overcurrent Protection Stage 1	0	Alarme Tipo 1	0
	53	Panel NEP1B - 1T02 - Fase C - Rele Buchholz de Bucha A	0		
	54	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Phase Overvoltage Protection	12		
	55	Panel CTP1A-UPD1 - 1T011T02 - Grid - Protecao Contra Sobretenso de Fase(59P	25	Alarme Tipo 2	40
	56	Panel NEP1A-H1 - 1T02 - Phase C - Wind Temperature Indicator 120	3		
	57	PCP1 - 1T02 - Phase C - Dissolved GAS and Moisture Monitor Service Alarm	20		
	58	PCP1 - 1T02 - Fase C - Motor do disjuntor do OLTC - Sobrecarga - Alarme	0	Alarme Tipo 3	20
	59	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Nivel de Oleo do OLTC Indicando a Posicao Minima	0		
	60	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	8376	Evento	8376

Figura C.2 – Resultados das quantidades de Alarmes e Eventos selecionados do Transformador Conversor 1T02

Em continuação a seção 5.1, nas Figuras C.5, C.6 e C.7 são demonstradas as saídas do sistema para a ocorrência dos eventos de números: 10, 20 e 30 dos Transformadores 1T01 fase A, fase B e fase C, respectivamente. A grande quantidade de mudança de Tap

Filtro de Harmônico CA - BP2F1C11	61	DJ9552 - Breaker Failure Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 1	0
	62	DJ9552 - DPFC Biased Differential Protection	0	Alarme Tipo 2	0
	63	DJ9552 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 3	0
	64	RIO_9552 - Position	80	Evento	80
Filtro de Harmônico CA - BP2F1C12	65	DJ9562 - Breaker Failure Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 1	0
	66	DJ9562 - DPFC Biased Differential Protection	0	Alarme Tipo 2	0
	67	DJ9562 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 3	0
	68	RIO_9562 - Position	103	Evento	103
Filtro de Harmônico CA - BP2F1C13	69	DJ9572 - Breaker Failure Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 1	0
	70	DJ9572 - DPFC Biased Differential Protection	0	Alarme Tipo 2	0
	71	DJ9572 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 3	0
	72	RIO_9572 - Position	17	Evento	17
Filtro de Harmônico CA - BP2F1C14	73	DJ9582 - Breaker Failure Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 1	0
	74	DJ9582 - DPFC Biased Differential Protection	0	Alarme Tipo 2	0
	75	DJ9582 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 3	0
	76	RIO_9582 - Position	24	Evento	24
Filtro de Harmônico CA - BP2F2D11	77	DJ9592 - Breaker Failure Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 1	0
	78	DJ9592 - DPFC Biased Differential Protection	0	Alarme Tipo 2	0
	79	DJ9592 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 3	0
	80	RIO_9592 - Position	78	Evento	78
Filtro de Harmônico CA - BP2F2D12	81	DJ9602 - Breaker Failure Protection Stage 2	1	Alarme Tipo 1	1
	82	DJ9602 - DPFC Biased Differential Protection	3	Alarme Tipo 2	3
	83	DJ9602 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 3	0
	84	RIO_9602 - Position	104	Evento	104
Filtro de Harmônico CA - BP2F2D13	85	DJ9612 - Breaker Failure Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 1	0
	86	DJ9612 - DPFC Biased Differential Protection	318	Alarme Tipo 2	318
	87	DJ9612 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 3	0
	88	RIO_9622 - Position	47	Evento	47
Filtro de Harmônico CA - BP2F2D14	89	DJ9622 - Breaker Failure Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 1	0
	90	DJ9622 - DPFC Biased Differential Protection	33	Alarme Tipo 2	33
	91	DJ9622 - Phase Overvoltage Protection Stage 2	0	Alarme Tipo 3	0
	92	RIO_9622 - Position	23	Evento	23

Figura C.3 – Resultados das quantidades de Alarmes e Eventos selecionados dos Filtros CA

Válvulas - Polo 1	93	RIO_PCP1 - Protective Y-Block	4	Alarme Tipo 1	4
	94	RIO_PCP1 - Protective D-Block	0		
	95	Pole 1 Valve Cooling System	0		
	96	RIO_P2F1A - Panel PPR1A-H2(P2FA) - P1 - Derivative Protection Action	4	Alarme Tipo 2	34
	97	RIO_PPR1C - Panel PPR1C-H1 - P1 - Commutation Failure	30		
	98	RIO_PCP1 - P1 - Experimentando Sobrecarga Mais de 20 Vezes em um Ano	1		
	99	RIO_PCP1 - Pole 1 Inhibit to Increase Tap by Voltage Stress Protection	93	Alarme Tipo 3	94
	100	RIO_PCP1 - Pole 1 Blocked	14	Evento	14
Reator de Alisamento-L2101	101	Sem Alarmes	0		0
Filtro de Harmônico CC	102	Pole 1 Request to Pole Block by DC Filter Protection	0	Alarme Tipo 1	0
	103	Pole 1 Request to Open High Voltage Side Disconnecter by Three Sets of Unbalanced CT Fault of DC Filter	0	Alarme Tipo 2	0
	104	Pole 1 Request to Open High Voltage Side Switch by DC Filter Protection	0	Alarme Tipo 3	0
	105	RIO_PCP1 - Pole 1 DC Filter	6		6
	106	RIO_ASC - Panel PSI1A - 2502 Open Coil Circuit	0	Alarme Tipo 1	0
DC Switch - 2502	107	2502 - Low Pressure Caused by Loss of SF6/CF4	0	Alarme Tipo 2	0
	108	RIO_2502 - Position	0	Evento	0
DC Switch - 2503	109	RIO_ASC - Panel PSI1A - 2503 Open Coil Circuit	0	Alarme Tipo 1	0
	110	2503 - Low Pressure Caused by Loss of SF6/CF4	0	Alarme Tipo 2	0
DC Switch - 2102	111	RIO_2503 - Position	0	Evento	0
	112	RIO_ASC - Panel PSI1A - 2102 Open Coil Circuit	16	Alarme Tipo 1	16
	113	2102 - Low Pressure Caused by Loss of SF6/CF4	0	Alarme Tipo 2	0
	114	RIO_2102 - Position	20	Evento	20
Bucha CC-X1 2505	115	RIO_PCP1 - Panel NEP1A-H1 - 1T - Bushing SF6 Pressure of U-X1(1.0 Bar)	3	Alarme Tipo 1	3
	116	RIO_PCP1 - 2505 Power	0	Alarme Tipo1	0
2509	117	RIO_2505 - Position	0	Evento	74
	118	RIO_PCP1 - 2509 Power	0	Alarme Tipo1	0
2525	119	RIO_2509 - Position	2	Evento	2
	120	RIO_PCP1 - 2525 Power	0	Alarme Tipo1	0
2523	121	RIO_2525 - Position	16	Evento	15
	122	RIO_PCP1 - 2523 Power	26	Alarme Tipo1	26
2109	123	RIO_2523 - Position	79	Evento	79
	124	RIO_PCP1 - 2109 Power	4	Alarme Tipo1	4
2111	125	RIO_2109 - Position	10	Evento	10
	126	RIO_PCP1 - 2111 Power	3	Alarme Tipo1	3
2119	127	RIO_2111 - Position	12	Evento	12
	128	RIO_PCP1 - 2119 Power	12	Alarme Tipo1	12
	129	RIO_2119 - Position	23	Evento	23

Figura C.4 – Resultados das quantidades de Alarmes e Eventos selecionados das Válvulas, equipamentos do Pátio CC e Filtros CC

é um dos fatores que poderá ocasionar desgaste dos comutadores dos Transformadores Conversores. Para os cálculos do critério, foi utilizado a média diária, ou seja, como o valor encontrado em um ano foi de 8379 eventos de mudança de Tap, o valor da média diária foi de 23.

Nas Figuras C.8, C.9 e C.10 são demonstradas as saídas do sistema para a ocorrência dos eventos de números: 40, 50 e 60 dos Transformadores 1T02 fase A, fase B e fase C, respectivamente. A grande quantidade de mudança de Tap é um dos fatores

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
01/04/2020	15:52:57.534	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	15:56:15.777	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	16:07:43.149	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	17:46:01.009	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	17:54:21.657	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	17:59:31.263	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	18:27:59.371	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	19:34:53.199	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	21:51:08.457	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	22:16:13.042	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	22:44:35.631	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	22:48:38.755	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	23:24:34.711	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase A - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar

Figura C.5 – Resultado do Eventos de número 10 do Transformador 1T01 fase A

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
01/04/2020	15:52:57.534	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	15:56:15.777	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	16:07:43.149	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	17:46:01.009	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	17:54:21.657	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	17:59:31.263	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	18:27:59.611	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	19:34:53.199	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	21:51:08.457	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	22:16:13.042	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	22:44:35.391	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	22:48:38.515	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase B - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar

Figura C.6 – Resultado do Eventos de número 20 do Transformador 1T01 fase B

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
01/04/2020	15:52:57.534	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	15:56:15.777	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	16:07:43.149	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	17:46:01.009	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	17:54:21.417	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	17:59:31.263	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	18:27:59.371	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	19:34:53.199	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	21:51:08.457	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	22:16:13.042	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	22:44:35.391	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	22:48:38.515	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar
01/04/2020	23:24:34.471	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T01 - Fase C - Tap no Progresso da Mudanca	Ligar

Figura C.7 – Resultado do Eventos de número 30 do Transformador 1T01 fase C

que poderá ocasionar desgaste dos comutadores dos Transformadores Conversores. Para os cálculos do critério, foi utilizado a média diária, ou seja, como o valor encontrado em um ano foi de 8376 eventos de mudança de Tap, o valor da média diária foi de aproximadamente 23.

Nas Figuras C.11, C.12 e C.13 são demonstradas as saídas do sistema para a ocorrência dos eventos de números: 68, 72 e 76 dos Disjuntores, 9562, 9572 e 9582 dos Filtro de Harmônico CA BP2F1C12, BP2F1C13 e BP2F1C14 respectivamente. Esses resultados mostram as ocorrências de manobras de fechamento desses disjuntores.

Nas Figuras C.14 C.15, C.16 e C.17 são demonstradas as saídas do sistema para a ocorrência dos eventos de números: 80, 84, 88 e 92 dos Disjuntor 9592, 9602, 9612 e 9622 dos Filtro de Harmônico CA BP2F2D11, BP2F2D12, BP2F2D13 e BP2F2D14, respectivamente. Esses resultados mostram as ocorrências de manobras de fechamento

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
01/04/2020	15:52:57.534	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	15:56:15.777	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	16:07:43.149	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	17:46:01.009	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	17:54:21.657	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	17:59:31.263	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	18:27:59.371	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	19:34:53.199	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	21:51:08.457	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	22:16:13.042	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	22:44:35.391	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	22:48:38.755	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	23:24:34.471	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	23:27:58.235	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	23:31:14.798	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase A - Tap no Progresso da Mudan	Ligar

Figura C.8 – Resultado do Eventos de número 40 do Transformador 1T02 fase A

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
01/04/2020	15:52:57.534	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	15:56:15.777	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	16:07:43.149	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	17:46:01.009	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	17:54:21.417	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	17:59:31.263	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	18:27:59.371	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	19:34:53.199	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	21:51:08.457	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	22:16:13.042	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	22:44:35.631	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	22:48:38.755	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	23:24:34.711	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	23:27:58.235	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	23:31:14.798	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase B - Tap no Progresso da Mudan	Ligar

Figura C.9 – Resultado do Eventos de número 50 do Transformador 1T02 fase B

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
01/04/2020	15:52:57.5	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	15:56:15.7	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	16:07:43.1	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	17:46:01.0	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	17:54:21.4	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	17:59:31.2	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	18:27:59.6	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	19:34:53.1	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	21:51:08.4	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	22:16:13.0	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	22:44:35.6	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	22:48:38.5	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	23:24:34.7	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	23:27:58.2	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	23:31:14.7	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	23:34:33.0	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	23:36:30.8	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
01/04/2020	23:44:14.5	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar
02/04/2020	00:49:25.4	Normal	RIO	RIO_PCP1 - 1T02 - Fase C - Tap no Progresso da Mudan	Ligar

Figura C.10 – Resultado do Eventos de número 60 do Transformador 1T01 fase C

desses disjuntores.

Nas Figuras C.18, C.19 e C.20 são demonstradas as saídas do sistema para as ocorrências dos alarmes tipo 1 de números: 124, 126 e 128 das Chave seccionadoras CC: 2109, 2111 e 2119, respectivamente. Esse resultado mostra que ocorreu alarme de falha na alimentação das chaves seccionadoras CC, 2109, 2111 e 2119.

Nas Figuras C.21 C.22, C.23, C.24 e C.25 são demonstradas as saídas do

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
16/04/2020	13:40:00.9	Normal	RIO	RIO_9562	Close
21/04/2020	18:12:11.9	Normal	RIO	RIO_9562	Close
24/04/2020	06:41:23.8	Normal	RIO	RIO_9562	Close
25/04/2020	08:54:10.2	Normal	RIO	RIO_9562	Close
28/04/2020	06:01:35.6	Normal	RIO	RIO_9562	Close
28/04/2020	06:01:35.6	Normal	RIO	RIO_9562	Close
04/05/2020	05:45:08.9	Normal	RIO	RIO_9562	Close
11/05/2020	05:31:53.2	Normal	RIO	RIO_9562	Close
14/05/2020	05:37:07.8	Normal	RIO	RIO_9562	Close
17/05/2020	18:15:04.3	Normal	RIO	RIO_9562	Close
21/05/2020	06:05:59.7	Normal	RIO	RIO_9562	Close

Figura C.11 – Resultado do evento de número 68 do Filtro de Harmônico CA BP2F1C12

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
02/03/2020	05:23:33.3	Normal	RIO	RIO_9572	Close
02/04/2020	12:33:49.7	Normal	RIO	RIO_9572	Close
10/04/2020	11:20:41.5	Normal	RIO	RIO_9572	Close
10/04/2020	22:41:40.8	Normal	RIO	RIO_9572	Close
11/04/2020	21:31:40.4	Normal	RIO	RIO_9572	Close
23/04/2020	07:42:42.4	Normal	RIO	RIO_9572	Close
01/05/2020	18:13:49.6	Normal	RIO	RIO_9572	Close
15/06/2020	12:30:33.4	Normal	RIO	RIO_9572	Close
15/06/2020	12:44:40.2	Normal	RIO	RIO_9572	Close
15/06/2020	12:58:44.2	Normal	RIO	RIO_9572	Close
18/06/2020	00:14:18.1	Normal	RIO	RIO_9572	Close
10/12/2020	13:52:14.7	Normal	RIO	RIO_9572	Close

Figura C.12 – Resultado do evento de número 72 do Filtro de Harmônico CA BP2F1C13

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
02/03/2020	05:51:05.0	Normal	RIO	RIO_9582	Close
02/04/2020	23:46:22.6	Normal	RIO	RIO_9582	Close
10/04/2020	16:59:20.6	Normal	RIO	RIO_9582	Close
10/04/2020	22:41:46.0	Normal	RIO	RIO_9582	Close
11/04/2020	21:31:45.6	Normal	RIO	RIO_9582	Close
28/04/2020	07:13:46.5	Normal	RIO	RIO_9582	Close
28/04/2020	07:13:46.5	Normal	RIO	RIO_9582	Close
01/05/2020	18:13:56.1	Normal	RIO	RIO_9582	Close
12/05/2020	07:09:39.1	Normal	RIO	RIO_9582	Close
22/05/2020	08:09:50.1	Normal	RIO	RIO_9582	Close
02/06/2020	00:13:00.2	Normal	RIO	RIO_9582	Close
05/06/2020	07:29:03.0	Normal	RIO	RIO_9582	Close

Figura C.13 – Resultado do evento de número 76 do Filtro de Harmônico CA BP2F1C14

sistema para as ocorrências dos eventos de números: 121, 123, 125, 127 e 129 das Chave seccionadoras CC: 2525, 2523, 2109, 2111 e 2119, respectivamente. Esse resultado mostra que ocorreu eventos de manobra de abertura das chaves seccionadoras CC: 2525, 2523, 2109, 2111 e 2119.

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
11/04/2020	21:31:35.2	Normal	RIO	RIO_9592	Close
15/04/2020	07:20:52.9	Normal	RIO	RIO_9592	Close
17/04/2020	17:51:09.7	Normal	RIO	RIO_9592	Close
23/04/2020	07:22:05.5	Normal	RIO	RIO_9592	Close
25/04/2020	08:50:03.2	Normal	RIO	RIO_9592	Close
28/04/2020	13:35:26.6	Normal	RIO	RIO_9592	Close
28/04/2020	13:35:26.6	Normal	RIO	RIO_9592	Close
29/04/2020	16:46:00.2	Normal	RIO	RIO_9592	Close
01/05/2020	11:26:37.8	Normal	RIO	RIO_9592	Close
02/05/2020	08:52:21.9	Normal	RIO	RIO_9592	Close
03/05/2020	09:25:49.1	Normal	RIO	RIO_9592	Close

Figura C.14 – Resultado do evento de número 80 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D11

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
11/04/2020	09:19:51.9	Normal	RIO	RIO_9602	Close
17/04/2020	05:58:14.8	Normal	RIO	RIO_9602	Close
22/04/2020	07:13:34.3	Normal	RIO	RIO_9602	Close
24/04/2020	07:30:41.7	Normal	RIO	RIO_9602	Close
26/04/2020	18:12:32.6	Normal	RIO	RIO_9602	Close
29/04/2020	05:50:06.8	Normal	RIO	RIO_9602	Close
04/05/2020	07:16:25.1	Normal	RIO	RIO_9602	Close
08/05/2020	06:02:32.8	Normal	RIO	RIO_9602	Close
12/05/2020	05:41:05.4	Normal	RIO	RIO_9602	Close
16/05/2020	17:20:02.8	Normal	RIO	RIO_9602	Close
22/05/2020	06:09:39.0	Normal	RIO	RIO_9602	Close
24/05/2020	17:10:33.7	Normal	RIO	RIO_9602	Close
26/05/2020	05:00:08.1	Normal	RIO	RIO_9602	Close
30/05/2020	09:27:59.4	Normal	RIO	RIO_9602	Close
31/05/2020	17:29:50.7	Normal	RIO	RIO_9602	Close
03/06/2020	05:33:08.7	Normal	RIO	RIO_9602	Close

Figura C.15 – Resultado do evento de número 84 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D12

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
10/04/2020	16:59:47.5	Normal	RIO	RIO_9612	Close
10/04/2020	22:41:51.2	Normal	RIO	RIO_9612	Close
11/04/2020	21:31:51.6	Normal	RIO	RIO_9612	Close
29/04/2020	08:04:54.3	Normal	RIO	RIO_9612	Close
02/05/2020	11:11:25.5	Normal	RIO	RIO_9612	Close
12/05/2020	09:21:57.0	Normal	RIO	RIO_9612	Close
24/05/2020	18:48:34.4	Normal	RIO	RIO_9612	Close
02/06/2020	22:10:15.5	Normal	RIO	RIO_9612	Close
02/06/2020	22:10:15.5	Normal	RIO	RIO_9612	Close
10/06/2020	11:16:09.2	Normal	RIO	RIO_9612	Close
15/06/2020	21:59:28.3	Normal	RIO	RIO_9612	Close
18/06/2020	06:57:09.0	Normal	RIO	RIO_9612	Close
10/12/2020	14:05:16.4	Normal	RIO	RIO_9612	Close

Figura C.16 – Resultado do evento de número 88 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D13

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
10/04/2020	09:18:03.5	Normal	RIO	RIO_9622	Close
10/04/2020	17:59:51.4	Normal	RIO	RIO_9622	Close
10/04/2020	22:43:10.2	Normal	RIO	RIO_9622	Close
11/04/2020	21:33:28.6	Normal	RIO	RIO_9622	Close
29/04/2020	08:37:59.7	Normal	RIO	RIO_9622	Close
05/05/2020	14:13:31.5	Normal	RIO	RIO_9622	Close
13/05/2020	13:42:43.6	Normal	RIO	RIO_9622	Close
30/05/2020	15:22:00.8	Normal	RIO	RIO_9622	Close
03/06/2020	07:34:30.7	Normal	RIO	RIO_9622	Close
03/06/2020	07:34:30.7	Normal	RIO	RIO_9622	Close
07/06/2020	18:21:24.2	Normal	RIO	RIO_9622	Close
11/06/2020	13:55:59.4	Normal	RIO	RIO_9622	Close
18/06/2020	07:37:11.7	Normal	RIO	RIO_9622	Close
10/12/2020	14:10:30.4	Normal	RIO	RIO_9622	Close

Figura C.17 – Resultado do evento de número 92 do Filtro de Harmônico CA BP2F2D14

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
04/08/2020	06:42:17.3	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2109 Power	Failure
05/08/2020	10:56:39.9	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2109 Power	Failure
05/08/2020	13:57:39.4	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2109 Power	Failure
16/08/2020	05:38:41.0	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2109 Power	Failure

Figura C.18 – Resultado do alarme tipo 1 de número 124 da Chave seccionadora CC 2109

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
04/08/2020	06:33:50.0	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2111 Power	Failure
05/08/2020	11:11:07.2	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2111 Power	Failure
05/08/2020	13:58:36.5	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2111 Power	Failure

Figura C.19 – Resultado do alarme tipo 1 de número 126 da Chave seccionadora CC 2111

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
04/08/2020	06:36:26.4	Warning	RIO	RIO_PCP2 - 2119 Power	Failure
04/08/2020	06:36:26.4	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2119 Power	Failure
08/08/2020	12:42:54.6	Warning	RIO	RIO_PCP2 - 2119 Power	Failure
08/08/2020	12:42:54.6	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2119 Power	Failure
16/08/2020	05:36:59.3	Warning	RIO	RIO_PCP2 - 2119 Power	Failure
16/08/2020	05:36:59.3	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2119 Power	Failure
19/10/2020	06:38:40.7	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2119 Power	Failure
19/10/2020	06:38:40.7	Warning	RIO	RIO_PCP2 - 2119 Power	Failure
23/10/2020	06:46:56.3	Warning	RIO	RIO_PCP2 - 2119 Power	Failure
23/10/2020	06:46:56.3	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2119 Power	Failure
25/10/2020	07:10:30.3	Warning	RIO	RIO_PCP2 - 2119 Power	Failure
25/10/2020	07:10:30.3	Warning	RIO	RIO_PCP1 - 2119 Power	Failure

Figura C.20 – Resultado do alarme tipo 1 de número 128 da Chave seccionadora CC 2119

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
05/08/2020	15:06:20.0	Normal	RIO	RIO_2525	Open
05/08/2020	15:28:40.3	Normal	RIO	RIO_2525	Open
05/08/2020	15:34:20.6	Normal	RIO	RIO_2525	Open
05/08/2020	15:36:42.3	Normal	RIO	RIO_2525	Open
05/08/2020	15:44:00.5	Normal	RIO	RIO_2525	Open
06/08/2020	08:47:56.0	Normal	RIO	RIO_2525	Open
06/08/2020	08:48:09.7	Normal	RIO	RIO_2525	Open
06/08/2020	09:14:27.7	Normal	RIO	RIO_2525	Open
06/08/2020	09:14:47.0	Normal	RIO	RIO_2525	Open
06/08/2020	09:30:01.2	Normal	RIO	RIO_2525	Open
06/08/2020	10:18:24.2	Normal	RIO	RIO_2525	Open
06/08/2020	11:26:01.3	Normal	RIO	RIO_2525	Open
06/08/2020	11:26:27.1	Normal	RIO	RIO_2525	Open
06/08/2020	11:27:09.1	Normal	RIO	RIO_2525	Open
06/08/2020	11:28:30.8	Normal	RIO	RIO_2525	Open

Figura C.21 – Resultado do evento de número 121 da Chave seccionadora CC 2525

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
05/08/2020	15:08:06.6	Normal	RIO	RIO_2523	Open
05/08/2020	15:19:07.8	Normal	RIO	RIO_2523	Open
05/08/2020	15:20:12.2	Normal	RIO	RIO_2523	Open
05/08/2020	15:23:38.5	Normal	RIO	RIO_2523	Open
05/08/2020	15:29:47.4	Normal	RIO	RIO_2523	Open
05/08/2020	15:35:01.0	Normal	RIO	RIO_2523	Open
05/08/2020	15:36:12.9	Normal	RIO	RIO_2523	Open
05/08/2020	15:43:16.2	Normal	RIO	RIO_2523	Open
05/08/2020	15:44:46.4	Normal	RIO	RIO_2523	Open
05/08/2020	15:45:51.5	Normal	RIO	RIO_2523	Open
05/08/2020	17:29:14.0	Normal	RIO	RIO_2523	Open
05/08/2020	17:36:02.9	Normal	RIO	RIO_2523	Open
05/08/2020	17:36:30.1	Normal	RIO	RIO_2523	Open
05/08/2020	17:38:22.8	Normal	RIO	RIO_2523	Open

Figura C.22 – Resultado do evento de número 123 da Chave seccionadora CC 2523

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
16/04/2020	01:30:06.5	Normal	RIO	RIO_2109	Open
04/08/2020	06:28:47.1	Normal	RIO	RIO_2109	Open
05/08/2020	13:57:02.0	Normal	RIO	RIO_2109	Open
07/08/2020	10:03:52.6	Normal	RIO	RIO_2109	Open
16/08/2020	05:08:21.1	Normal	RIO	RIO_2109	Open
19/10/2020	06:55:11.7	Normal	RIO	RIO_2109	Open
19/10/2020	06:55:11.7	Normal	RIO	RIO_2109	Open
20/10/2020	06:40:16.7	Normal	RIO	RIO_2109	Open
23/10/2020	06:45:34.1	Normal	RIO	RIO_2109	Open
25/10/2020	06:58:14.3	Normal	RIO	RIO_2109	Open

Figura C.23 – Resultado do evento de número 125 da Chave seccionadora CC 2109

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
16/04/2020	01:30:10.7	Normal	RIO	RIO_2111	Open
04/08/2020	06:28:51.1	Normal	RIO	RIO_2111	Open
05/08/2020	11:08:29.1	Normal	RIO	RIO_2111	Open
05/08/2020	11:10:57.9	Normal	RIO	RIO_2111	Open
05/08/2020	13:58:09.2	Normal	RIO	RIO_2111	Open
07/08/2020	10:03:52.6	Normal	RIO	RIO_2111	Open
16/08/2020	05:08:25.2	Normal	RIO	RIO_2111	Open
19/10/2020	06:55:16.0	Normal	RIO	RIO_2111	Open
19/10/2020	06:55:16.0	Normal	RIO	RIO_2111	Open
20/10/2020	06:40:20.7	Normal	RIO	RIO_2111	Open
23/10/2020	06:45:38.2	Normal	RIO	RIO_2111	Open
25/10/2020	06:58:18.7	Normal	RIO	RIO_2111	Open

Figura C.24 – Resultado do evento de número 127 da Chave seccionadora CC 2111

Data	Hora	Severidade	Grupo	Descricao	Status
16/04/2020	01:18:52.7	Normal	RIO	RIO_2119	Open
24/05/2020	04:02:01.6	Normal	RIO	RIO_2119	Open
28/06/2020	06:10:01.2	Normal	RIO	RIO_2119	Open
04/08/2020	06:17:17.3	Normal	RIO	RIO_2119	Open
16/08/2020	03:52:37.1	Normal	RIO	RIO_2119	Open
21/08/2020	12:27:25.6	Normal	RIO	RIO_2119	Open
19/10/2020	06:35:58.9	Normal	RIO	RIO_2119	Open
19/10/2020	06:35:58.9	Normal	RIO	RIO_2119	Open
24/10/2020	21:34:52.5	Normal	RIO	RIO_2119	Open
25/10/2020	20:51:14.3	Normal	RIO	RIO_2119	Open
25/10/2020	23:43:31.6	Normal	RIO	RIO_2119	Open
25/10/2020	20:51:14.3	Normal	RIO	RIO_2119	Open
25/10/2020	23:43:31.6	Normal	RIO	RIO_2119	Open
25/10/2020	20:51:14.3	Normal	RIO	RIO_2119	Open

Figura C.25 – Resultado do evento de número 129 da Chave seccionadora CC 2119