

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS – PUC-CAMPINAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E DE TECNOLOGIAS**

**JOSÉ DIVINO DE LIMA**

**PREDIÇÃO DE FALHAS EM SISTEMAS DE  
TELECOMUNICAÇÕES UTILIZANDO ALGORITMOS DE  
GERAÇÃO DE ÁRVORES DE DECISÃO**

Campinas, SP

2017

**JOSÉ DIVINO DE LIMA**

**PREDIÇÃO DE FALHAS EM SISTEMAS DE  
TELECOMUNICAÇÕES UTILIZANDO ALGORITMOS DE  
GERAÇÃO DE ÁRVORES DE DECISÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Elétrica, do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Eric Alberto de Mello Fagotto

Campinas, SP

2017

Ficha Catalográfica  
Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas e  
Informação - SBI - PUC-Campinas

t621.3  
L732p

Lima, José Divino de.

Predição de falhas em sistemas de telecomunicações utilizando Algoritmos de geração de árvores de decisão / José Divino de Lima. - Campinas: PUC-Campinas 2017  
112p.

Orientador: Eric Alberto de Mello Fagotto.  
Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.  
Inclui bibliografia

1. Engenharia elétrica. 2. Mineração de dados (computação). 3. Sistemas de telecomunicações 4. Aprendizagem. 5. Algoritmos. 6. Falha De sistema (engenharia) I Fagotto, Eric Alberto de Mello II. Pontifícia Universidade Católica de Campinas Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. III. Título.

22.ed. CDD – t621.3

**JOSÉ DIVINO DE LIMA**

**PREDIÇÃO DE FALHAS EM SISTEMAS DE  
TELECOMUNICAÇÕES UTILIZANDO ALGORITMOS DE  
GERAÇÃO DE ÁRVORES DE DECISÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão de Redes de Telecomunicações.

Área de Concentração: Engenharia Elétrica.  
Orientador: Prof. Dr. Eric Alberto de Mello Fagotto

Dissertação defendida e aprovada em 31 de agosto de 2017 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Eric Alberto de Mello Fagotto  
Orientador da Dissertação e Presidente da Comissão Examinadora  
Pontifícia Universidade Católica de Campinas

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. David Bianchini  
Pontifícia Universidade Católica de Campinas

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcos Sérgio Gonçalves  
Universidade Estadual de Campinas

*Dedico este trabalho à minha família, cujo incentivo, experiências de vida e apoio foram fundamentais na concepção deste projeto.*

*Dedico, ainda, à minha esposa, Cássia Martins, cuja compreensão e apoio tornaram possíveis este momento.*

*Finalmente, dedico a todos que me apoiaram e incentivam-me para a finalização desta empreitada.*

*Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Eric Alberto de Mello Fagotto, por ter viabilizado este trabalho e cuja orientação e conselhos foram fundamentais para sua conclusão;*

*Aos meus companheiros de mestrado,  
pela ajuda e amizade construída durante este desafio;*

*Aos demais professores, pelas aulas ministradas que me aportaram os conhecimentos necessários para a conclusão deste trabalho.*

*"O mundo é um lugar perigoso de se viver, não por causa daqueles que fazem o mal, mas por causa daqueles que apenas observam e deixam o mal acontecer."*

Albert Einstein

## RESUMO

LIMA, José Divino de. *Predição de Falhas em Sistemas de Telecomunicações utilizando Algoritmos de Geração de Árvores de Decisão*. 113 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Redes de Telecomunicações) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Campinas, 2017.

O presente trabalho de dissertação tem como principal objetivo a análise dos sistemas de telecomunicação, os quais estão cada vez mais complexos e heterogêneos e, em função disso, suscetíveis a diversos tipos de falhas causadas tanto por fatores internos como externos, sendo estes últimos devido à integração com sistemas de terceiros. Dentro desse contexto, este trabalho apresenta, então, um modelo que pode ser utilizado para prever falhas consequentes a partir de uma amostra de dados. Para tanto, utilizou-se uma ferramenta de mineração de dados e algoritmos de predição, que criam árvores de decisão. Aplicado o modelo proposto a um conjunto de falhas, gerado pelo sistema de uma grande operadora de telecomunicações, demonstrou-se que é possível agrupar falhas com precisão de 85,96%. Logo, pode-se estabelecer um processo que auxilia na definição do agrupamento e correlação de falhas, permitindo que os sistemas de gestão de alto nível possam ser configurados de maneira mais eficiente pelos administradores.

**Palavras-chave:** Mineração de dados. Aprendizado de Máquina. Árvores de Decisão. Falhas do Sistema de Telecomunicação. Correlação de Falhas.



## **ABSTRACT**

LIMA, José Divino de. **Prediction of Failures in Telecommunication Systems using Decision Tree Generation Algorithms.** 113 f. *Dissertation (Master in Management of Telecommunications Networks) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Center for Exact, Environmental and Technological Sciences, Post-Graduation Program in Electrical Engineering, Campinas, 2017.*

*The present dissertation work analyses telecommunication systems failures caused by internal and external agents. This analysis can be very challenging since such systems are complex and heterogeneous. Within this context, this work proposed a model that can be used to predict consequent failures from data samples. To do so, we have used a data mining tool and prediction algorithms that create decision trees. Applying the proposed model to a set of faults, generated by the system of a major telecommunications operator, it was demonstrated that it is possible to group faults with an accuracy of 85.96%. In this way, a process can be established that assists in the definition of grouping and correlation of failures, which allows that high level management systems can be configured more efficiently by their administrators.*

**Keywords:** *Data Mining. Machine Learning. Decision Trees. Failures of the Telecommunication System. Correlation of Failures.*

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 – O Mundo Conectado</i> .....	18
<i>Figura 2 – Framework</i> .....	28
<i>Figura 3 – Contextualização de Gerência de Falhas no Application Framework</i> .....	30
<i>Figura 4: Índice Kappa</i> .....	34
<i>Figura 5 – Modelo para Predição de Falhas em sistemas de Telecomunicações utilizando Algoritmos de Geração de Árvores de Decisão</i> .....	38
<i>Figura 6 – Arquitetura da Rede UMTS – Acesso Móvel</i> .....	44
<i>Figura 7 – Esquemático de um backbone IP conectado a outro backbone</i> .....	45
<i>Figura 8: Framework WEKA</i> .....	52
<i>Figura 9 – Distribuição dos dados para a Classe ORIGEN</i> .....	56
<i>Figura 10 – Distribuição dos Dados para a Classe netElement</i> .....	57
<i>Figura 11 – Distribuição dos Dados para a Classe State</i> .....	58
<i>Figura 12 – Distribuição dos Dados para a Classe almName</i> .....	59
<i>Figura 13 – Distribuição dos Dados para a Classe specProblem</i> .....	60
<i>Figura 14 – Distribuição dos Dados para a Classe probCause</i> .....	61
<i>Figura 15 – Distribuição dos Dados para a Classe Vendor</i> .....	62
<i>Figura 16 – Distribuição dos Dados para a Classe dtAlarm</i> .....	63
<i>Figura 17 – Indicadores do Algoritmo DecisionStump</i> .....	65
<i>Figura 18 – Indicadores do Algoritmo HoeffdingTree</i> .....	67
<i>Figura 19 – Indicadores do Algoritmo J48</i> .....	70
<i>Figura 20 – Indicadores do Algoritmo RandomForest</i> .....	72
<i>Figura 21 – Indicadores do Algoritmo RandomTree</i> .....	75
<i>Figura 22 – Indicadores do Algoritmo RepTree</i> .....	77

## LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Formato da Tabela do Conjunto de Treino</i> .....	39
<i>Tabela 2 – Lista de Algoritmos de Árvore de Decisão</i> .....	40
<i>Tabela 3 – Matriz de Confusão</i> .....	50
<i>Tabela 4 - Amostra de Dados Rede de Acesso Móvel</i> .....	55
<i>Tabela 5 – Indicadores do Algoritmo DecisionStump</i> .....	65
<i>Tabela 6 – Exemplos de Predições do Algoritmo DecisionStump</i> .....	66
<i>Tabela 7 – Indicadores do Algoritmo HoeffdingTree</i> .....	67
<i>Tabela 8 - Exemplos de Predições do Algoritmo HoeffdingTree</i> .....	68
<i>Tabela 9 – Indicadores do Algoritmo J48</i> .....	70
<i>Tabela 10 - Exemplos de Predições do Algoritmo J48</i> .....	71
<i>Tabela 11 – Indicadores do Algoritmo RandomForest</i> .....	73
<i>Tabela 12 - Exemplos de Predições do Algoritmo RandomForest</i> .....	73
<i>Tabela 13 – Indicadores do Algoritmo RandomTree</i> .....	75
<i>Tabela 14 - Exemplos de Predições do Algoritmo RandomTree</i> .....	76
<i>Tabela 15 - Indicadores do Algoritmo RepTree</i> .....	77
<i>Tabela 16 - Exemplos de Predições do Algoritmo RepTree</i> .....	78
<i>Tabela 17 – Tabela de Assertividade dos Algoritmos</i> .....	79
<i>Tabela 18 – Predições x Mundo Real</i> .....	81

## LISTA DE EQUAÇÕES

<b>Equação 1</b> – Exatidão Global.....	51
<b>Equação 2</b> – Índice Kappa.....	52

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>RNC</b>	=	“Radio Network Controller”
<b>BSC</b>	=	“Base Station Controller”
<b>NOC</b>	=	“Network Operation Center”
<b>SOC</b>	=	“Service Operation Center”
<b>Aprendizado de máquina MoM</b>	=	“Modelo criado para tratar os conceitos de aprendizado de máquina” = “Manager of Manager”
<b>NGOSS</b>	=	“New Generation Operations Systems and Software”
<b>eTOM</b>	=	“Enhanced Telecom Operations Map”
<b>SID</b>	=	“Shared Information Data Model”
<b>TAM</b>	=	“Telecom Applications Map”
<b>TNA</b>	=	“Technology Neutral Architecture”
<b>SOA</b>	=	“Service Oriented Architecture”
<b>TMForum</b>	=	“Telemangement Forum”
<b>RCA</b>	=	“Root Cause Analysis”
<b>IoT</b>	=	“Internet of Things” ou <i>Internet</i> das Coisas
<b>SLA</b>	=	“Service Level Agreement”
<b>GGSN</b>	=	“Gateway GPRS Support Node”
<b>SGSN</b>	=	“Serving GPRS Support Node”
<b>SDH</b>	=	“Synchronous Digital Hierarchy”
<b>PDH</b>	=	“Plesiochronous Digital Hierarchy”
<b>DWDM</b>	=	“Dense Wavelength Division Multiplexing”
<b>IP</b>	=	“Internet Protocol”
<b>IPTV</b>	=	“Internet Protocol Television”
<b>VAS</b>	=	“Value Added Services”

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
1.1	Proposta	16
6.4	Redes de Comunicação	17
6.5	Gerência de Falhas em Redes de Comunicação	18
6.6	Organização	20
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO I - TRABALHOS RELACIONADOS</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO II - CORRELAÇÃO DE FALHAS</b>	<b>25</b>
3.1	Melhores Práticas em Telecomunicações - TMForum Frameworx	27
3.2	Frameworx Application Framework (TAM)	29
3.2.1	Gerência de Falhas	31
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO III - APRENDIZADO DE MÁQUINA</b>	<b>33</b>
4.1	Tipos de Aprendizado de Máquina	34
4.1.1	Supervisionado	35
4.1.2	Não-supervisionado	35
4.2	Algoritmos	35
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO IV - MODELO PARA PREDIÇÃO DE FALHAS EM SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES UTILIZANDO ALGORITMOS DE GERAÇÃO DE ÁRVORES DE DECISÃO</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>CAPÍTULO V - AMBIENTE DE TESTES</b>	<b>42</b>
6.1	Conjunto de Amostras	42
6.1.1	Alarmes da Rede Móvel – Acesso e Centro da Rede	43
6.1.2	Alarmes da Rede de Transmissão	44
6.1.3	Alarmes da Rede IP	45
6.1.4	Considerações a Respeito de Agrupamento inter-redes	46
6.2	Seleção dos Algoritmos	47
6.3	Avaliação dos Algoritmos	49
6.4	Weka Framework	51
6.5	Outros Recursos	52
<b>7</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS</b>	<b>54</b>
7.1	DecisionStump	63
7.1.1	Exemplos de Predições do Algoritmo DecisionStump	65
7.2	HoeffdingTree	66
7.2.1	Exemplos de Predições do Algoritmo HoeffdingTree	67
7.3	J48	68
7.3.1	Exemplos de Predições do Algoritmo J48	71

7.4	RandomForest.....	71
7.4.1	Exemplos de Predições do Algoritmo RandomForest .....	73
7.5	RandomTree .....	74
7.5.1	Exemplos de Predições do Algoritmo RandomTree .....	76
7.6	REPTree .....	76
7.6.1	Exemplos de Predições do Algoritmo RepTree .....	78
<b>8</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>79</b>
8.1	Comparação com o Mundo Real.....	80
<b>9</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>82</b>
9.1	Comentários.....	82
9.2	Trabalhos Futuros .....	83
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>84</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Proposta

As redes de telecomunicações tornam-se cada vez mais complexas e com uma heterogeneidade cada vez maior, fazendo com que sua administração e controle, conseqüentemente, se tornem cada vez mais complexos. Fabricantes diferentes, modelos de equipamentos distintos e tecnologias que precisam conviver entre si, muitas vezes tendo de preservar tecnologias mais antigas em função da existência de um legado de clientes que ainda as utilizam.

Nesse contexto, os sistemas de gerência desse universo de elementos necessitam estar cada vez mais integrados e permitirem, de maneira eficiente, identificar claramente as falhas que ocorrem na rede, indicando quais elementos foram afetados e, se possível, a ramificação das falhas.

Assim, os sistemas de gerência de falhas precisam estar cada vez mais aperfeiçoados, monitorando as falhas dos elementos de rede por ele gerenciados e permitindo, a partir de configurações adequadas, que seagrupem falhas com características similares.

Quando se tem uma rede de telecomunicações e uma única fonte de alarmes de falhas, ou um único sistema de gerência de falhas, nesse caso associado a um único fornecedor, o trabalho de agrupamento e correlação de falhas para abertura de um incidente de rede torna-se mais fácil. Porém, ao se tratar de grandes estruturas de redes, seja em operadoras de telecomunicações ou grandes corporações, tal tarefa começa a apresentar problemas. O método mais comum para realizá-la é a partir da documentação de falhas do próprio fabricante, quando existir, ou a partir do conhecimento empírico dos atendentes dos NOCs (*Network Operations Center*) ou SOCs (*Service Operations Center*), baseado na vivência do dia-a-dia. Quando há sistemas para tratamento e abertura de incidentes, essas regras de agrupamento são transformadas em regras de negócio e passam a gerar bilhetes de incidentes contendo as falhas agrupadas.

Ao introduzir novos fornecedores nessa rede, o trabalho de agrupamento de falhas torna-se mais difícil, uma vez que a sua diversidade aumenta em razão da introdução de novos elementos e, também, por conta das interconexões entre



eles. Além disso, o conhecimento empírico, muitas vezes, acaba sendo negligenciado, eis que tal conhecimento fica retido em verdadeiros silos que atuam somente em determinadas áreas tecnológicas de uma rede de telecomunicação. Um exemplo disso são falhas que podem ocorrer em elementos de uma rede de acesso móvel, como RNCs (*Radio Network Controller*), BSCs (*Base Station Controller*), porém, essas falhas podem ser oriundas da rede de transmissão, como, por exemplo, o rompimento de uma fibra óptica que, por sua vez, isola toda uma região na qual esses equipamentos estão localizados. Se não houver um mecanismo capaz de compreender que a falha nesses elementos é decorrente de um problema na rede de transmissão, no caso, o rompimento da fibra óptica pode gerar, pelo menos, no melhor caso, dois bilhetes de incidentes, um para os elementos afetados e outro para a rede de transmissão, onerando em custo por se tratar de deslocamento de técnicos distintos.

Em razão desses fatores, apresenta-se neste trabalho um processo para modelo de predição de falhas em redes de telecomunicações, utilizando-se os algoritmos de classificação [1] do *Framework Weka* [2].

Em seções a seguir, aborda-se em mais detalhes esse *Framework*. A escolha dele se deu com base na sua aceitação na comunidade acadêmica, na facilidade de uso e por possuir todos os algoritmos necessários para a execução desse trabalho. De acordo com [3], o *Framework Weka* apresenta muitas funcionalidades já incorporadas e não requer conhecimentos em programação por parte de seus usuários, além de apresentar recursos de gráficos e diversos mecanismos para facilitar os trabalhos de mineração de dados.

## 6.4 Redes de Comunicação

Considerando a dinâmica nas comunicações hoje em dia, uma vez que todos estão conectados e, a partir de agora, “as coisas” também passam a estar conectadas, com o advento do IoT (*Internet of Things*), ou Internet das Coisas, os elementos que compõem essas redes necessitam, cada vez mais, de mecanismos que as protejam de falhas, que possam levá-las à indisponibilidade e manter o SLA (*Service Level Agreement*) contratado pelos consumidores.



O objetivo da Gerência de Redes é monitorar e controlar os elementos da rede (sejam eles físicos ou lógicos), assegurando certo nível de qualidade de serviço. Para realizar esta tarefa, os gerentes de redes são auxiliados por um sistema de gerência de redes. Um sistema de gerência de rede pode ser definido como uma coleção de ferramentas integradas para a monitoração e controle da rede. Este sistema oferece uma interface única, com informações sobre a rede e pode oferecer também um conjunto poderoso e amigável de comandos que são usados para executar quase todas as tarefas da gerência da rede.

A gerência de falhas tem por objetivo reconhecer, tratar, isolar e recuperar a falha ocorrida na rede.

Nesse cenário, as abordagens atuais no tratamento dessas falhas podem ser pontuais, à medida que as empresas ou mesmo as operadoras possuem pessoas monitorando esses elementos, de maneira mais ou menos automatizada. As automações existentes, ao menos na data em que se produziu este trabalho, permitem configurar correlações e agrupamentos de falhas, de modo a permitir que sejam mais assertivos ao se tentar fazer a recuperação da falha efetivamente.

Não foram encontradas estatísticas que indicassem o grau de automação dos sistemas de gestão de falhas em operadoras de telecomunicações no Brasil, porém, por se tratar de um mercado atendido por poucos fornecedores, sabe-se que elas implementam sistemas de gestão de falhas que ao menos consolidam a gestão de falhas em sistemas centralizados e realizam o despacho automático de falhas a partir de sistemas de controle de incidentes.

Sabe-se, ainda, que as correlações de agrupamentos de falhas são realizadas de maneira empírica, ou seja, à medida que os operadores aprendem com os erros e compreendem quais falhas podem gerar outras falhas, configuram os mecanismos que permitem agrupá-las e gerar bilhete de incidentes com tais falhas agrupadas.

Com base nesse cenário, apresenta-se um modelo para seleção de algoritmos de árvore de decisão, chamados também de classificadores, de modo a permitir selecionar o que melhor se adequa ao processo de agrupamento de falhas em redes de comunicação, com o objetivo de prever quais falhas podem ser correlacionadas ou agrupadas.

Utilizando-se de amostras desses alarmes, estas serão submetidas àqueles algoritmos, tratados pelos classificadores e, por fim, gerando árvores de decisão, que permitirão analisar quais falhas podem ser consideradas falhas de causa raiz e quais são falhas consequentes.

Permitem, dessa maneira, que se possa configurar adequadamente os sistemas de gerenciamento de falhas e que as associações sejam feitas de maneira mais rápida e eficiente, além de permitir que os agrupamentos sejam descobertos, mesmo com pouco conhecimento da rede e sem a necessidade de anos de experiência no seu tratamento.

## 6.6 Organização

Nos capítulos a seguir, será discutido a respeito de agrupamento de falhas, levando-se em consideração os conceitos do modelo do *TMForum*, conceito de “Aprendizado de máquina”, os algoritmos que serão utilizados no trabalho e o *Framework Weka*.

Em seguida, será descrito o processo para definir o agrupamento das falhas, utilizando-se dos conceitos e ferramentas apresentadas nas seções anteriores, seguindo-se dos resultados obtidos pela exposição do conjunto de amostras de falhas aos algoritmos e extraíndo deles os indicadores de assertividade dos próprios algoritmos, como também uma análise do resultado das previsões geradas pelos algoritmos com o mundo real, ou seja, quais das previsões geradas pelos algoritmos foram identificadas em comparação com os agrupamentos de falhas em um cenário real e, por fim, a conclusão.

Em face à época em que se vivencia, com a ascensão de tecnologias baseadas em algoritmos de predição mais inteligentes, já estudados desde o princípio dos conceitos de “Aprendizado de máquina”, foi proposto esse trabalho devido ao fato de que se entende existir uma lacuna para melhoria no processo de geração de regras de correlação e, com o uso dos algoritmos de aprendizado de máquina, obter-se mais agilidade na obtenção de tais regras. Isso porque o trabalho será elaborado de uma forma simplificada, baseado em amostras para definir falhas consequentes que podem ocorrer, em virtude de uma falha causa

raíz, analisando uma amostra de dados aleatória de uma rede de comunicação que compõe o ecossistema de uma operadora de telecomunicações.

## 2 CAPÍTULO I - TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo, estão reunidos alguns estudos que foram importantes para a conceituação deste trabalho. Mesmo no caso de [6], um estudo de 2003, ou seja, de 14 anos atrás contados até a data do presente estudo, os conceitos são bem atuais e colaboraram para aprimorar o processo de correlação de falhas.

Os demais trabalhos são de 2016, no caso de [7], e de 2013, no caso de [8]. A seguir, uma breve descrição de cada um desses trabalhos citados acima:

***Autonomic Computing Correlation for Fault Management System Evolution***, [6] – O estudo avalia a autonomia da computação e o impacto no gerenciamento de falhas, em especial a correlação de falhas. Descreve uma ferramenta para auxílio na correlação de falhas, denominada de ***acCAT (AC Correlator Analysis Tool)***, sendo que o estudo indica que a correlação de falhas é baseada em três estágios:

1. Interface do Usuário  
Permite ao usuário influenciar na estratégia da análise;
2. Controle do Processo  
Controla o sequenciamento da estratégia e dos componentes que realizam a análise;
3. Mecanismo de Correlação  
Mecanismos de nível inferior para realização da correlação;

A ferramenta era baseada em algumas premissas, as quais permitiam as seguintes análises:

***Compressão***: basicamente, consiste em agrupar várias ocorrências de um evento em um único evento;

***Supressão***: um evento de baixa prioridade (A) pode ser suprimido na presença de outro evento de alta prioridade (B);

**Contagem:** um número especificado de ocorrências de um evento pode ser substituído por um novo evento.

**Padrões Lógicos:** um conjunto de eventos que satisfaçam uma condição lógica, com uso de expressões regulares, por exemplo, pode ser substituído por um novo evento.

**Generalização:** um evento A pode ser generalizado para superclasse B;

**Especialização:** um evento A pode ser especializado em uma subclasse B.

Os conceitos apresentados nesse estudo são válidos e utilizados hoje em dia. No mesmo estudo, há uma estimativa realizada pela companhia de telecomunicações *British Telecom*, que afirma que cerca de 95% dos eventos de falhas não são correlacionados.

Esse estudo otimizou os mecanismos de falhas de modo a serem mais precisos na sua apresentação. Como exemplo, a premissa de compressão é muito utilizada nos sistemas atuais, pois, sabidamente, as redes geram muitos eventos de falhas e, por vezes, esses eventos são duplicados, triplicados e assim por diante. Por isso, não faz sentido expor cada ocorrência ao usuário final ou mesmo ao técnico de campo, bastando apenas apresentar o evento de falha e a quantidade de ocorrências dele, contando a partir da primeira ocorrência.

***A Quick View on Current Techniques and Aprendizado de máquina Algorithms for Big Data Analytics*** [7] – O estudo faz uma rápida abordagem sobre a evolução dos algoritmos de aprendizagem para *Big Data* e as técnicas de Aprendizado de máquina existentes. O estudo aborda as diferenças entre Mineração de dados e Aprendizado de máquina, resumindo-as da seguinte maneira:

- *Data Mining*  
Mineração de dados é a ciência dedicada a obter informações de dados e conhecimento de informações;
- Aprendizado de máquina

Já Aprendizado de máquina é um campo de estudo, dentro de *Data Mining*, com foco na inferência de modelos de dados conhecidos, de maneira que se possa extrair informações e padrões para diferentes usos.

Ainda em relação ao estudo, aborda-se a construção dos algoritmos de aprendizado e também de redes neurais, que, com o advento dos grandes *players* do mercado hoje em dia, como *Google* e *Facebook*, tiveram uma rápida ascensão devido a investimentos em pesquisa para usos em reconhecimento de imagens, reconhecimento de padrões e utilização em *marketing*.

O estudo ainda relaciona os principais *Frameworks* existentes, desde aqueles gratuitos, bem como alguns comerciais, relacionados a seguir:

- *Map-Reduce frameworks: Apache Hadoop and Spark;*
- *Google TensorFlow;*
- *Microsoft Azure-ML;*
- *R-cran and Python Sci-Kit;*
- *Weka e MOA.*

***Análise comparativa de algoritmos de árvore de decisão do sistema WEKA para classificação do uso e cobertura da terra [8]*** – Apesar de se tratar de um assunto totalmente distinto com o propósito deste trabalho, o estudo aborda os principais algoritmos classificadores de uma maneira prática. A partir da análise de imagens de satélite, expõem-se seus dados aos algoritmos e se obtêm a análise dos diversos tipos de solo, sendo que os resultados obtidos, conforme o artigo, são compatíveis com os sistemas do mundo real.

O trabalho contribuiu na elaboração deste estudo no sentido de abordar, de maneira clara, os algoritmos de classificação, os índices de acuracidade dos algoritmos e comparação com outros sistemas, sendo base para conceitos aplicados no presente estudo.



### 3 CAPÍTULO II - CORRELAÇÃO DE FALHAS

O processo de agrupamento de falhas consiste em analisar os alarmes ou eventos gerados pelos diversos componentes da rede e determinar como tais falhas podem ser agrupadas ou correlacionadas. De acordo com [9], em uma rede de telecomunicações, podem ser geradas, diariamente, milhares de falhas, podendo chegar até mesmo a milhões. A maneira de tratamento dessas falhas, muitas vezes, se dá por filtros que são criados nas aplicações de monitoramento de falhas. Às vezes, ignoram-se as falhas de menor criticidade. Tal processo comumente prioriza certas falhas em detrimento de outras, naturalmente incorrendo em erros. Os sistemas de gerência de falhas de alto nível, conhecidos como “**Manager of Managers**” ou MoM, permitem agrupar as falhas dos gestores de falhas de nível inferior. Tais sistemas permitem implementar regras de agrupamento. Cada MoM possui sua própria interface para implementação de tais regras. Basta ter conhecimento da ferramenta utilizada para que se possa implementá-las.

Agrupamento ou correlação de falhas consiste em descobrir padrões de comportamento das falhas ocorridas num sistema de redes de comunicação. Tais padrões usualmente são descobertos da seguinte maneira:

- A partir da indicação do próprio manual do fabricante, é possível, em alguns casos, verificar quais falhas devem ser agrupadas;
- A partir da experiência adquirida dos operadores dos NOCs e SOCs que monitoram essas redes;

Para que essas regras sejam definidas, é fundamental que as falhas sejam padronizadas, ou seja, à medida em que cada gestor de elemento externalize essas falhas, elas devem passar por um processo de normalização, de modo que possam ser armazenadas em uma base de dados e, então, aplicadas as regras de agrupamento e correlação.

Um agrupamento de falhas é, por exemplo, quando ocorre uma “*falha de energia*” em um *site*; eventualmente, esse *site* pode possuir um gerador, em seguida, pode-se gerar um alarme de “GMG Operando”, ao longo do tempo, com

a persistência da falha de energia, o sistema poderá enviar outro alarme indicando que a “Bateria está em descarga”. Essas falhas podem ser agrupadas num único boletim de incidência, pois se sabe que, nesse caso, o problema raiz está relacionado à falha de energia, podendo, então, ser necessário o acionamento da concessionária de energia para resolução do problema.

Para o exemplo exposto, além da normalização das falhas recebidas dos elementos, às vezes, faz-se necessário enriquecer as falhas com informações adicionais, de modo que se possam adicionar informações úteis, tanto para um agrupamento mais adequado, como para um melhor tratamento. Exemplos de enriquecimento podem ser:

- Agregar informações de localização;
- Informações do usuário final;
- Agregar sigla de elemento ao qual o elemento em falha pode estar conectado;
- Informações de clientes que podem ser afetados com a falha do equipamento;
- Informações dos equipamentos adjacentes que podem ser afetados.

Para contextualizar o procedimento de gestão de falhas e suas derivações, nas seções a seguir, será discutido a respeito do modelo eTom, que agora é conhecido como *Business Process Framework*, e um pouco mais detalhado o processo de Gerência de Falhas.

O *Business Process Framework* é parte integrante do *TM Forum Framework*, que, de acordo com [10], é um conjunto de disciplinas que reúne as melhores práticas para projetos em operadoras de telecomunicações.

### 3.1 Melhores Práticas em Telecomunicações - TMForum Framework

O *TM Forum* foi fundado em 1988 por grandes empresas de telecomunicações, bem como pelos maiores fornecedores de soluções do setor, com o objetivo de aprimorar as melhores práticas nos processos de negócio e processos operacionais das operadoras de telecomunicações.

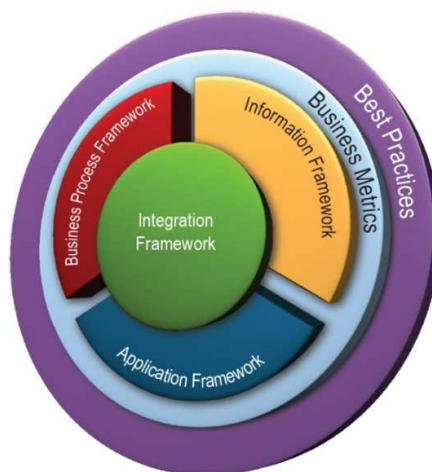
Os trabalhos do *TM Forum* começaram com a coleta de informações de projetos bem-sucedidos em telecomunicações. Com essa base de conhecimento, criou-se o NGOSS (*New Generation Operations Systems and Software*), que consiste no conjunto de padrões e melhores práticas.

Esse conjunto de melhores práticas denominou-se *Framework*, que é composto pelas mesmas quatro disciplinas do NGOSS, eTOM (*Enhanced Telecom Operations Map*), SID (*Shared Information Data Model*), TAM (*Telecom Applications Map*) e TNA (*Technology Neutral Architecture*), porém, o *TM Forum* adotou novos nomes para elas, que passaram a se chamar *Business Process Framework*, *Information Framework*, *Application Framework* e *Integration Framework*, respectivamente.

Esses padrões são baseados em orientação a serviços SOA (*Service Oriented Architecture*) e visam à otimização e racionalização de custos operacionais e a aumentar a agilidade na implementação das soluções e agilidade nos negócios.

O *Framework* continua evoluindo, à medida que novas práticas e processos são agregados, bem como revistos em função de novas práticas e evoluções tecnológicas.

A Figura 2 a seguir é uma imagem que ilustra os processos do *Framework*:



**Figura 2 – Framework**  
Fonte: TMForum

A seguir, uma breve descrição de cada um dos processos do *Framework*:

- O *Business Process Framework* [10] é a disciplina mais conhecida e consiste no mapa com os processos de negócio mais comumente utilizados pelas empresas de telecomunicações e que foi criado com base no compartilhamento de informações e melhores práticas de diversas empresas nos últimos anos. Compreende as principais áreas de uma operadora de telecomunicações e os modelos de processos abrangem desde a concepção e avaliação de produtos até a operação e conexão com fornecedores;
- O *Information Framework* [10] descreve como os dados devem ser padronizados, de forma a facilitar e agilizar a troca de informações entre os diferentes processos internos e externos de uma empresa de telecomunicações. O seu uso propicia uma linguagem comum para desenvolvedores e integradores;
- O *Application Framework* [10] é um guia de referência para os provedores de serviço e seus fornecedores e descreve os sistemas e suas funções, assim como uma forma comum para agrupá-las. A contextualização do trabalho dessa dissertação está inserida nesse processo;

- O *Integration Framework* [10] mostra como os outros três *frameworks* interagem. É baseado nos padrões SOA e tem como objetivo a criação de catálogos de serviços de negócio, com seus requisitos funcionais e não funcionais.

Quando esses *frameworks* são utilizados em conjunto, pode-se acelerar muito a implantação de novos projetos, devido à facilidade de integração entre os processos, modelos de dados e padrões de desenvolvimento.

A indústria de telecomunicações passa por um momento de transformação. Para alcançar novos patamares de inovação em serviços, as empresas estão investindo na adoção de *software* para criar novas fontes de receitas, tais como conteúdos digitais, aplicações, serviços de localização, entre outros. Inúmeras empresas do setor, atualmente, adotam os padrões sugeridos pelo *TM Forum*.

A seguir, será abordado o “Application Framework”, mais especificamente no que diz respeito à Gerência de Falhas e Correlação de Falhas.

### **3.2 Framework Application Framework (TAM)**

No contexto do *TM Forum Framework*, o objeto de estudo deste trabalho encontra-se inserido no *Application Framework*, conhecido anteriormente como TAM (*Telecom Applications Map*).

Neste subcapítulo, decompõe-se esse processo no contexto de gerenciamento de falhas, até alcançar o tópico específico de correlação de falhas.

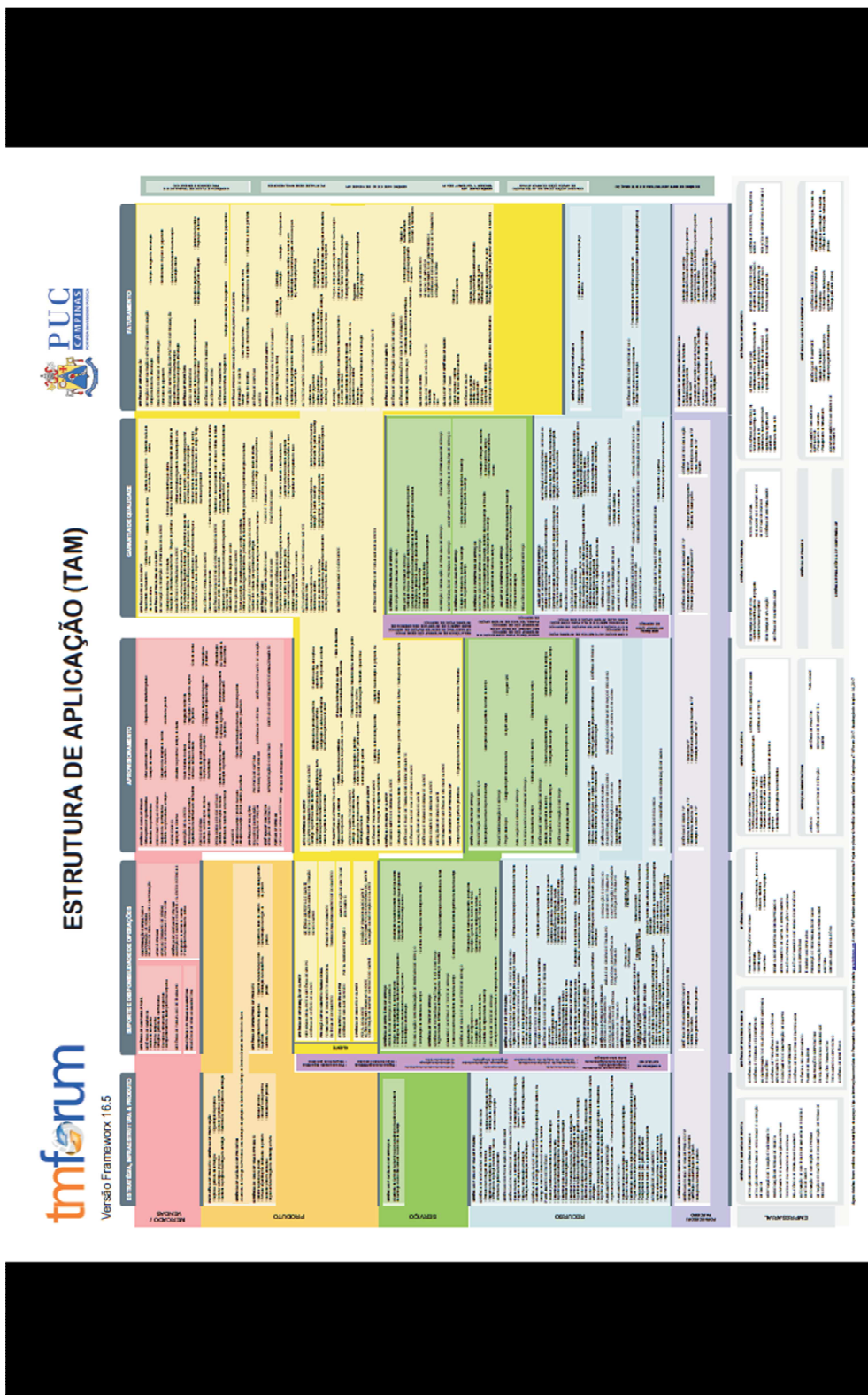


Figura 3 – Contextualização de Gerência de Falhas no *Application Framework*  
 Fonte: *TMForum* traduzido pela PUC-Campinas

### 3.2.1 Gerência de Falhas

Conforme descrito pelo *Application Framework*, a gerência de falhas provê as funcionalidades necessárias para gerenciar as falhas ocorridas associadas a um recurso específico. Incluindo entre essas funcionalidades as capacidades de:

- Identificar;
- Isolar;
- Resolver;
- Relatar.

As funcionalidades da gerência de falhas são destacadas a seguir:

#### 3.2.1.1 Monitoramento de Falhas

Essa funcionalidade é responsável por exibir o *status* de um determinado recurso em forma tabular, de gráfico ou ambos. Encarrega-se de comunicar-se com o recurso de maneira direta ou a partir de um gerenciador de recursos. Também é responsável por coletar o *status* do recurso e correlacionar com a sua topologia.

#### 3.2.1.2 Correlação de Falhas e Análise de Causa-Raiz

Essa funcionalidade é responsável por coletar as diversas falhas que ocorrem na rede e relacioná-las entre si, de maneira a reduzir o número de eventos ocorridos na rede, gerando o chamado RCA (*Root Cause Analysis*).

Possui, também, como atribuição a mediação entre os alarmes de rede, topologia de rede e configuração.

Podem-se destacar as seguintes funções principais:

- De-duplicação de alarmes

Permite que o sistema monitore os alarmes que são gerados e aqueles que são do mesmo equipamento, com a mesma característica alarmística, são sintetizados, de modo a reportar apenas um alarme e suas  $n$  ocorrências, em vez de vários alarmes;

- Autolimpeza de alarmes

Permite limpar um alarme, ou seja, fazer com que ele desapareça da tela de monitoramento. A gerência é capaz de detectar a normalização de uma falha e gera um evento de regularização, permitindo, assim, a limpeza do alarme;

- Limiares de alarmes

Em alguns cenários, quando uma falha é intermitente, podem-se definir limiares que, ao detectar uma determinada intermitência, gera-se um alarme sintetizado agrupando todos os demais;

- Correlação de alarmes

Com suporte da topologia da rede, que a gerência de falhas deve ter acesso, realiza correlação entre os alarmes, mesmo que venham de diferentes equipamentos.

Uma vez estudado o contexto em que o trabalho está inserido, no próximo capítulo, será discutido o Aprendizado de Máquina, com a utilização de algoritmos de inteligência artificial.



#### 4 CAPÍTULO III - APRENDIZADO DE MÁQUINA

*“Os robôs e os carros de autocondução do Google têm gerado grande interesse por parte da mídia, mas o verdadeiro futuro da empresa está na tecnologia de aprendizado de máquina que permite aos computadores ficarem mais espertos e mais pessoais..”*

– Eric Schmidt (Google Chairman) em [11].

Pensar em agrupamento ou correlação de falhas implica adquirir conhecimento, seja empírico, baseado na experiência dos usuários, seja por leitura de manuais de fabricantes no que diz respeito à gestão de alarmes e implementação das regras de correlação neles existentes.

De acordo com [12], a descoberta do conhecimento, baseado em análise de bases de dados históricas, tem se tornado fundamental nas companhias, de modo a transformar esses dados em conhecimento e racionalização de recursos e tempo.

Do ponto de vista de agrupamento ou correlação de falhas, tal tarefa, ao menos em parte, pode ser transferida para um algoritmo capaz de aprender, baseado em amostra de informações que ele recebe. Essas amostras necessitam ser tratadas e possuir atributos que tenham alguma relação com os padrões que se desejam descobrir, ao menos para o propósito deste trabalho. Outros mecanismos capazes de aprender podem fazer uso de informação não estruturada para prever comportamentos. Um exemplo disso pode-se notar quando se faz uma pesquisa na *Internet* sobre um pacote de viagem e, ao continuar a navegar ou mesmo acessar um aplicativo em um *SmartPhone*, passa-se a receber ofertas a respeito daquele pacote de viagem.

Essas informações não são estruturadas, no entanto, a partir de técnicas de mineração de dados, é possível interpretar essas consultas, mesmo não tendo uma estrutura formal definida do ponto de vista de banco de dados e, mesmo assim, tais algoritmos são capazes de interpretar essas informações, processar e sugerir resultados que tenham relação com o que se buscava.

De acordo com [13], o conceito de Aprendizado de Máquina começou a ser empregado nos anos 1970, quando os primeiros algoritmos com esse intuito surgiram. As técnicas de “Machine Learning” podem ser classificadas em dois grandes grupos, quais sejam, (i) supervisionadas e (ii) não supervisionadas.

Na técnica supervisionada, o objetivo é analisar um modelo posterior, já ocorrido, e gerar um novo modelo. Pode se expressar a técnica por uma função como  $f(x_1...n) = \hat{y}_1...m$ ,  $x_i$  são as instâncias dos dados ocorridos e  $\hat{y}_j$  representa uma instância resultante. Pode-se declarar o modelo como coerente quando a diferença do modelo resultante  $\hat{y}_j$  e modelo dado  $x_j$  é pequena. Tal coesão entre o modelo original e o resultante pode se medir pelo índice Kappa, que, conforme ilustração abaixo, caracteriza os seguintes parâmetros de aferição:

<b>Índice Kappa</b>	
<b>Valores</b>	<b>Interpretação</b>
0	Não existe concordância
0 - 0,19	Concordância mínima
0,20 - 0,39	Concordância razoável
0,40 - 0,59	Concordância moderada
0,60 - 0,79	Concordância substancial
0,80 - 1,00	Concordância perfeita

**Figura 4:** Índice Kappa  
Fonte: Elaborado pelo autor

Na seção 0, abordar-se-á em mais detalhes o índice kappa.

Já na técnica não supervisionada, os dados não são nomeados e o objetivo é definir como os dados se relacionam e gerar conhecimento pelo qual está se buscando.

#### **4.1 Tipos de Aprendizado de Máquina**

Ainda de acordo com [14], os sistemas podem aprender e aprimorar com experiência e, com o tempo, refinar um modelo que pode se utilizar para prever resultados de questões baseados em aprendizado prévio.

Quando se descreve aprendizado de máquina, podem-se estudar diversos conceitos que abordam diferentes linhas de pensamento. No escopo deste trabalho, foca-se no modelo de aprendizado supervisionado e não supervisionado, como será descrito a seguir:

#### 4.1.1 Supervisionado

O aprendizado supervisionado baseia-se em análise de conjunto de dados rotulados, ou seja, para cada tipo de dado, há um rótulo. Caso se analise, por exemplo, dados referentes a cadeiras, tem-se um rótulo que descreve o tamanho, profundidade, altura, peso etc., ou seja, característica ou dados da cadeira.

#### 4.1.2 Não-supervisionado

Já no modelo Não-supervisionado, não se tem a caracterização de cada dado. Para este caso, os algoritmos agrupam os dados de acordo com suas características. Baseado em categorias, utilizando-se o exemplo das cadeiras, esses tipos de algoritmos poderiam, por exemplo, classificá-las em cadeiras de escritório, cadeiras comuns de casa e assim por diante. Simplesmente analisando os dados.

São algoritmos conhecidos por fazer clusterização ou agrupamentos, no qual instâncias com características semelhantes são agrupadas.

## 4.2 Algoritmos

Para a elaboração deste trabalho, utilizaram-se os algoritmos classificadores geradores de árvores de decisão disponíveis no *Framework Weka*.

São eles:

- *DecisionStump*;
- *HoeffdingTree*;
- *J48*;
- *RandomForest*;
- *RandomTree*;
- *RepTree*.

Esses algoritmos serão melhor abordados nas seções seguintes.

No próximo capítulo, será abordado acerca do modelo apresentado para o trabalho.

## **5 CAPÍTULO IV - MODELO PARA PREDIÇÃO DE FALHAS EM SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES UTILIZANDO ALGORITMOS DE GERAÇÃO DE ÁRVORES DE DECISÃO**

Neste capítulo, apresenta-se um modelo de predição de falhas em sistemas de telecomunicações utilizando algoritmos de geração de árvores de decisão. O escopo deste trabalho limita-se a criar um modelo que, dado um conjunto de treino de falhas em redes de comunicação, utilizando-se algoritmos de inteligência artificial, cria predições de quais falhas poderiam ser agrupadas em bilhetes de incidentes de atendimento de rede para deslocamento de equipes de campo para correção dessas falhas.

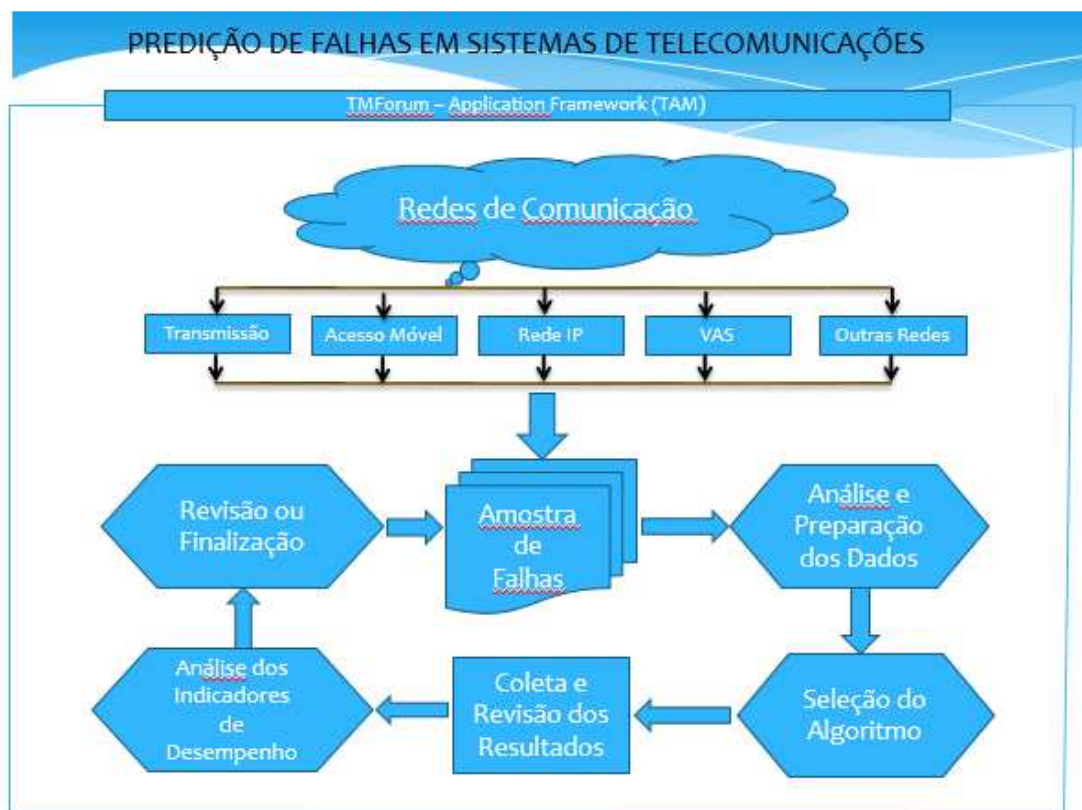
De acordo com [9], a correlação de falhas numa rede de comunicação é a generalização do estado da rede de acordo com a interpretação dos eventos que nela ocorrem.

Com isso, segue-se com o trabalho explorando essas premissas e se propõe uma abordagem diferenciada do ponto de vista de correlação de falhas, de modo a aproveitar os avanços que ocorreram ultimamente em termos de algoritmos de inteligência artificial e métodos de mineração de dados.

Para melhor compreensão, o modelo proposto pode ser resumido de acordo com o diagrama de blocos da Figura 5, que ilustra todas as etapas necessárias para aplicação deste estudo.

Como explorado no subcapítulo 0, este trabalho está inserido no contexto de gerência de falhas, que é parte integrante do modelo do *TMForum* nomeado de *Application Framework*, conhecido antes por TAM.

Na Figura 5, a seguir, tem-se o diagrama geral da proposta da presente dissertação:



**Figura 5** – Modelo para Predição de Falhas em sistemas de Telecomunicações utilizando Algoritmos de Geração de Árvores de Decisão  
Fonte: Elaborado pelo autor

Considerando-se uma rede de comunicação atual, a qual está aderente ao modelo *TM Forum*, mais especificamente no contexto do “**Application Framework**”, no qual se definem os padrões para as aplicações de gerenciamento de falhas, dentre outras coisas, toma-se uma dessas redes para a seleção do conjunto de falhas que irão servir como amostras para exposição aos algoritmos de inteligência artificial para geração das predições.

Ainda sobre a **Figura 5**, mostra-se a contextualização da proposta do trabalho.

Por se tratar de um trabalho para seleção de algoritmo de predição de falhas, podem-se selecionar falhas de qualquer tipo de rede.

As redes mencionadas na **Figura 5** são apenas exemplos. Porém, o modelo é aplicável a qualquer rede de comunicação.

Na etapa de seleção das **Amostras de Falhas**, deve-se observar, primeiramente, o tipo de rede em que se deseja obter tais falhas, que serão

consideradas como conjunto de treino para os algoritmos de predição. Para que se tenha um resultado mais assertivo, é importante que as falhas sejam provenientes do mesmo tipo de rede, ao menos num primeiro momento. Além disso, é conveniente que os equipamentos tenham uma relação entre si, ou seja, que estejam de alguma maneira interconectados.

Para a predição de falhas, as amostras precisam conter informações que permitam identificar corretamente a correlação entre a falha, o elemento de rede envolvido e as informações acerca da data e hora em que a falha ocorrerá. A **Tabela 1** exemplifica os dados que são necessários e de que precisam estar presentes nas amostras:

**Tabela 1** – Formato da Tabela do Conjunto de Treino

Nome	Tipo	Descrição	Exemplo
Origin	String	Identificação do elemento que reporta o alarme	RNCDPDB, RNCSRHA, BSCPCLB, BSCMB1A
netElement	String	Identificação do elemento que está alarmado	WRTC1, WGV11, GBGE1, BSCMB1A, WPET1, GPBK1, WIAT1
State	String	Identifica a unidade da federação onde o elemento de rede está localizado	SP, MG, PA, DF
almName	String	Nome do alarme gerado pelo elemento alarmado	RADIO TRANSMISSION TRANSCODER POOL MEAN HOLD TIME SUPERVISION, 22214, 22202
specProblem	String	Quando presente identifica informações adicionais da causa provável do alarme	FALHA CONEXAO ELEMENTO, FALHA INCONSISTENCIA CONFIGURACAO, FALHA DE SENSOR, FALHA MAL_FUNCIONAMENTO SENSOR, TAXA DE ERRO NA PORTA IP
probCause	String	Causa provável do alarme	TransmitFailure, Congestion, HighWind, ThresholdCrossed, SoftwareError, LossOfFrame, ResponseTimeExcessive, FileError
vendor	String	Identificação do fabricante do equipamento	ERICSSON_3G, HUAWEI_2G, ERICSSON_2G, HUAWEI_3G
dtAlarm	Data/Hora	Data e hora da geração do alarme	20/01/2017 20:15:00

Fonte: Elaborado pelo autor

Ainda a respeito da **Tabela 1**, os campos mencionados são provenientes dos elementos e gestores desses elementos. Tais campos são baseados nos padrões do [15], que descreve as informações básicas que os elementos que compõem uma rede deve possuir do ponto de vista de alarmística. Adicionalmente, mostram-se alguns exemplos de cada campo com conteúdo extraído a partir das amostras de falhas.

Após a etapa de seleção das Amostras de Falhas, parte-se para a etapa de **Análise e Preparação dos Dados**. Essa etapa tem por objetivo preparar o conjunto de amostras para serem processadas pelos algoritmos. Por se tratar de um conjunto de falhas, é importante que ao menos as informações básicas que lhe são inerentes estejam presentes.

Outro fator importante, por se tratar de análise de falhas, para uma futura correlação, é selecionar apenas a ocorrência das falhas, ignorando o que é chamada de limpeza da falha, ou seja, os equipamentos possuem a capacidade de gerar um alarme de falhas e, havendo a sua normalização, gerar um identificador de que a falha não existe mais, comumente conhecido no universo de gerência de falhas de “*clear*”. Todos os alarmes de falhas do tipo “*clear*” devem ser ignorados.

A próxima etapa do modelo é a **Seleção do Algoritmo**. Nessa fase, começa-se a submeter aos algoritmos o conjunto de falhas previamente selecionados.

Conforme mencionado em capítulos anteriores e por se tratar de um conjunto de falhas bem identificado, ou seja, cada classe possui seu rótulo (colunas), o universo de algoritmos possíveis restringe-se a algoritmos de classificação de aprendizado de máquina classificados como Supervisionados.

Além disso e dada a característica do que se deseja obter, devem-se restringir os algoritmos àqueles que geram árvores de decisão.

Para a realização do presente trabalho, optou-se pelos algoritmos presentes na ferramenta utilizada para a geração das árvores de decisão *WEKA*. Os algoritmos presentes na ferramenta são os apresentados na **Tabela 2** a seguir:

**Tabela 2** – Lista de Algoritmos de Árvore de Decisão

Algoritmo	Descrição
DecisionStump	Consiste em uma árvore de decisão com apenas um nível e duas ramificações.
HoeffdingTree	Consiste em um método que assume que a distribuição de geração de exemplos não muda constantemente. Ele explora o fato de que uma pequena amostra pode ser suficiente para escolher um atributo com boa separação entre as classes.
J48	O algoritmo J48 permite a criação de modelos de decisão em árvore. Utiliza uma tecnologia greedy para induzir árvores de decisão para posterior classificação.
RandomForest	É uma técnica computacional eficiente principalmente quando se trata de grandes bases de dados. Utilizada em muitos projetos de pesquisas, em especial bioinformática.
RandomTree	Este algoritmo gera uma árvore de decisão considerando apenas alguns atributos escolhidos aleatoriamente para cada nó da árvore.
REPTree	O algoritmo REPTree usa informações de ganho e variância para construir a árvore de decisão.



Após a etapa de Seleção dos Algoritmos, passa-se para a **Coleta e Revisão dos Resultados**. Nessa etapa, devem-se analisar as árvores geradas por cada um dos algoritmos, verificar se é necessário ajustar algum tipo de parâmetro na execução dos algoritmos e observar se as árvores foram geradas adequadamente, para, então, seguir para a próxima etapa. Dependendo do algoritmo, é necessário selecionar padrões de comportamento diferentes para execução, como ajustes nos níveis das árvores e, até mesmo, nível de recursividades. A depender da configuração do computador no qual está a executar os algoritmos, podem ser necessários ajustes de parâmetros de memória, como sua ampliação para máquina virtual Java.

Em seguida, passa-se para a etapa de **Análise dos Indicadores de Desempenho**, que irá indicar a eficiência dos algoritmos baseada numa série de indicadores que são disponibilizados a partir da sua execução.

Tal análise pode ser feita baseada nos indicadores descritos na seção 0 6.3 Avaliação dos Algoritmos. Com isso, selecionam-se os algoritmos que obtiveram os melhores resultados, com maior número de instâncias classificadas e com as árvores e instâncias previstas de maior grau de assertividade.

Por fim, tem-se a etapa de **Revisão ou Finalização**, que consiste em avaliar as árvores geradas, priorizando aquelas geradas pelos algoritmos que demonstraram maior precisão, analisar as instâncias em que foram previstas e comparar os resultados com base em informações do mundo real, ou seja, no caso deste trabalho, comparar as correlações e agrupamentos de falhas com as correlações e agrupamentos que ocorrem num sistema de comunicação conhecido.

No capítulo seguinte, será abordado acerca do ambiente de testes utilizado para comprovar os conceitos do trabalho.

## 6 CAPÍTULO V - AMBIENTE DE TESTES

Neste capítulo, apresenta-se o ambiente para desenvolvimento do trabalho, conceituando a origem das amostras de dados ou conjuntos de treino, bem como todas as ferramentas utilizadas.

Para a execução do trabalho, utilizaram-se as seguintes ferramentas ou recursos:

- Notebook padrão de mercado com 500Gb de Disco e 12Gb de memória RAM com sistema Windows 7 Enterprise de 64 bits e máquina virtual Java versão 1.8;
- *Framework Weka* versão 3.8;
- Amostra de dados, ou conjunto de treino com 10.000 instâncias de falhas coletadas de uma rede de acesso móvel em um dia e horário quaisquer;
- Ferramenta Explorer do *Framework Weka* com a seleção dos algoritmos de árvore de decisão;
- Microsoft Excel para manipulação dos dados.

A seguir, algumas considerações a respeito do “Conjunto de Amostras” e também das possíveis redes de comunicação das quais esse conjunto pode ser extraído.

### 6.1 Conjunto de Amostras

Quando se trata de falhas em redes de comunicação, deve-se levar em consideração a origem dessas falhas, de modo que seja selecionado um conjunto de amostras, ou conjunto de treino para serem processadas pelo algoritmo e que possibilite obter ganhos com os resultados.

Os dados da amostra devem possuir uma certa coerência entre si, de modo a evitar que sejam processados conjunto de dados que se sabe previamente serem totalmente distintos, não permitindo inferir nenhum tipo de

relação entre eles. Exemplos de amostras que poderiam ser selecionadas para processamento pelos algoritmos serão abordados a seguir.

Não se entra em detalhes quanto a todos os possíveis tipos de amostras que se pode coletar para serem processadas pelos algoritmos. Mas o que se recomenda é que o conjunto de dados para treino tenha representatividade do conjunto de falhas que se deseja analisar.

Dessa maneira, elencam-se três redes, considerando o cenário de uma operadora, que, por sua natureza, geram muitas falhas e concentra-se o maior esforço em recuperação e que afetam o maior número de usuários possível. A seguir, exemplos de falhas que podem ser coletadas e que servirão como amostras para os algoritmos de predição que serão estudados.

#### 6.1.1 Alarmes da Rede Móvel – Acesso e Centro da Rede

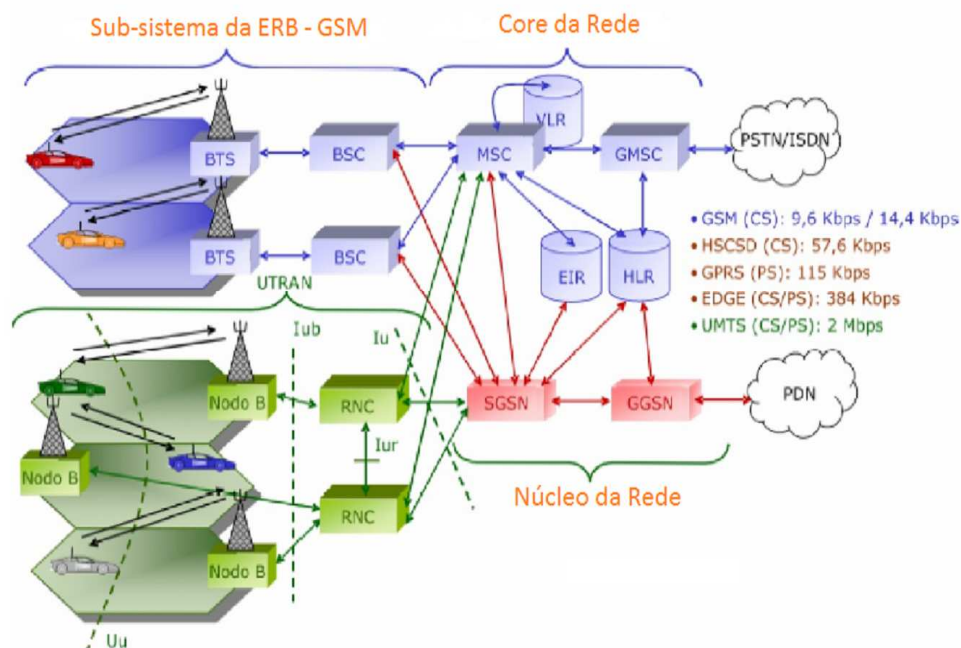
Neste primeiro exemplo, selecionam-se alarmes de falhas de uma rede de tecnologia móvel para atendimento a usuários de celulares. Essas redes, ao menos com as tecnologias atuais, possuem poucos tipos diferentes de equipamentos e, com isso, se permite ser mais assertivo na coleta de amostras.

Nesse caso, poderia selecionar um conjunto de alarmes de elementos de rede dessa tecnologia como RNCs e NodeBs para redes 3G, ERBs e BSCs para redes 2G, eNodeBs para redes 4G e os elementos do centro de rede, GGSN, SGSN, respectivamente.

Com uma amostra seletiva, como as geradas por esses elementos, se trará maior consistência aos dados, uma vez que tais equipamentos estão interconectados e uma falha num desses equipamentos pode gerar falhas em outros.

A Figura 6 demonstra a interconexão entre os elementos. Os alarmes provenientes desses elementos podem ser agrupados, a depender de como estão conectados:

## Arquitetura da Rede UMTS



**Figura 6** – Arquitetura da Rede UMTS – Acesso Móvel

Fonte: Adaptado pelo autor

Ainda sobre a Figura 6, nota-se como os elementos estão dispostos na rede, na qual se vê claramente a segregação da rede móvel 2G, 3G e, também, dos elementos de controle, chamados de “núcleo de rede”. Dessa maneira, fica claro que a coleta de alarmes dessa rede pode gerar ganhos na elaboração de regras de correlação.

### 6.1.2 Alarmes da Rede de Transmissão

A rede de transmissão é seguramente uma das redes que mais geram alarmes, principalmente devido à sua alta complexidade de configurações, interconexões, além de estar sujeita a condições atmosféricas e do meio ambiente, uma vez que boa parte de sua infraestrutura passa por rodovias, cidades, florestas, rios e até mesmo oceanos.

Os meios de transmissão mais comuns nesse tipo de rede são cabos metálicos, de fibra óptica, cabos submarinos, sistemas de transmissão SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) e PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*), redes

DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*), rádios e satélites, além de inúmeros equipamentos que permitem o sincronismo nesse tipo de rede.

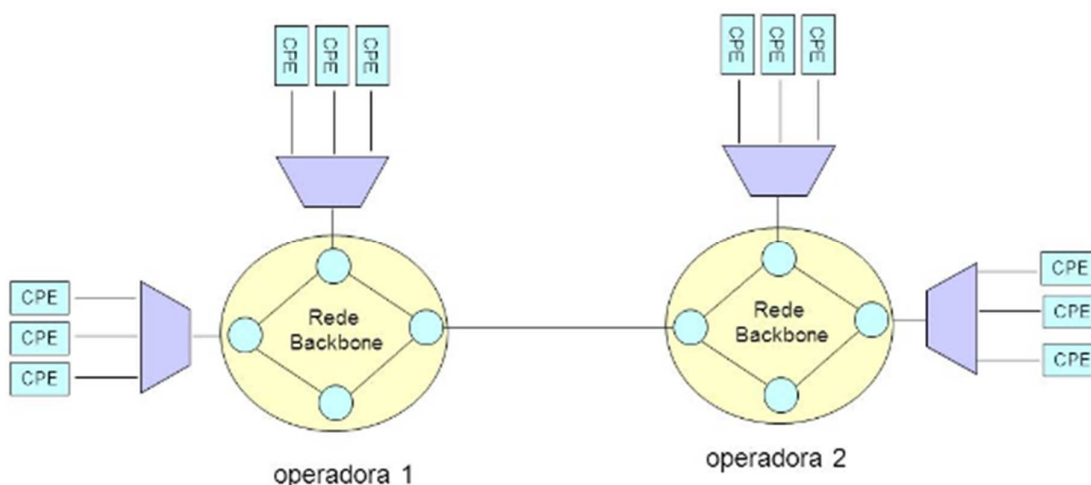
As redes de transporte ou transmissão caracterizam-se por suportar as outras redes, sendo que, muitas vezes, uma falha em algum ponto da rede de transmissão acarreta inúmeras falhas nas outras redes.

Devido a essa característica, tomar um conjunto de alarmes desta rede como amostragem para os algoritmos de classificação para predição de agrupamentos de falhas certamente irá produzir bons resultados.

Do ponto de vista de operação e manutenção, a rede de transmissão possui alto custo, uma vez que as equipes técnicas necessitam fazer deslocamentos para reparos, portanto, ao se ter algum mecanismo que consolide e agrupe melhor essas falhas, certamente, trará ganhos e diminuição de custos, uma vez que serão necessários menos deslocamentos.

### 6.1.3 Alarmes da Rede IP

Outra rede que seguramente terá benefícios com este trabalho é a rede IP (*Internet Protocol*), que, ao final das contas, é o tipo de rede que permite o acesso final dos usuários e possui uma diversidade muito grande do ponto de vista de elementos para que seja operada.



**Figura 7** – Esquemático de um *backbone* IP conectado a outro *backbone*

Fonte: Elaborado pelo autor

Esse tipo de rede caracteriza-se por possuir tecnologias muito heterogêneas e com muitos fabricantes, fazendo com que sua configuração, apesar de seguir determinados padrões, tenha por característica gerar muitos alarmes de falhas.

Além disso, por ser a rede que está mais próxima do usuário final e também, por muitas vezes, conectar-se a outras redes IP's, como é o caso dos *backbones* IP de outras operadoras, como exemplificado na Figura 7, possui maior capilaridade e a percepção de falhas também é maior. É normalmente a rede que demanda maior quantidade de técnicos especialistas para dar suporte e tratamento das falhas.

#### 6.1.4 Considerações a Respeito de Agrupamento inter-redes

Quando se pensa em amostras para os algoritmos classificadores, numa primeira análise, pensa-se em conjunto de alarmes de falhas em cada tipo específico de rede. Porém, por se tratar de agrupamento e correlação de falhas, é muito comum agruparem-se falhas de uma rede com falhas de outra.

Um exemplo básico desse tipo de agrupamento dá-se entre a rede de transmissão, que, como explicado anteriormente, acaba por “carregar” as outras redes. Por dedução, conclui-se que qualquer falha na rede de transmissão, que eventualmente não possua uma proteção, poderá acarretar numa série de alarmes de falha em outras redes.

Imaginando-se que, numa única fibra óptica, poderá estar a aprovisionar diversos serviços oriundos de outras redes, como voz sobre IP, IPTV (*Internet Protocol Television*), serviços de comunicação de dados corporativos, serviços de dados pessoal e assim por diante, seria natural, ao ocorrer uma falha na rede de transmissão, associá-la com possíveis falhas decorrentes nas outras redes e, conseqüentemente, a indisponibilidade de todos os serviços que estejam sendo providos por ela.

Outro caso em que esse tipo de correlação poderia se dar seria com relação às falhas de infraestrutura, como interrupção de energia elétrica.

Normalmente, as grandes operadoras possuem sistemas de proteção para essas falhas de energia, utilizando-se de bancos de bateria para suprir a necessidade enquanto durar a falha de energia da concessionária. No entanto, caso a falha persista por bastante tempo, ou mesmo um sistema de proteção mal dimensionado pode efetivamente parar de funcionar e gerar uma série de falhas em todos os elementos atendidos por esses sistemas de bateria.

Essas falhas de infraestrutura geralmente são monitoradas pelos sistemas de gerência de falhas, sendo que normalmente comunicam aos gestores de falhas que há algum problema, como, por exemplo, um alarme de “bateria em descarga”, que, se não tratado corretamente, poderá gerar falhas subsequentes. Nesse caso, esses alarmes de falha de infraestrutura poderão ser associados e agrupados a falhas de outros equipamentos em decorrência da falha de energia.

## 6.2 Seleção dos Algoritmos

Incorporados ao *Framework Weka*, versão 3.8, encontram-se os algoritmos utilizados no ambiente de testes para validação dos conceitos estudados neste trabalho.

Aproveita-se este subcapítulo para esclarecer a respeito dos algoritmos de inteligência artificial, suas classificações e denominações.

Os algoritmos de aprendizado de máquina podem ser subdivididos em três categorias principais. Existem outras, mas o presente trabalho irá se concentrar nessas três. O estudo se concentra nos algoritmos de classificação, que são adequados aos tipos de dados, ou conjunto de treino, disponibilizados para processamento e coleta de resultados do estudo.

Para efeito de conhecimento, uma breve descrição desses três grupos de algoritmos:

- Algoritmos de Classificação

De acordo com [16], a classificação é um processo para encontrar um conjunto de modelos que descrevem ou distinguem classes, de tal maneira

que se tenha um modelo final para prever classes que ainda não foram classificadas.

A partir de um conjunto de dados de treino e com rótulos identificados, ou seja, cada coluna possui um nome, também conhecida por classe, esse método será capaz de criar as associações, de acordo com os atributos, e gerar as árvores de decisão com a associação entre as classes. Por se tratar de um método no qual os dados são discriminados, ou seja, possuem um rótulo, esses algoritmos são classificados por aprendizado supervisionado;

- Algoritmos de Regressão

De acordo com [17], algoritmos de regressão atuam sobre dados com estrutura conhecida e com valores numéricos, sendo úteis em casos de análise que se quer deduzir algum valor, como, por exemplo, dado um conjunto de informações sobre casas, como metragem, quantidade de quartos, banheiros, valor do metro quadrado, descobrir o valor de aluguel, valor de venda;

- Algoritmos de Agrupamentos/Clusterização

A clusterização é um método de segmentação de dados que partilham tendências e padrões semelhantes. Este tipo de estudo não tem um rótulo dependente para a informação que se está a processar. Não busca um perfil ou uma peculiaridade específica, como acontece nos algoritmos de classificação, por isso, são considerados como aprendizagem não supervisionada ou segmentação. Segundo [18], a clusterização permite a análise de um dado problema a partir de um novo grupo de observadores. Um exemplo da utilização de algoritmos de clusterização está no interesse das empresas em conhecer as semelhanças existentes entre os seus clientes, de modo a poderem criar e entender os diferentes grupos aos quais se dirigem e a quem vendem. Com base histórica de característica de seus clientes, pode-se classificá-los e descobrir os diferentes clusters e criar campanhas segmentadas, de acordo com cada perfil.



Para o propósito deste trabalho, serão focados nos algoritmos de classificação, pois o objetivo é justamente fazer com que os algoritmos analisem uma amostra de falhas da rede, faça as classificações e, ao final, gere as sugestões de classes que foram previstas a partir das amostras analisadas. Obtêm-se as classes que foram previstas a partir das árvores de decisão geradas por esses algoritmos.

Para efeito didático, os algoritmos de regressão são mais apropriados para análise de dados quantitativos, como, por exemplo, dado conjunto de informações de imóveis poderá prever o preço de venda ou de aluguel.

### **6.3 Avaliação dos Algoritmos**

Uma vez que se tenha definida a utilização dos algoritmos que implementam os métodos de classificação, devem-se executá-los tomando como base o conjunto de dados para treino e, por fim, apurar a sua eficiência.

A eficiência dos algoritmos mede-se com base em alguns índices, sendo que os índices que serão utilizados neste trabalho são:

- Matriz de Confusão ou Matriz de Erro

De acordo com [19], a matriz de confusão sumariza a performance de um algoritmo de classificação.

A Matriz de Confusão torna mais fácil verificar se um algoritmo está confundindo classes distintas, daí o nome.

A Matriz de Confusão é um tipo de tabela que permite visualizar o desempenho de um algoritmo de aprendizado e aplica-se para algoritmos classificados como aprendizado supervisionado. Cada coluna da matriz representa as instâncias de uma classe prevista e as linhas representam os casos de uma classe real.

A seguir, uma tabela com exemplo de uma matriz de confusão:

**Tabela 3** – Matriz de Confusão

Representação matemática de uma matriz de confusão.

Classificação	Dados de referência			Total nas linhas $n_{i+}$
	1	2	c	
1	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{1c}$	$x_{1+}$
2	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{2c}$	$x_{2+}$
c	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{3c}$	$x_{c+}$
Total nas colunas $n_{+j}$	$x_{+1}$	$x_{+2}$	$x_{+c}$	n

Fonte: Adaptado pelo autor

A partir de uma matriz de confusão, podem-se derivar vários outros indicadores, que são:

- Exatidão Global;
  - Precisão de Classe Individual;
  - Precisão de Produtor;
  - Precisão de Usuário;
  - Índice Kappa.
- Exatidão Global  
A exatidão global (G) é calculada dividindo a soma da diagonal principal da matriz de erros  $x_{ii}$ , pelo número total de amostras coletadas n, ou seja:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^c x_{ii}}{n}$$

**Equação 1** – Exatidão Global

- Índice Kappa  
De acordo com [20], o índice Kappa descreve a intensidade de concordância entre dois ou mais métodos de classificação, sendo 1 considerado como total concordância e 0 total discordância.  
A análise de Kappa é uma técnica multivariada discreta usada na avaliação da precisão temática e utiliza todos os elementos da matriz de confusão no seu cálculo. O coeficiente Kappa (K) é uma medida da concordância real (indicado pelos elementos diagonais da matriz de confusão) menos a

concordância por chance (indicado pelo produto total da linha e coluna, que não inclui entradas não reconhecidas), ou seja, é uma medida do quanto a classificação está de acordo com os dados de referência. O coeficiente Kappa pode ser calculado por meio da seguinte equação:

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^c x_{ii} - \sum_{i=1}^c x_{i+} x_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^c x_{i+} x_{+i}}$$

**Equação 2** – Índice Kappa

No qual  $K$  é uma estimativa do coeficiente Kappa;  $x_{ii}$  é o valor na linha  $i$  e coluna  $i$ ;  $x_{i+}$  é a soma da linha  $i$  e  $x_{+i}$  é a soma da coluna  $i$  da matriz de confusão;  $n$  é o número total de amostras e  $c$  o número total de classes.

De acordo com a literatura e aceito pela comunidade científica, a Figura 4 apresenta níveis de classificação para o Índice Kappa.

## 6.4 Weka Framework

Para a aplicação dos conceitos estudados neste trabalho e apuração dos resultados, utilizar-se-á o *Framework Weka* (Waikato Environment for Knowledge Analysis) [2], que é um *software* de uso livre, desenvolvido utilizando a linguagem Java na Universidade de Waikato na Nova Zelândia.

O Weka é muito utilizado no meio acadêmico, tanto por estudantes como por professores. Possui um conjunto de algoritmos que aborda diferentes paradigmas na área da inteligência artificial, dentro do conceito de aprendizado de máquina. Possui uma interface simplificada, com um conjunto de algoritmos já incorporados, que permite realização de diferentes estudos de mineração de dados, mesmo que o usuário final não tenha conhecimentos de linguagens de programação, o que simplifica seu uso.

Utilizando-se de técnicas de mineração de dados, o Weka realiza uma análise computacional e estatística dos dados e induz para a geração de padrões de maneira a gerar hipóteses para o conjunto de dados utilizado na amostragem.

O Weka permite agregar novos algoritmos a partir da opção “*Explore*”, conforme pode ser visto na Figura 8.



**Figura 8:** Framework WEKA

De maneira geral, a partir do menu “*Explore*” do *Weka*, pode-se acessar os dados a serem avaliados, que devem ser arquivos do tipo “arff”, que é o padrão do *Weka*, ou mesmo a partir de uma base de dados, desde que tenha se instalado os *plugins* adequados para acesso a essa base.

## 6.5 Outros Recursos

Ainda como parte do ambiente de testes, utilizou-se o *Microsoft Excel* para manipulação dos dados, por meio do qual se copiam os resultados diretamente do *Framework Weka* e os trabalhava de maneira a apresentar os resultados de maneira mais amigável.

Além desse uso, fez-se uso do *Microsoft Excel* para, a partir dos mecanismos de buscas, certificar quais regras de correlação geradas pelos algoritmos correspondiam às regras do mundo real, utilizando uma planilha com a descrição das regras aplicadas numa operadora de telecomunicações.

Uma vez compreendido o ambiente de testes, passa-se à elaboração dos resultados e sua análise. Nas seções a seguir, será detalhada a análise dos resultados obtidos de acordo com a execução de cada algoritmo.

## 7 RESULTADOS OBTIDOS

Uma vez definido o ambiente no qual esse trabalho está inserido, passa-se efetivamente a discorrer a respeito dos resultados obtidos com a exposição dos conjuntos de treino aos algoritmos que serão analisados, utilizando o *Weka Framework*.

O primeiro passo é justamente definir os dados que serão estudados. Em nosso caso, os dados analisados pertencem a um conjunto de falhas de redes em uma grande operadora de telecomunicações. Mais especificamente, alarmes da rede de acesso dessa operadora, que basicamente é composto por equipamentos dos tipos RNC, BSC, BTS, NodeB, eNodeB, compreendendo as tecnologias 2G, 3G e 4G.

O modelo de dados a ser utilizado é descrito na Tabela 1.

A seguir, a descrição de cada coluna do modelo de dados:

- *Origin*  
Este campo identifica a sigla do elemento de rede onde a falha ocorreu. Essa sigla normalmente é definida pelo operador da rede e, quando ocorre uma falha, tal descrição será externada para a gerência de falhas;
- *State*  
Este campo identifica a unidade da federação onde está localizado o elemento de rede. Esse tipo de informação pode ser nativo do elemento de rede, sendo configurado em algum campo, ou ser resgatado a partir de um processo conhecido como enriquecimento de falhas, no qual normalmente se consulta uma base de dados e adicionam-se informações ao alarme de rede;
- *almName*  
Este campo possui a descrição do nome do alarme;
- *specProblem*  
Este campo possui uma especialização do alarme da falha gerada;
- *probCause*

Este campo identifica, segundo padrões do fabricante, qual seria a causa provável da falha;

- *Vendor*

Este campo identifica o nome do fabricante do elemento de rede;

- *dtAlarm*

Por fim, este campo determina o momento em que a falha ocorreu, no caso, com a informação da data e horário.

A seguir, uma pequena amostra dos dados, conforme Tabela 4:

**Tabela 4** - Amostra de Dados Rede de Acesso Móvel

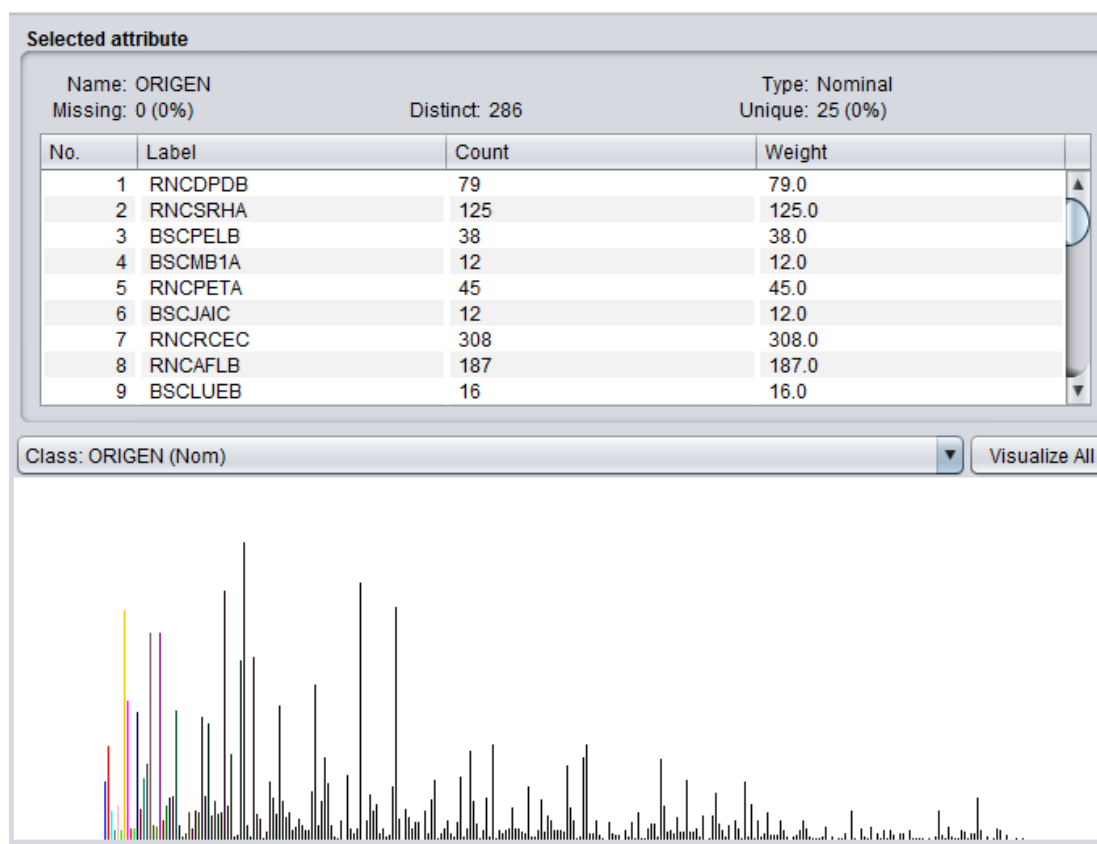
No.	1: ORIGEN Nominal	2: netElement Nominal	3: State Nominal	4: almName Nominal	5: specProblem Nominal	6: probCause Nominal	7: FAMILIA Nominal	8: dtAlarm Date
1	RNCDPDB	WRTC1	AM	DeviceGroup...	FALHA TEMPE...	Temperatur...	ERICSSO...	2016-04-...
2	RNCSRHA	WGVL1	GO	ExternalAlarm	FALHA DE EN...	AirConditioni...	ERICSSO...	2016-04-...
3	RNCSRHA	WGVL1	GO	ExternalAlarm	BATERIA EM ...	BatteryDisch...	ERICSSO...	2016-04-...
4	RNCSRHA	WGVL1	GO	ExternalAlarm	FALHA EM FU...	FuseFailure	ERICSSO...	2016-04-...
5	RNCSRHA	WGVL1	GO	ExternalAlarm	FALHA DE RE...	RectifierFailure	ERICSSO...	2016-04-...
6	BSCPCLB	GBGE1	RS	6488	TENSAO DC R...	PowerProblem	HUAWEI_2G	2016-04-...
7	BSCMB1A	BSCMB1A	PA	RADIO TRA...	ALERTA SOBR...	LossOfMultiF...	ERICSSO...	2016-04-...
8	RNCPETA	WPET1	PE	22214	NODEB FORA ...	Indeterminate	HUAWEI_3G	2016-04-...
9	RNCPETA	WPET1	PE	22202	SETOR FORA ...	Indeterminate	HUAWEI_3G	2016-04-...
10	BSCJAIC	GPBK1	SP	CELL LOGIC...	FALHA INDISP...	Unavailable	ERICSSO...	2016-04-...
11	BSCJAIC	GPBK1	SP	CELL LOGIC...	FALHA INDISP...	Unavailable	ERICSSO...	2016-04-...
12	BSCJAIC	GPBK1	SP	CELL LOGIC...	FALHA INDISP...	Unavailable	ERICSSO...	2016-04-...
13	RNCRCEC	WIAT1	PE	301	FALHA COMU...	EquipmentM...	HUAWEI_3G	2016-04-...
14	RNCAFLB	WAQH2	SP	AuxPlugInUn...	FALHA ALIME...	CommercialP...	ERICSSO...	2016-04-...
15	BSCLUER	GPMT1	MG	RADIO X-CE...	FALHA MAL_F...	QueueSizeE...	ERICSSO...	2016-04-...
16	BSCSAGB	GCSS1	MG	RADIO X-CE...	CLIMATIZACA...	SnmpTrapW...	ERICSSO...	2016-04-...
17	RNCPETA	WPET1	PE	301	FALHA COMU...	EquipmentM...	HUAWEI_3G	2016-04-...
18	RNCPGEA	WHMO1	SP	DigitalCable_...	FALHA MAL_F...	EquipmentM...	ERICSSO...	2016-04-...
19	BSCAJUC	BSCAJUC	SE	RADIO TRA...	FALHA INDISP...	FireDetected	ERICSSO...	2016-04-...
20	BSCNREB	WBT11	SP	26235	FALHA MAL_F...	EquipmentM...	HUAWEI_3G	2016-04-...
21	RNCAFLB	WAQH2	SP	DigitalCable_...	FALHA MAL_F...	EquipmentM...	ERICSSO...	2016-04-...
22	RNCAFLB	WAQH2	SP	DigitalCable_...	FALHA MAL_F...	EquipmentM...	ERICSSO...	2016-04-...
23	RNCSAGB	WLAL1	MG	Gigabit Ether...	FALHA TRANS...	Replaceable...	ERICSSO...	2016-04-...
24	RNCSFEA	WGNT1	SP	AuxPlugInUn...	FALHA ALIME...	CommercialP...	ERICSSO...	2016-04-...

Para o exercício desse trabalho, se utilizou um conjunto com 10.000 amostras de falhas, de acordo com o padrão exigido pelo *Weka*, contendo linhas de alarmes com seus atributos conforme descrito na Tabela 1.

Extraíndo as informações do conjunto de treino, obtém-se a seguinte análise de distribuição dos dados para cada classe.

É importante ressaltar que esta análise demonstra a quantidade de ocorrências únicas de cada classe no conjunto de 10.000 instâncias, portanto, nas imagens a seguir, tem-se apenas uma pequena amostra das instâncias e um histograma com as quantidades de cada classe. A quantidade única de cada classe está representada no valor que aparece após o nome “distinct”.

Nas figuras a seguir, tem-se a análise proporcionada pelo *Framework Weka* referente à unicidade de cada valor para cada tipo de classe:



**Figura 9** – Distribuição dos dados para a Classe *ORIGEN*

A **Figura 9** representa uma amostra do conjunto de 10.000 registros especificamente para o campo “ORIGEN”. A figura demonstra que, dos 10.000 registros, 286 são únicos efetivamente, em seguida, tem-se uma amostra dos 9 primeiros registros com a contagem de quantas vezes o valor aparece dentre os 10.000 registros. No painel seguinte, aparece um histograma com base na quantidade de vezes que cada registro aparece unicamente.



**Selected attribute**

Name: netElement  
Missing: 0 (0%)  
Distinct: 2364  
Type: Nominal  
Unique: 1327 (13%)

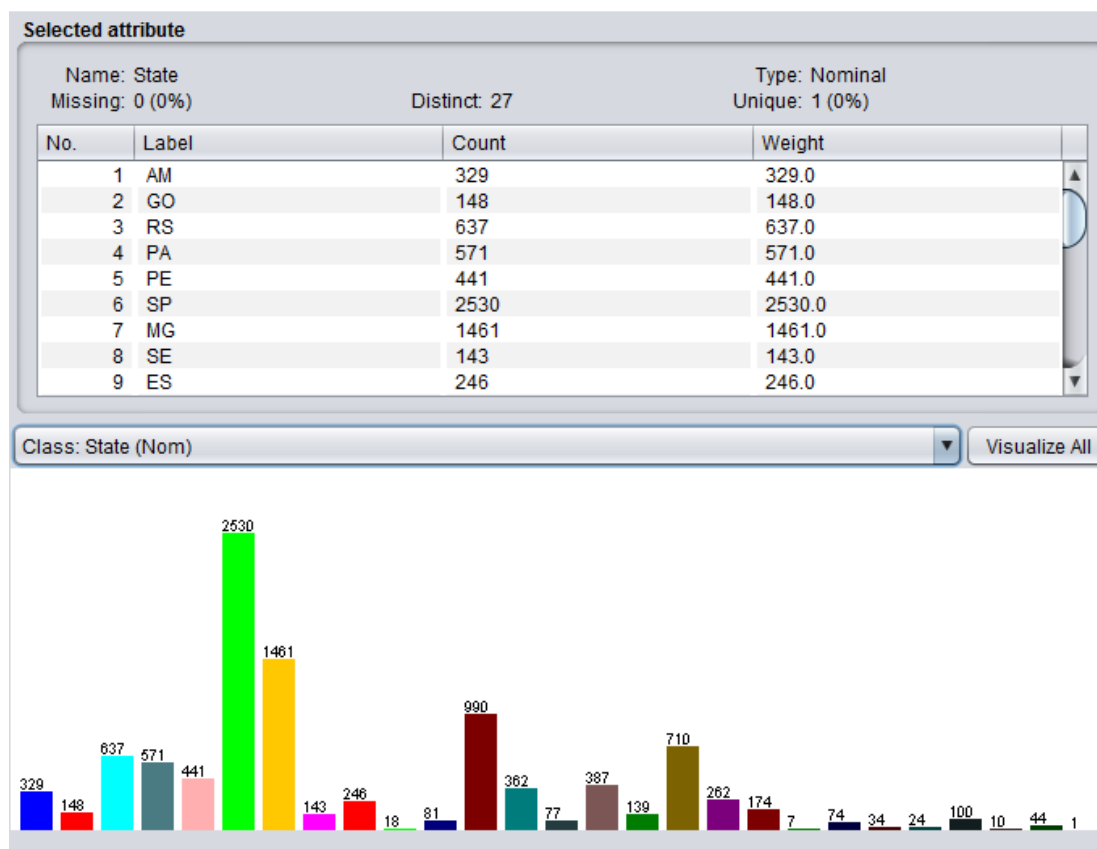
No.	Label	Count	Weight
1	WRTC1	73	73.0
2	WGVL1	60	60.0
3	GBGE1	29	29.0
4	BSCMB1A	1	1.0
5	WPET1	8	8.0
6	GPBK1	6	6.0
7	WIAT1	46	46.0
8	WAQH2	187	187.0
9	GPMT1	1	1.0

Class: netElement (Nom) Visualize All

Too many values to display.

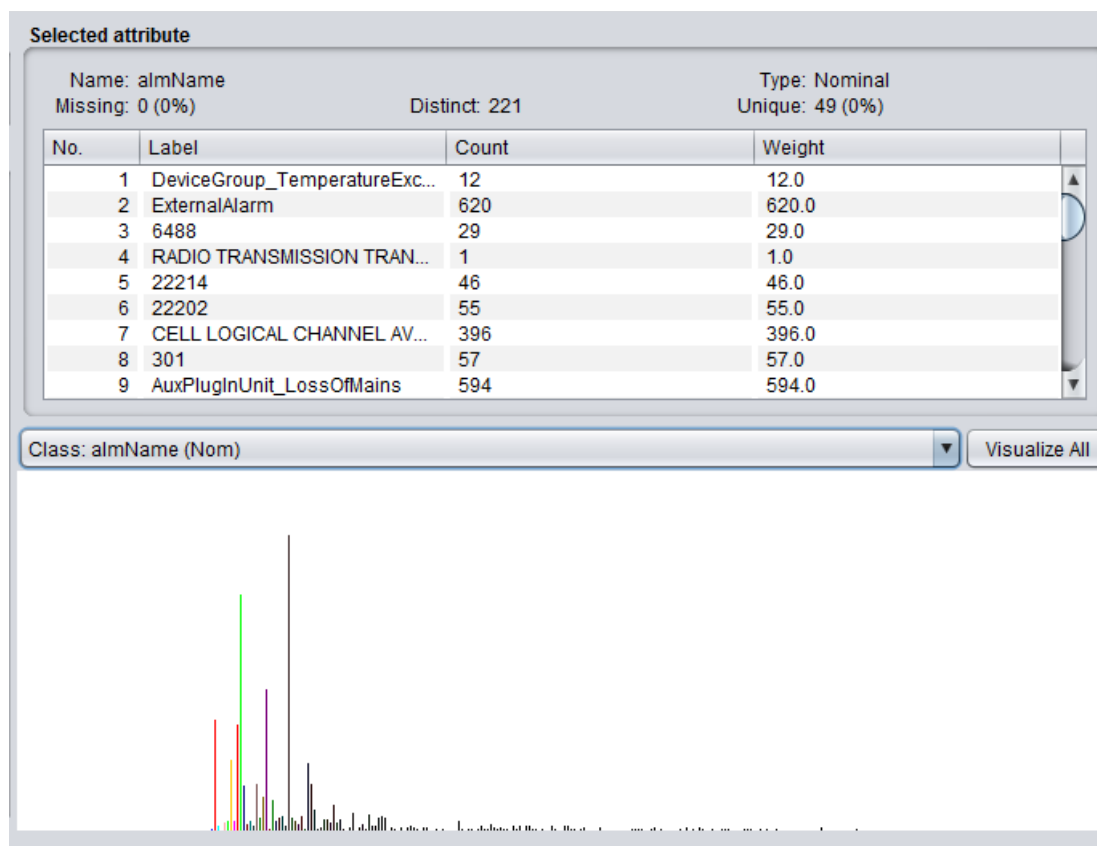
**Figura 10** – Distribuição dos Dados para a Classe *netElement*

A **Figura 10** representa uma amostra do conjunto de 10.000 registros especificamente para o campo “*netElement*”. A figura demonstra que, dos 10.000 registros, 2.364 são únicos efetivamente, em seguida, tem-se uma amostra dos 9 primeiros registros com a contagem de quantas vezes o valor aparece dentre os 10.000 registros. No painel seguinte, aparece um histograma com base na quantidade de vezes que cada registro aparece unicamente.



**Figura 11** – Distribuição dos Dados para a Classe *State*

A **Figura 11** representa uma amostra do conjunto de 10.000 registros especificamente para o campo “*State*”. A figura demonstra que, dos 10.000 registros, 27 são únicos efetivamente, em seguida, tem-se uma amostra dos 9 primeiros registros com a contagem de quantas vezes o valor aparece dentre os 10.000 registros. No painel seguinte, aparece um histograma com base na quantidade de vezes que cada registro aparece unicamente.



**Figura 12** – Distribuição dos Dados para a Classe *almName*

A **Figura 12** representa uma amostra do conjunto de 10.000 registros especificamente para o campo “*almName*”. A figura demonstra que, dos 10.000 registros, 221 são únicos efetivamente, em seguida, tem-se uma amostra dos 9 primeiros registros com a contagem de quantas vezes o valor aparece dentre os 10.000 registros. No painel seguinte, aparece um histograma com base na quantidade de vezes que cada registro aparece unicamente.

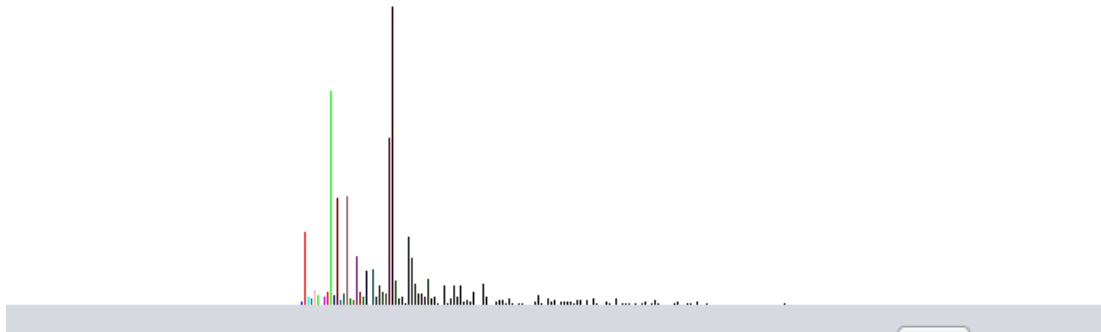
**Selected attribute**

Name: specProblem  
Missing: 0 (0%)  
Distinct: 160

Type: Nominal  
Unique: 23 (0%)

No.	Label	Count	Weight
1	FALHA TEMPERATURA_ALTA ...	21	21.0
2	FALHA DE ENERGIA AC	410	410.0
3	BATERIA EM DESCARGA	42	42.0
4	FALHA EM FUSIVEL	34	34.0
5	FALHA DE RETIFICADOR	80	80.0
6	TENSAO DC REDUZIDA	50	50.0
7	ALERTA SOBRECARGA CHAM...	2	2.0
8	NODEB FORA DE SERVICIO	46	46.0
9	SETOR FORA DE SERVICIO	69	69.0

Class: specProblem (Nom) Visualize All



**Figura 13** – Distribuição dos Dados para a Classe *specProblem*

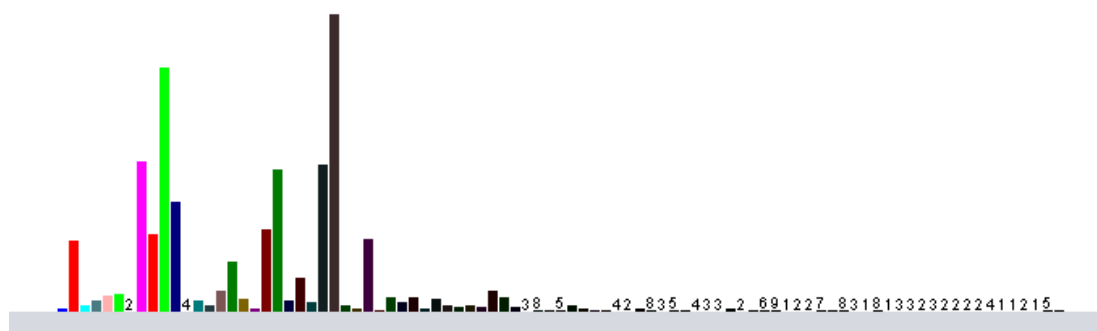
A **Figura 13** representa uma amostra do conjunto de 10.000 registros especificamente para o campo “specProblem”. A figura demonstra que dos 10.000 registros, 160 são únicos efetivamente, em seguida, tem-se uma amostra dos 9 primeiros registros com a contagem de quantas vezes o valor aparece dentre os 10.000 registros. No painel seguinte, aparece um histograma com base na quantidade de vezes que cada registro aparece unicamente.

**Selected attribute**

Name: probCause  
Missing: 0 (0%)  
Distinct: 89  
Type: Nominal  
Unique: 6 (0%)

No.	Label	Count	Weight
1	TemperatureUnacceptable	17	17.0
2	AirConditioningFailure	395	395.0
3	BatteryDischarging	35	35.0
4	FuseFailure	61	61.0
5	RectifierFailure	87	87.0
6	PowerProblem	98	98.0
7	LossOfMultiFrame	2	2.0
8	Indeterminate	838	838.0
9	Unavailable	436	436.0

Class: probCause (Nom) Visualize All



**Figura 14** – Distribuição dos Dados para a Classe *probCause*

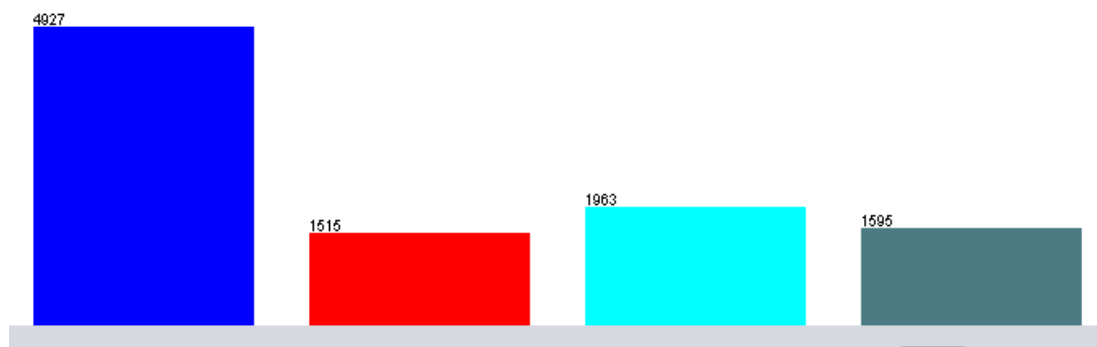
A **Figura 14** representa uma amostra do conjunto de 10.000 registros especificamente para o campo “probCause”. A figura demonstra que, dos 10.000 registros, 89 são únicos efetivamente, em seguida, tem-se uma amostra dos 9 primeiros registros com a contagem de quantas vezes o valor aparece dentre os 10.000 registros. No painel seguinte, aparece um histograma com base na quantidade de vezes que cada registro aparece unicamente.

**Selected attribute**

Name: Vendor  
Missing: 0 (0%)  
Distinct: 4  
Type: Nominal  
Unique: 0 (0%)

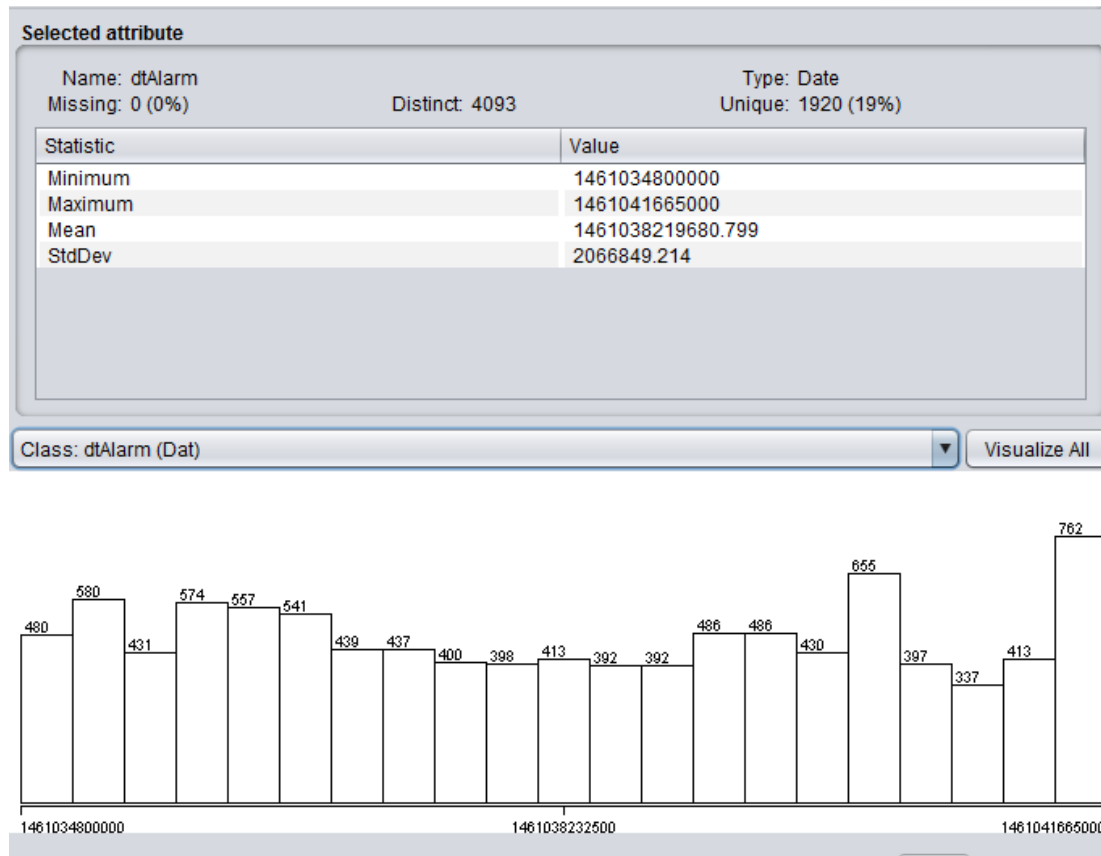
No.	Label	Count	Weight
1	ERICSSON_3G	4927	4927.0
2	HUAWEI_2G	1515	1515.0
3	ERICSSON_2G	1963	1963.0
4	HUAWEI_3G	1595	1595.0

Class: Vendor (Nom) Visualize All



**Figura 15** – Distribuição dos Dados para a Classe *Vendor*

A **Figura 15** representa uma amostra do conjunto de 10.000 registros especificamente para o campo “*Vendor*”. A figura demonstra que, dos 10.000 registros, 4 são únicos efetivamente, em seguida, tem-se uma amostra dos registros com a contagem de quantas vezes o valor aparece dentre os 10.000 registros. No painel seguinte, aparece um histograma com base na quantidade de vezes que cada registro aparece unicamente.



**Figura 16** – Distribuição dos Dados para a Classe *dtAlarm*

A Figura 16 representa uma amostra do conjunto de 10.000 registros especificamente para o campo “*dtAlarm*”. A figura demonstra que, dos 10.000 registros, 4.093 são únicos efetivamente, em seguida, tem-se uma amostra dos 9 primeiros registros com a contagem de quantas vezes o valor aparece dentre os 10.000 registros. No painel seguinte, aparece um histograma com base na quantidade de vezes que cada registro aparece unicamente.

Nas próximas seções, serão apresentados os resultados obtidos a partir da exposição dos conjuntos de treino aos algoritmos da Tabela 2.

## 7.1 DecisionStump

O algoritmo *DecisionStump*, conforme [21], gera árvores de decisão com apenas duas folhas, ou seja, um nó-raiz e duas folhas. É um dos algoritmos mais

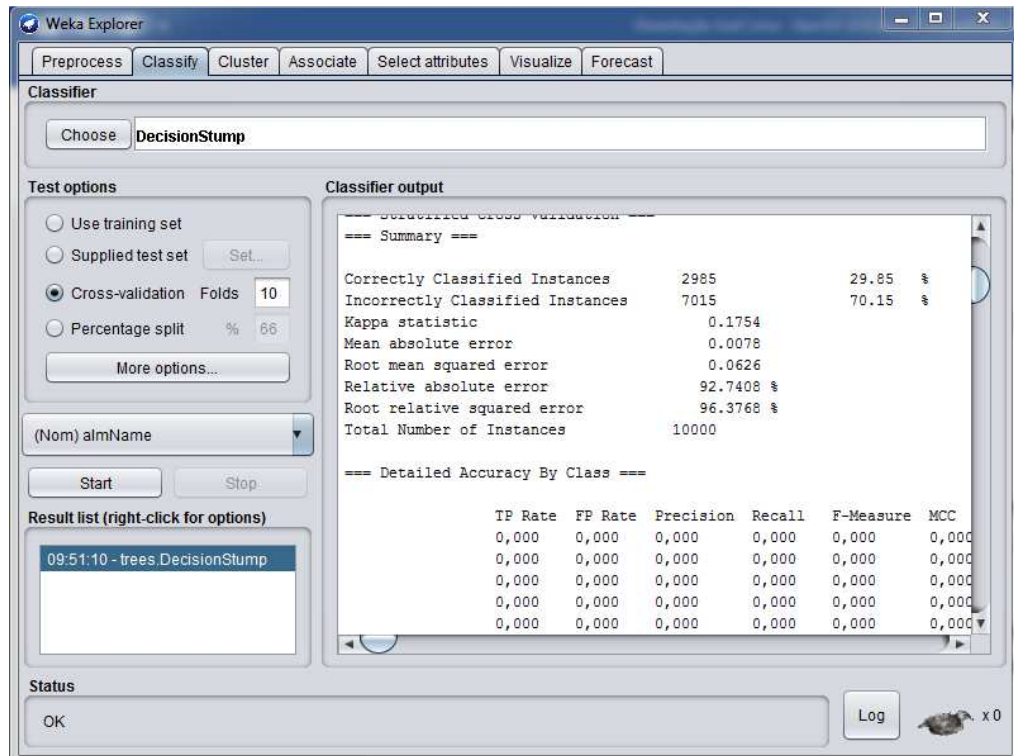
simples e não se adapta à resolução de todos os tipos de problemas. É comumente utilizado para resolução de problemas menos complexos, tratando-se, também, de um algoritmo bastante rápido, o que permite a obtenção de resultados com maior rapidez.

No caso deste estudo, será realizada uma experimentação com esse algoritmo apenas para efeito de comparação, pois, no nível em que se pretende chegar, deve-se ter um maior grau de assertividade nas classificações para que, de fato, se tenham as predições de falhas. Como esse algoritmo gera apenas duas folhas, não se conseguirá ter um alto grau de assertividade, como poderá ser observado a seguir.

Utilizando o *Framework Weka*, selecionando o conjunto de treino mencionado anteriormente, seleciona-se o classificador “DecisionStump”, conforme mostrado na Figura 17. Nota-se que a assertividade do algoritmo para o conjunto de treino com 10.000 instâncias de falhas é de apenas 29.85% consideradas classificadas corretamente, sendo que esse percentual também representa o que é conhecido como exatidão global, dada pela Equação 1.

Ainda com respeito à figura, nota-se que o índice Kappa está classificado como ruim de acordo com a tabela 5.





**Figura 17** – Indicadores do Algoritmo *DecisionStump*

Dessa maneira, a partir da matriz de confusão gerada após execução do algoritmo, têm-se os seguintes índices para o algoritmo, conforme descrito na tabela abaixo:

**Tabela 5** – Indicadores do Algoritmo *DecisionStump*

DecicionStump - Indicadores de Precisão	
Kappa	0,1754
Exatidão Global	29,85
Tempo de Execução	8,55 segundos

### 7.1.1 Exemplos de Predições do Algoritmo DecisionStump

A **Tabela 6** a seguir apresenta alguns exemplos de classes que foram previstas a partir da execução do algoritmo:

**Tabela 6** – Exemplos de Predições do Algoritmo *DecisionStump*

inst#	actual	predicted	error	prediction
984	1:DeviceGroup_TemperatureExceptionallyHigh	25:UtranCell_ServiceUnavailable	+	0.336
742	100:TimDevice_RadioClockIsNotStable	25:UtranCell_ServiceUnavailable	+	0.336
964	102:Carrier_SignalNotReceivedWithinTime	25:UtranCell_ServiceUnavailable	+	0.336
844	11:DigitalCable_CableFailure	25:UtranCell_ServiceUnavailable	+	0.336
816	117:GeneralHwError	25:UtranCell_ServiceUnavailable	+	0.336
946	122:FanFailure	25:UtranCell_ServiceUnavailable	+	0.336
604	107:26520	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	+	0.263
973	108:26527	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	+	0.263
990	110:'COMMAND LOG BLOCKED'	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	+	0.263
709	111:4192	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	+	0.263
752	112:26532	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	+	0.263

Pode-se notar que a precisão desse algoritmo, considerando o conjunto de treino, não é tão preciso, o que já era de se esperar. O melhor índice de predição ficou em torno de 33,6%.

## 7.2 HoeffdingTree

O algoritmo *HoeffdingTree* está disponível no *Framework Weka* desde a versão 3.7.10.

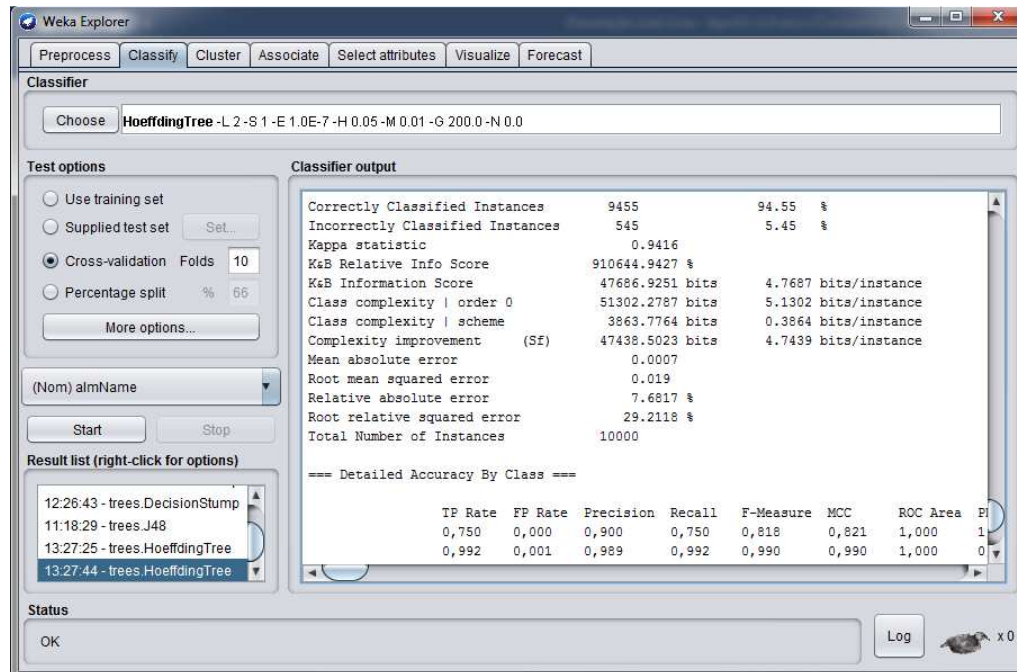
De acordo com [22], o algoritmo baseia a construção da árvore de decisão num processo de aprendizagem, utilizando um pequeno conjunto de exemplos para fazer o teste de seleção que permite a divisão da árvore em determinado nó de decisão.

O algoritmo recebe sequencialmente cada instância de treino, uma árvore de decisão é construída recursivamente, substituindo as folhas por nós de decisão.

Cada folha armazena as estatísticas suficientes sobre os valores dos atributos.

O conjunto de treino deste trabalho foi submetido ao algoritmo *HoeffdingTree*, de modo a explorar seus resultados e observar as classes previstas.

Como pode ser observado na Figura 18, nota-se que esse algoritmo possui um grau de assertividade de 94,55% das instâncias classificadas corretamente.



**Figura 18** – Indicadores do Algoritmo *HoeffdingTree*

Dessa maneira, a partir da matriz de confusão gerada após execução do algoritmo, têm-se os seguintes índices para o algoritmo, conforme descrito na tabela abaixo:

**Tabela 7** – Indicadores do Algoritmo *HoeffDingTree*

HoeffdingTree - Indicadores de Precisão	
Kappa	0,9416
Exatidão Global	94,55
Tempo de Execução	9,14 segundos

### 7.2.1 Exemplos de Predições do Algoritmo HoeffdingTree

A **Tabela 8** a seguir apresenta alguns exemplos de classes que foram previstas a partir da execução do algoritmo:

**Tabela 8** - Exemplos de Predições do Algoritmo *HoeffdingTree*

inst#	actual	predicted	error	prediction
996	180:TpaDeviceSet_GeneralHwError	11:DigitalCable_CableFailure	+	0.999
958	30:CCITT7_SIGNALLING_LINK_FAILURE	12:RADIO_TRANSMISSION_IP_GATEWAY_FAULT	+	0.999
967	82:22206	6:22202	+	0.996
816	117:GeneralHwError	11:DigitalCable_CableFailure	+	0.994
964	102:Carrier_SignalNotReceivedWithinTime	11:DigitalCable_CableFailure	+	0.99
978	172:EXTERNAL_ALARM	2:ExternalAlarm	+	0.989
969	79:21605	29:21345	+	0.986
975	177:26200	13:26235	+	0.985
812	139:CcDevice_DeviceDisabled	11:DigitalCable_CableFailure	+	0.984
963	56:Disconnected	11:DigitalCable_CableFailure	+	0.98
994	137:EnclosureProductDataMismatch	2:ExternalAlarm	+	0.979
816	117:GeneralHwError	11:DigitalCable_CableFailure	+	0.978
736	55:AuxPlugInUnit_PiuConnectionLost	11:DigitalCable_CableFailure	+	0.974
737	55:AuxPlugInUnit_PiuConnectionLost	11:DigitalCable_CableFailure	+	0.968
990	136:Loss of Tracking	26:Plug-In Unit Synch Hardware Fault	+	0.967
889	60:25803	32:21511	+	0.967
815	117:GeneralHwError	11:DigitalCable_CableFailure	+	0.961
30	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	37:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION BTS EXTERNAL FAULT	+	0.955
710	111:4192	39:4136	+	0.953
997	152:5708	3:6488	+	0.947
32	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	7:CELL LOGICAL CHANNEL AVAILABILITY SUPERVISION	+	0.945
912	47:21277	57:21280	+	0.942
27	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	12:RADIO_TRANSMISSION_IP_GATEWAY_FAULT	+	0.941
990	110:COMMAND LOG BLOCKED	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	+	0.938
800	27:25880	17:25888	+	0.932
742	100:TimDevice_RadioClockIsNotStable	31:Heartbeat Failure	+	0.932
603	107:26520	39:4136	+	0.931
824	37:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION BTS EXTERNAL FAULT	7:CELL LOGICAL CHANNEL AVAILABILITY SUPERVISION	+	0.93

Pode-se notar que a precisão desse algoritmo, considerando o conjunto de treino, é bem elevado. Nota-se, na tabela acima, a classificação de alarmes previstos, representados na coluna “predicted”, com assertividade de 0,999, ou 99,9% de certeza.

### 7.3 J48

Nesta seção, será apresentado o Algoritmo J48, que consiste em uma implementação *Open Source do Algoritmo C4.5* [16] para a ferramenta WEKA e tem por característica ser um classificador, pois gera uma árvore de decisão a partir de um conjunto de dados utilizado para treinamento.

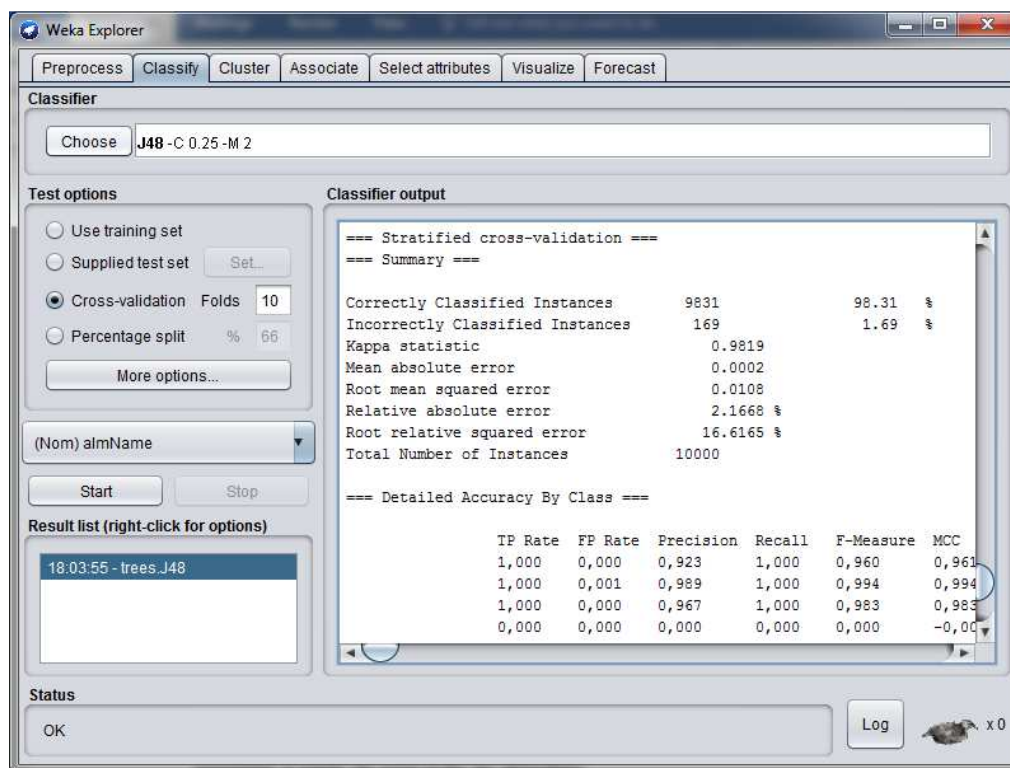
Esse algoritmo vem sendo empregado em diversos propósitos, desde simulação de índice pluviométrico, mercado financeiro, projeção de queimadas, análise de *spams*, entre outros. Nesse trabalho, será estudada a implementação desse algoritmo para predição de agrupamento de falhas, ou seja, dado um conjunto arbitrário de falhas numa rede de telecomunicações, o algoritmo irá predizer quais falhas podem ser agrupadas, de modo que, na implementação de um gestor de falhas (MoM), tais regras sejam aplicadas e, conseqüentemente, ao

se gerar um boletim de incidência de falha de rede, que as falhas pertinentes estejam agrupadas.

O algoritmo J48 utiliza extensivamente a máxima da divisão e conquista de modo a aumentar a probabilidade de predição nas árvores de decisão, conforme explorado em [23], cada sub-árvore possui a mesma característica da árvore principal, podendo ter um conjunto de regras, tendo seu início na raiz e caminha até uma de suas folhas.

O J48 gera árvores de decisão, em que cada nó da árvore avalia a existência ou significância de cada atributo individual. As árvores de decisão são construídas do topo para a base, por meio da escolha do atributo mais apropriado para cada situação. Uma vez escolhido o atributo, os dados de treino são divididos em subgrupos, correspondendo aos diferentes valores dos atributos e o processo é repetido para cada subgrupo, até que uma grande parte dos atributos em cada subgrupo pertença a uma única classe.

Sendo atualmente considerado um dos algoritmos mais promissores no que se diz respeito à análise de dados e criação de modelos de predição, o algoritmo utiliza entropia para definir a coesão e aproximação dos atributos, de modo que as classes resultantes possuam seu conjunto de atributos melhor classificados.



**Figura 19** – Indicadores do Algoritmo J48

A partir da execução do algoritmo, conforme demonstrado na **Figura 19**, pode-se observar uma precisão desse algoritmo de 98,31% das instâncias classificadas corretamente.

Dessa maneira, a partir da matriz de confusão gerada após execução do algoritmo, têm-se os seguintes índices para o algoritmo, conforme descrito na tabela abaixo:

**Tabela 9** – Indicadores do Algoritmo J48

J48 - Indicadores de Precisão	
Kappa	0,9819
Exatidão Global	98,31
Tempo de Execução	7,71 segundos

### 7.3.1 Exemplos de Predições do Algoritmo J48

A seguir, uma amostra das instâncias que foram previstas após a execução do algoritmo, ordenadas a partir do maior grau de precisão. Nota-se que, com esse algoritmo, se conseguem várias instâncias com grau de precisão 1, ou seja, com assertividade de 100% de ocorrência da instância prevista, isso com base no conjunto de amostras.

**Tabela 10 - Exemplos de Predições do Algoritmo J48**

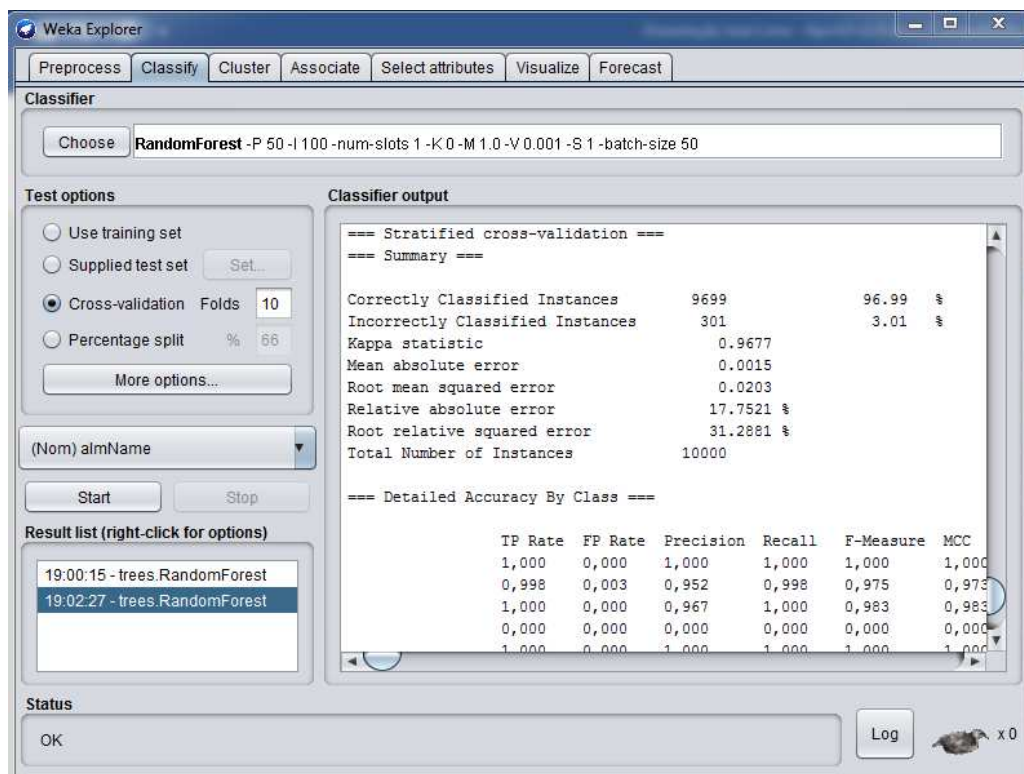
inst#	actual	predicted	error	prediction
708	86:25602	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAUL	+	1
964	102:Carrier_SignalNotReceivedWithinTime	11:DigitalCable_CableFailure	+	1
996	180:TpaDeviceSet_GeneralHwError	11:DigitalCable_CableFailure	+	1
995	214:26525	112:26532	+	1
994	171:5720	19:25654	+	1
828	37:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION BTS EXTERNAL FAULT	2:ExternalAlarm	+	1
964	102:Carrier_SignalNotReceivedWithinTime	210:TrDevice_GeneralHwError	+	1
997	212:25628	218:5672	+	1
978	172:EXTERNAL ALARM	37:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION BTS EXTERNAL FAULT	+	1
949	66:2148	39:4136	+	1
241	220:RADIO CONTROL ADMINISTRATION TRH LOAD THRESHOLD EXCEEDED	4:RADIO TRANSMISSION TRANSCODER POOL MEAN HOLD TIME	+	1
901	57:21280	47:21277	+	1
913	47:21277	57:21280	+	1
996	181:5326	88:26529	+	1
994	137:EnclosureProductDataMismatch	2:ExternalAlarm	+	0,985
824	37:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION BTS EXTERNAL FAULT	2:ExternalAlarm	+	0,962
997	165:NETWORK SYNCHRONIZATION FAULT	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAUL	+	0,923
993	115:26106	149:26262	+	0,917
933	211:Rnsap_RemoteFailure	85:Remote IP Address Unreachable	+	0,917
993	115:26106	149:26262	+	0,909
1000	143:TxDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	92:DeviceGroup_GeneralSwError	+	0,909
975	177:26200	90:20241	+	0,857
923	198:5332	90:20241	+	0,857
975	177:26200	90:20241	+	0,846
823	37:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION BTS EXTERNAL FAULT	2:ExternalAlarm	+	0,837
37	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	54:AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranchA	+	0,763
827	37:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION BTS EXTERNAL FAULT	172:EXTERNAL ALARM	+	0,75
900	57:21280	47:21277	+	0,75

## 7.4 RandomForest

O algoritmo *RandomForest* consiste na geração de um conjunto de árvores de decisão construídas no momento de treinamento do método. Para construí-las, são selecionados aleatoriamente alguns dos atributos contidos dentro do vetor de características.

Em seguida, calcula-se a entropia para cada atributo e aquele que possuir a maior entropia é o escolhido para separar as classes naquela posição da árvore. A saída do classificador é dada pela classe que foi retornada como resposta pela maioria das árvores pertencentes à floresta, no entanto, conforme

[24], a literatura não define claramente quantas árvores são necessárias para determinar uma floresta.



**Figura 20** – Indicadores do Algoritmo *RandomForest*

A partir da execução do algoritmo, conforme demonstrado na **Figura 20**, pode-se observar o seu alto grau de precisão, o qual obteve 96,99% das instâncias classificadas corretamente.

Uma inconveniência desse algoritmo foi a sua performance. Como se está utilizando um conjunto de treino com 10.000 instâncias, com as configurações padrões do *Framework Weka*, não foi possível sua execução sem ajustes. Para a execução, foram necessárias alterações na configuração do algoritmo. Os parâmetros **bagSizePercent** e **batchSize**, que originalmente possuem o valor 100, foram alterados para 50. Com isso, utilizou-se menos memória e possibilitou a geração das árvores de decisão e predições das instâncias.

Outro inconveniente que se notou se deu com a performance do algoritmo, pois seu tempo para geração dos resultados foi de 330,17 segundos, em



comparação com outros, foi o algoritmo com menor performance. Mas nada que impeça sua utilização.

Dessa maneira, a partir da matriz de confusão gerada após execução do algoritmo, têm-se os seguintes índices para o algoritmo, conforme descrito na tabela abaixo:

**Tabela 11** – Indicadores do Algoritmo *RandomForest*

RandomForest - Indicadores de Precisão	
Kappa	0,9677
Exatidão Global	96,99
Tempo de Execução	330,17 segundos

#### 7.4.1 Exemplos de Predições do Algoritmo RandomForest

A seguir, uma amostra das instâncias que foram previstas após a execução do algoritmo, ordenadas a partir do maior grau de precisão:

**Tabela 12** - Exemplos de Predições do Algoritmo *RandomForest*

inst#	actual	predicted	error	prediction
854	11:DigitalCable_CableFailure	41:DigitalCable_Disconnected	+	0,97
996	180:TpaDeviceSet_GeneralHwError	11:DigitalCable_CableFailure	+	0,778
912	47:21277	57:21280	+	0,755
900	57:21280	47:21277	+	0,716
975	177:26200	13:26235	+	0,703
817	41:DigitalCable_Disconnected	11:DigitalCable_CableFailure	+	0,697
710	111:4192	39:4136	+	0,68
795	34:21258	42:21262	+	0,596
970	85:Remote IP Address Unreachable	26:Plug-In Unit Synch Hardware Fault	+	0,58
969	79:21605	29:21345	+	0,549
804	45:25806	15:25801	+	0,541
958	30:CCITT7 SIGNALLING LINK FAILURE	12:RADIO TRANSMISSION IP GATEWAY FAULT	+	0,51
843	68:25860	2:ExternalAlarm	+	0,51
992	72:21505	69:21506	+	0,485
964	102:Carrier_SignalNotReceivedWithinTime	11:DigitalCable_CableFailure	+	0,484
374	20:21801	112:26532	+	0,479
816	117:GeneralHwError	2:ExternalAlarm	+	0,471
978	172:EXTERNAL ALARM	2:ExternalAlarm	+	0,47
51	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	7:CELL LOGICAL CHANNEL AVAILABILITY SUPERVISION	+	0,466
770	33:25889	17:25888	+	0,45
828	37:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION BTS EXTERNAL FAULT	2:ExternalAlarm	+	0,45
954	149:26262	37:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION BTS EXTERNAL FAULT	+	0,421
823	37:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION BTS EXTERNAL FAULT	7:CELL LOGICAL CHANNEL AVAILABILITY SUPERVISION	+	0,42
387	7:CELL LOGICAL CHANNEL AVAILABILITY SUPERVISION	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	+	0,416
930	13:26235	112:26532	+	0,416
976	69:21505	72:21505	+	0,411
914	89:25898	17:25888	+	0,399
997	165:NETWORK SYNCHRONIZATION FAULT	12:RADIO TRANSMISSION IP GATEWAY FAULT	+	0,395

## 7.5 RandomTree

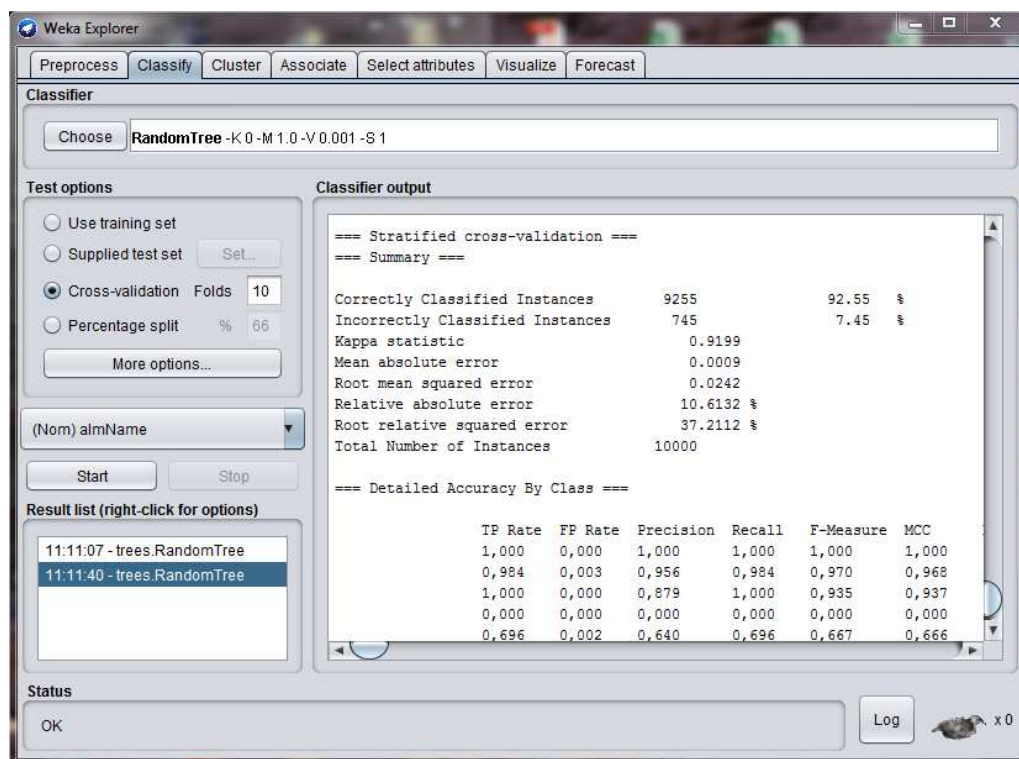
O algoritmo *RandomTree* pode lidar com problemas de classificação e regressão.

A classificação funciona da seguinte maneira: o classificador de árvores aleatórias utiliza o vetor de características de entrada, classifica-o com cada árvore na floresta e exibe o rótulo da classe que recebeu a maioria dos "votos". No caso de uma regressão, a resposta do classificador é a média das respostas sobre todas as árvores na floresta.

Todas as árvores são treinadas com os mesmos parâmetros, mas em diferentes conjuntos de treinamento, sendo que esses conjuntos de treinamento são gerados a partir do conjunto de treino original.

Em árvores aleatórias, não há necessidade de procedimentos de estimação de precisão, como validação cruzada ou *bootstrap*, ou um conjunto de teste separado para obter uma estimativa do erro de treinamento. O erro é estimado internamente durante o treinamento.

A seguir, o resultado da execução do algoritmo tomando como base o conjunto de amostras de 10.000 instâncias.



**Figura 21** – Indicadores do Algoritmo *RandomTree*

A partir da execução do algoritmo, conforme demonstrado na **Figura 21**, pode-se observar que a precisão desse algoritmo é de 92,55% das instâncias classificadas corretamente.

Dessa maneira, a partir da matriz de confusão gerada após execução do algoritmo, têm-se os seguintes índices para o algoritmo, conforme descrito na tabela abaixo:

**Tabela 13** – Indicadores do Algoritmo *RandomTree*

RandomTree - Indicadores de Precisão	
Kappa	0,9199
Exatidão Global	92,55
Tempo de Execução	10,5 segundos

### 7.5.1 Exemplos de Predições do Algoritmo *RandomTree*

A seguir, uma amostra das instâncias que foram previstas após a execução do algoritmo, ordenadas a partir do maior grau de precisão:

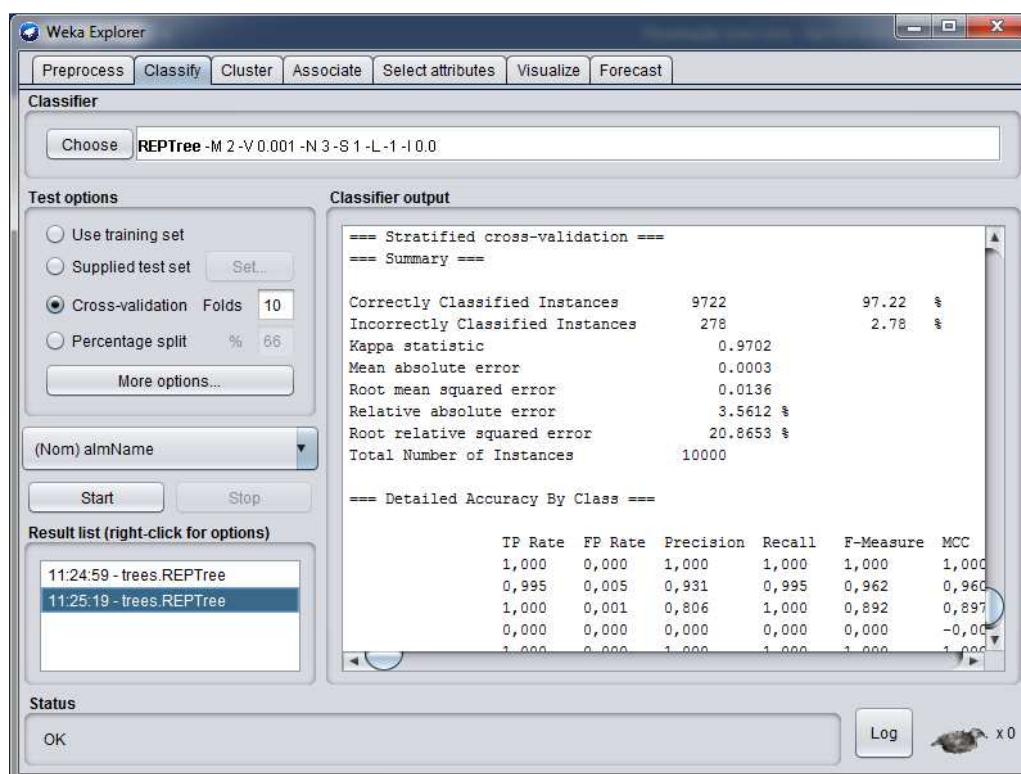
**Tabela 14** - Exemplos de Predições do Algoritmo *RandomTree*

inst#	actual	predicted	error	prediction
383	7:CELL LOGICAL CHANNEL AVAILABILITY SUPERVISION	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAUL +		1
708	86:25602	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAUL +		1
990	136:Loss of Tracking	100:TimDevice_RadioClockIsNotStable	+	1
997	158:DeviceGroup_GeneralHwError	100:TimDevice_RadioClockIsNotStable	+	1
990	136:Loss of Tracking	102:Carrier_SignalNotReceivedWithinTime	+	1
964	102:Carrier_SignalNotReceivedWithinTime	11:DigitalCable_CableFailure	+	1
996	180:TpaDeviceSet_GeneralHwError	11:DigitalCable_CableFailure	+	1
329	31:Heartbeat Failure	11:DigitalCable_CableFailure	+	1
817	41:DigitalCable_Disconnected	11:DigitalCable_CableFailure	+	1
359	39:4136	111:4192	+	1
374	20:21801	112:26532	+	1
349	24:28203	118:22215	+	1
761	6:22202	118:22215	+	1
975	177:26200	13:26235	+	1
802	45:25806	135:25625	+	1
812	139:CcDevice_DeviceDisabled	138:PdrDevice_DeviceDisabled	+	1
765	36:21807	149:26262	+	1
764	36:21807	15:25801	+	1
804	45:25806	15:25801	+	1
889	60:25803	15:25801	+	1
336	31:Heartbeat Failure	150:NTP System Time Sync Fault	+	1
915	89:25898	17:25888	+	1
465	25:UtranCell_ServiceUnavailable	18:UtranCell_NbapMessageFailure	+	1
742	100:TimDevice_RadioClockIsNotStable	182:Slave TU Out of Synchronization	+	1
996	205:5292	198:5332	+	1
816	117:GeneralHwError	2:ExternalAlarm	+	1
994	137:EnclosureProductDataMismatch	2:ExternalAlarm	+	1
942	14:Gigabit Ethernet Link Fault	2:ExternalAlarm	+	1

## 7.6 REPTree

O algoritmo *REPTree* é uma árvore de decisão de aprendizado rápido. Este algoritmo constrói uma árvore de decisão/regressão com base em informações de ganho/variância e a reduz usando a poda de redução de erros (com *backfitting*). A ordenação de valores de atributos numéricos é realizada apenas uma vez. Os valores em falta são tratados dividindo as instâncias correspondentes em pedaços.

A seguir, o resultado da execução do algoritmo:



**Figura 22** – Indicadores do Algoritmo *RepTree*

A partir da execução do algoritmo, conforme demonstrado na **Figura 22**, pode-se observar que o grau de precisão desse algoritmo foi de 97,22% das instâncias classificadas corretamente.

Dessa maneira, a partir da matriz de confusão gerada após execução do algoritmo, têm-se os seguintes índices para o algoritmo, conforme descrito na tabela abaixo:

**Tabela 15** - Indicadores do Algoritmo *RepTree*

RepTree - Indicadores de Precisão	
Kappa	0,9702
Exatidão Global	97,22
Tempo de Execução	12,51 segundos

### 7.6.1 Exemplos de Predições do Algoritmo RepTree

A seguir, uma amostra das instâncias que foram previstas após a execução do algoritmo, ordenadas a partir do maior grau de precisão:

**Tabela 16** - Exemplos de Predições do Algoritmo *RepTree*

inst#	actual	predicted	error	prediction
708	86:25602	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAUL	+	1
964	102:Carrier_SignalNotReceivedWithinTime	11:DigitalCable_CableFailure	+	1
996	180:TpaDeviceSet_GeneralHwError	11:DigitalCable_CableFailure	+	1
995	214:26525	112:26532	+	1
1000	143:TxDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	142:TxDeviceGroup_GeneralSwError	+	1
970	85:Remote IP Address Unreachable	183:NumberOfHwEntitiesMismatch	+	1
994	171:5720	19:25654	+	1
964	102:Carrier_SignalNotReceivedWithinTime	210:TrDevice_GeneralHwError	+	1
965	58:RruDeviceGroup_TemperatureAbnormallyHigh	216:RruDeviceGroup_TemperatureExceptionallyHigh	+	1
997	212:25628	218:5672	+	1
949	66:2148	39:4136	+	1
241	220:RADIO CONTROL ADMINISTRATION TRH LOAD THRESHOLD EXCEEDED	4:RADIO TRANSMISSION TRANSCODER POOL MEAN HOLD TIME	+	1
996	216:RruDeviceGroup_TemperatureExceptionallyHigh	58:RruDeviceGroup_TemperatureAbnormallyHigh	+	1
996	181:5326	88:26529	+	1
977	141:HEARTBEAT FAILURE	31:Heartbeat Failure	+	0,988
824	37:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION BTS EXTERNAL FAULT	2:ExternalAlarm	+	0,962
994	137:EnclosureProductDataMismatch	2:ExternalAlarm	+	0,929
978	172:EXTERNAL ALARM	2:ExternalAlarm	+	0,929
958	84:25881	45:25806	+	0,92
933	211:Rnsap_RemoteFailure	85:Remote IP Address Unreachable	+	0,917
903	104:25622	2:ExternalAlarm	+	0,885
923	198:5332	90:20241	+	0,857
975	177:26200	90:20241	+	0,846
349	24:28203	20:21801	+	0,844
962	157:26101	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAUL	+	0,813
795	34:21258	40:21252	+	0,809
215	15:25801	147:25802	+	0,8
25	10:RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	2:ExternalAlarm	+	0,795

## 8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao analisar os resultados obtidos, do ponto de vista estatístico e de acuracidade dos algoritmos, baseado em seus indicadores, com exceção do algoritmo *DecisionStump*, pode-se identificar que os demais algoritmos proporcionaram resultados satisfatórios, conforme tabela de assertividade a seguir:

**Tabela 17 – Tabela de Assertividade dos Algoritmos**

Indicador	Algoritmos					
	DecisionStump	HoeffdingTree	J48	RandomForest	RandomTree	RepTree
Exatidão Global	29,85	94,55	98,31	96,99	92,55	97,22
Índice Kappa	0,1754	0,9416	0,9819	0,9677	0,9199	0,9702
Tempo de Execução - Em segundos	8,55	9,14	7,71	330,17	10,50	12,51

Indicador	Algoritmos - Matriz Normalizada					
	DecisionStump	HoeffdingTree	J48	RandomForest	RandomTree	RepTree
Exatidão Global	0,06	0,19	0,19	0,19	0,18	0,19
Índice Kappa	0,04	0,19	0,20	0,20	0,19	0,20
Tempo de Execução - Em segundos	0,98	0,98	0,98	0,13	0,97	0,97
Média	0,36	0,45	0,46	0,17	0,45	0,45

Classificação dos Algoritmos:	1o - J48
	2o - HoeffdingTree
	3o - RandomTree
	4o - RepTree
	5o - DecisionStump
	6o - RandomForest

Ainda com relação à assertividade dos algoritmos, pode-se dizer que não há muita diferença entre os outros algoritmos, o que se pode comprovar, ainda, com a

Tabela 17, cujos indicadores foram normalizados, na qual se pode observar que o algoritmo J48 possui uma vantagem, pois apresenta índice kappa de 0,9819 e exatidão global de 98,31, além de ter velocidade de execução melhor entre todos os algoritmos, em 7,71 segundos.

Os algoritmos *RepTree*, *HoeffdingTree* e *RandomTree* tiveram desempenho similares, tendo os seus indicadores normalizados, na média com o mesmo valor.

De todos os algoritmos, o que obteve a menor performance em termos de tempo de execução foi o algoritmo *RandomForest*, com um tempo de execução de 330,17 segundos. Considerando o conjunto de 10.000 instâncias, seu tempo de execução foi superior aos demais, mas, em termos de assertividade, ficou com índice kapa de 0,9677 e exatidão global de 96,99, podendo perfeitamente ser considerados os resultados gerados por ele.

Uma vez analisados os algoritmos do ponto de vista de indicadores, gerados pelos próprios algoritmos, outra análise que se faz necessária é a verificação do quanto as predições realizadas por cada algoritmo correspondem ao mundo real, ou seja, qual a efetividade das previsões se considerados os agrupamentos e correlações de alarmes de falhas baseados numa aplicação real.

## 8.1 Comparação com o Mundo Real

Para a realização desta comparação, foram tomadas como base as predições realizadas por cada algoritmo, com exceção do algoritmo *DecisionStump* já visto, que não é adequado para o tipo de análise que se deseja fazer.

As predições geradas por cada algoritmo foram comparadas com os agrupamentos de alarmes existentes no mundo real. Na seção de anexos, encontra-se a tabela “Agrupamentos e Correlações – Mundo Real”.

Para cada predição gerada pelos algoritmos, analisaram-se se os alarmes agrupados que estavam presentes nessa tabela e se possuíam o mesmo agrupamento.

A partir dessa análise, encontrou-se o seguinte resultado que pode ser visto na Tabela 18.

Analisando o resultado final, nota-se que há uma alteração na classificação dos algoritmos, pois os mais precisos foram o *HoeffdingTree* e *RandomForest*, porém, o algoritmo *HoeffdingTree* foi capaz de gerar mais predições, nesse caso, 178, e dessas 178 predições, 153 foram encontradas nas correlações e agrupamentos de alarmes no mundo real, com uma assertividade de 85,96%.



Apesar do algoritmo *RandomForest* possuir um percentual de acerto muito próximo, ou seja, 85,71%, ele foi capaz de gerar apenas 119 predições, ou seja, 66,85% menos predições do que o algoritmo *HoeffdingTree*.

**Tabela 18** – Predições x Mundo Real

Algoritmo	Predições		
	Total	Acertos	Percentual
HoeffdingTree	178	153	85,96%
J48	61	37	60,66%
RandomForest	119	102	85,71%
RandomTree	296	150	50,68%
RepTree	296	61	20,61%
<b>Total</b>	<b>950</b>	<b>503</b>	<b>52,95%</b>

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 9.1 Comentários

Neste trabalho, foi apresentado e testado um método para predição de falhas em sistemas de telecomunicações, utilizando algoritmos de geração de árvores de decisão, com amostras reais de falhas numa operadora de telecomunicações, com suporte do *Framework Weka*. O trabalho foi motivado pela busca de métodos mais eficientes para a definição de regras de agrupamento de falhas, de modo a permitir economia no despacho de técnicos para solução de falhas, bem como ganho de tempo na elaboração dessas regras para serem aplicadas no sistema de gerência de falhas.

Após a análise de todos os resultados, chegou-se à conclusão de que, com a utilização de algoritmos de aprendizado de máquina, é possível extrair resultados de predições de falhas com assertividade de 85,96% se comparadas com o mundo real.

Nos testes realizados, tomando como base o conjunto de treino com 10.000 amostras, com exceção do algoritmo *DecisionStump*, conseguiu-se uma média de 95,92% das instâncias classificadas corretamente e índice kappa médio de 0,9563, que, de acordo com a tabela 5, ficou entre os limiares 0,8 e 1,0, sendo classificados como “**Excelente**”.

A análise realizada comparando os resultados de cada algoritmo com os valores obtidos no mundo real demonstrou que, no melhor caso, 85,96% das vezes obteve-se o resultado correto. Ou seja, as predições do algoritmo coincidiram com as regras de agrupamento e correlações aplicadas num sistema real de gerenciamento de falhas em 85,96% das predições geradas.

Do ponto de vista de quantidade de predições geradas, os algoritmos *RandomTree* e *RepTree* se destacaram, com 296 predições. Porém, o índice de acertos, se comparado com o mundo real, ficou abaixo dos demais, com 50,68% e 20,61%, respectivamente.

O algoritmo J48 não se mostrou como um dos mais eficazes, obtendo apenas 61 predições, sendo que, destas, apenas 37, ou 60,66%, coincidiram com as regras do mundo real.

Considerando o conjunto de algoritmos, com exceção do *DecisionStump*, chegou-se a um total de 950 predições de regras de agrupamentos, sendo que, deste total, 503 regras coincidiram com o mundo real.

## 9.2 Trabalhos Futuros

Sugere-se, para trabalhos futuros, a exploração de outros conjuntos de amostras que envolvam eventos de diferentes tipos de redes, nesse caso, com a utilização de um ambiente de testes de maior capacidade em termos de processamento. Desse modo, poderão ser exploradas as correlações de falhas interdomínio, bem como a correlação com eventos de um sistema de gestão de performance, de maneira que se possa inferir quais problemas de performance poderiam ser gerados a partir de falhas que ocorrem na rede.

Do ponto de vista de melhorias, poderá ser explorada, também, uma maneira de selecionar automaticamente o algoritmo que melhor se adequa a cada situação, fazendo uma análise interna dos indicadores gerados por cada um deles, bem como adotar algum método de avaliação multicritério de maneira a selecionar o melhor algoritmo. Tais melhorias poderiam ser “produtizadas” num *Framework* próprio que possibilite a execução dos algoritmos, coleta dos resultados e a partir de regras pré-existent e configuráveis, definir o melhor algoritmo.

## REFERÊNCIAS

- [1] P. Nrodkndm, N. Df, I. R. U. Xvhuv, S. Lv, W. K. H. Prvw, L. Idfwru, L. Q. Vxfk, W. Gdwd, F. D. Q. Gr, V. R. E. Plqlqj, and I. Lwhp, “A recommender system by using classification based on frequent pattern mining and J48 algorithm,” pp. 1–7.
- [2] I. H. W. Mark Hall, Eibe Frank, Geoffrey Holmes, Bernhard Pfahringer, Peter Reutemann, “The WEKA Mineração de dados Software: An Update; SIGKDD Explorations, Volume 11, Issue 1.,” 2009. [Online]. Available: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>. [Accessed: 01-Sep-2009].
- [3] S. Dwivedi, P. Kasliwal, and S. Soni, “Comprehensive study of data analytics tools (RapidMiner, Weka, R tool, Knime),” *2016 Symp. Colossal Data Anal. Networking, CDAN 2016*, 2016.
- [4] J. F. Kurose and K. W. Ross, “Redes de Computadores e a Internet.” p. 618, 2010.
- [5] E. Edition, O. Systems, S. Edition, and B. D. Communications, *the William Stallings Books on Computer Data and Computer Communications , Eighth Edition*, vol. 139, no. 3. 2011.
- [6] R. Sterritt, D. Bustard, and A. McCrea, “Autonomic computing correlation for fault management system evolution,” *IEEE Int. Conf. Ind. Informatics*, vol. 2003–Janua, pp. 240–247, 2003.
- [7] J. L. Berral-garcía, “A Quick View on Current Techniques and Aprendizado de máquina Algorithms for Big Data Analytics,” pp. 1–4, 2016.
- [8] L. Y. Sato, Y. E. Shimabukuro, T. M. Kuplich, and V. C. F. Gomes, “Análise comparativa de algoritmos de árvore de decisão do sistema WEKA para classificação do uso e cobertura da terra,” *Simpósio Bras. Sensoriamento Remoto*, pp. 2353–2360, 2013.
- [9] G. Jakobson, “Alam Correlation.”
- [10] “TMForum Application Framework.” [Online]. Available: <https://www.tmforum.org/application-framework/>. [Accessed: 28-Jul-2017].

- [11] Sunil Ray, “Essentials of Aprendizado de máquina Algorithms (with Python and R Codes).” Sunil Ray, 2015.
- [12] Y. Temprado, F. J. Molinero, C. García, and J. Gómez, “Knowledge discovery from trouble ticketing reports in a large telecommunication company,” *2008 Int. Conf. Comput. Intell. Model. Control Autom. CIMCA 2008*, pp. 37–42, 2008.
- [13] W. L. Hosch, “Aprendizado de máquina,” *Encycl. Br.*, 2014.
- [14] J. Bell, *Aprendizado de máquina: hands-on for developers and technical professionals*. John Wiley & Sons, 2015.
- [15] “Internation Telecommunication Unit.” [Online]. Available: <http://www.itu.int/en/itutelecom/Pages/default.aspx%7D>.
- [16] I. H. Witten, E. Frank, and M. a. Hall, *Mineração de dados: Practical Aprendizado de máquina Tools and Techniques, Third Edition*, vol. 54, no. 2. 2011.
- [17] T. A. Runkler, *Data analytics: models and algorithms for intelligent data analysis*. Springer Vieweg, 2016.
- [18] J. A. Hartigan, *Clustering algorithms*. 1975.
- [19] “Aprendizado de máquina Mastery.” [Online]. Available: <http://machinelearningmastery.com/confusion-matrix-machine-learning/>. [Accessed: 28-Jul-2017].
- [20] S. Siegel and N. J. Castellan, *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. McGraw-Hill, 2003.
- [21] E. Frank, M. A. Hall, and I. H. Witten, “Workbench,” 2016.
- [22] A. Kumar, P. Kaur, and P. Sharma, “A Survey on Hoeffding Tree Stream Data Classification Algorithms,” vol. 1, no. 2, pp. 28–32, 2016.

- [23] R. R. Parente, “Abordagem de Construção de Arquitetura Homogênea para Comitês via Meta-aprendizagem,” 2012.
- [24] P. Perner, *Aprendizado de máquina and mineração de dados in pattern recognition 8th International Conference, MLDM 2012, Berlin, Germany, July 13-20, 2012. Proceedings*. Springer, 2012.

## ANEXOS

Agrupamentos e Correlações – Mundo Real	DESCRIPTION	FAMILY
DIGITAL PATH FAULT SUPERVISION		ERICSSON_2G
DIGITAL PATH UNAVAILABLE STATE FAULT		ERICSSON_2G
CF SLO 3 RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT alarms with prefix like "CF SLO 3" , "TF EC2 1" , "TRX SLO 3" and "TRX EC1 4" will be grouped	ERICSSON_2G
TF EC2 1 RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT alarms with prefix like "CF SLO 3" , "TF EC2 1" , "TRX SLO 3" and "TRX EC1 4" will be grouped	ERICSSON_2G
TRX SLO 3 RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT alarms with prefix like "CF SLO 3" , "TF EC2 1" , "TRX SLO 3" and "TRX EC1 4" will be grouped	ERICSSON_2G
TRX EC1 4 RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT	RADIO X-CEIVER ADMINISTRATION MANAGED OBJECT FAULT alarms with prefix like "CF SLO 3" , "TF EC2 1" , "TRX SLO 3" and "TRX EC1 4" will be grouped	ERICSSON_2G
64QamMimoLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Accu_CircuitBreaker1Tripped	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Accu_CircuitBreaker2Tripped	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Accu_CircuitBreaker3Tripped	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Accu_CircuitBreaker4Tripped	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Accu_CircuitBreaker5Tripped	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Accu_CircuitBreaker6Tripped	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Accu_ClimateCircuitBreakerTripped	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Accu_GeneralHWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Accu_GeneralSWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Accu_LossOfMains	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Accu_VaristorFault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AcDeviceSet_GeneralHWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AcDeviceSet_GeneralSWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G

AiDevice_ExternalUnitFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AiDevice_GeneralHWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AiDevice_GeneralSWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AiDevice_LnaFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AiDeviceSet_GeneralHWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AiDeviceSet_GeneralSWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AiuDeviceGroup_DpProgramNotConfigured	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AiuDeviceGroup_ExternalUnitFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AiuDeviceGroup_GeneralHWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AiuDeviceGroup_GeneralSWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AiuDeviceGroup_LossOfSynch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AiuDeviceGroup_MpDbCommunicationFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AiuDeviceGroup_PoorClockSignal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AiuDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Alarm Indication Signal - P	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Alarm Indication Signal - V	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AlmDevice_GeneralSWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AlmDeviceSet_GeneralHWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AlmDeviceSet_GeneralSWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaProblemInBranchA	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaProblemInBranchB	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaProblemInBranchC	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaProblemInBranchD	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaSystemProblem #22/10/2015	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranchA #22/10/2015	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranchB #22/10/2015	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranchC #22/10/2015	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranchD #22/10/2015	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_FeederCurrentTooHighInBranchA	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_FeederCurrentTooHighInBranchB	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_FeederCurrentTooHighInBranchC	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_FeederCurrentTooHighInBranchD	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_FeederCurrentTooLowInBranchA	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_FeederCurrentTooLowInBranchB	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_FeederCurrentTooLowInBranchC	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_FeederCurrentTooLowInBranchD	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AscDeviceGroup_ExternalUnitFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AscDeviceGroup_GeneralHWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AscDeviceGroup_GeneralSWError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AscDeviceGroup_RetPortCurrentTooHigh	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G



AscDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AU3 Loss of Pointer	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AU4 Loss of Pointer	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Auxiliary Unit Processor HW Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Auxiliary Unit Processor SW Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AuxPlugInUnit_CableDisconnectedFromControllingPi u	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AuxPlugInUnit_CommunicationLostWithAsc	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AuxPlugInUnit_CommunicationLostWithRet	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AuxPlugInUnit_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AuxPlugInUnit_LossOfMains	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AuxPlugInUnit_NewAuxiliaryUnitDetectedNotCorresp ondingToTheDefinedConfiguration	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
AuxPlugInUnit_PiuConnectionLost	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BbifBoard_ClockDistributionMalfunction	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BbifBoard_GammaLinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BbifBoard_MpNpuCommunicationFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BbifBoard_NpuConnectionLost	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BfDevice_BatteryChargingFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BfDevice_BatteryMissing	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BfDevice_BatteryVoltageSupervisionTooLowMainLoa dDisconnected	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BfDevice_BatteryVoltageSupervisionTooLowPrioLoad Disconnected	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BfDevice_DcDistributionFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BfDevice_LowBatteryCapacity	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BfDeviceSet_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BfDeviceSet_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Bfu_BatteryChargingFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Bfu_DcDistributionFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Bfu_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Bfu_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BfuDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BfuDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
BfuDeviceGroup_HwSwMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Cabinet_EnclosureProductDataMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Cabinet_NumberOfHwEntitiesMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CableFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_BandwidthNotSupported	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_ConfigurableCarrierBandwidthLicenseNotVali d	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_ConfigurationMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_DbccDeviceNotPossibleToRelease	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_DualModeNotSupported	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_FrequencyBandNotSupported	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G

Carrier_GainTooHigh	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_GainTooLow	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_MaxDIPowerCapabilityOutOfRange	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_NoCommonChannelSupport	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_NumberOfCarriersExceedsLicensedLimit	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_PowerClassTruncated	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_RejectSignalFromHardware	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_RxDiversityLost	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_RxRelationBbToAntennaRefOutOfRange	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_SignalNotReceivedWithinTime	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_SystemNotConfiguredForBasebandToRadioDistance	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_TooLargeDIGainDifference	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Carrier_TxBranchFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CeCapEulLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CeEfficiencyEulLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CeExtForEulLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CellRangeExceedsLicensedLimit	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CircuitBreakerTripped	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ClDevice_ActiveCoolerFanFault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ClDevice_ActiveCoolerFault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ClDevice_DcInputVoltageFault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ClDevice_ExternalFanFault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ClDevice_InternalFanFault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ClDevice_LossOfMains	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ClDeviceSet_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ClDeviceSet_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Clock Calibration Expiry Soon	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Clu_ActiveCoolerFanFault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Clu_ActiveCoolerFault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Clu_DcInputVoltageFault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Clu_ExternalFanFault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Clu_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Clu_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Clu_InternalFanFault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Clu_LossOfMains	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CluDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CluDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CluDeviceGroup_HwSwMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CombinedCellLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CommunicationFault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CommunicationLostWithTma	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Configuration Version Corrupt	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ConfigurationMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G

Contact to Default Router 0 Lost	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Contact to Default Router 1 Lost	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Contact to Default Router 2 Lost	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Control Inter-Switch Link Cabling Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Control Inter-Switch Link Degraded	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Control Inter-Switch Link Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Credentials Validity Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CuDeviceGroup_AdConverterFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CuDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CuDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
CuDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DbccDevice_GammaDownlinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DbccDeviceSet_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DbccDeviceSet_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DbchDeviceSet_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DbchDeviceSet_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DchEulBalancingLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Denib Device Configuration Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_AtmConfigurationMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_BackplaneBusCollision	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_ClockDistributionMalfunction	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_ConfigurationMismatchWithAntennaEquipment	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_DpProgramNotConfigured	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_EulRequiresHsCodeResourcesInBbPool	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_ExternalUnitFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_FanFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_GammaDownlinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_GammaLinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_GammaUplinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_HwNotSupported	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_HwSwMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_IncompatibleGammaBusProtocol	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_LossOfSynch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_MpDbCommunicationFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_NumberOfHwEntitiesMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_NumberOfProcessingResourcesNotSupported	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_PoorClockSignal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_RaxTxInterfaceCommunicationError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_RetPortCurrentTooHigh	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_SfpModuleConfigurationMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G

DeviceGroup_SfpModuleHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_TxTxCommunicationError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DigitalCable_CableFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DigitalCable_Disconnected	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DigitalCable_TooLongCable	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Disconnected	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Disk Volume C Full	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Disk Volume D Full	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DIceGracePeriodStarted	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DownlinkBaseBandPool_DIHwLessThanDICapacity	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
DualTmaSupportLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Duplicate IP Address Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
EDbchDeviceSet_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
EDbchDeviceSet_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Emergency Unlock of Software Licensing	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
EnhUeDrxLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Equipment Protection Hardware Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
EquipmentSupportFunction_Disconnected	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
EScDeviceSet_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
EScDeviceSet_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ET Hardware Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ET IP Hardware Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Ethernet Port Congestion	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Ethernet Port Degraded	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Ethernet Port Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Ethernet Port Overload	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Ethernet Switch Module Port Degraded	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Ethernet Switch Port Congestion	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Ethernet Switch Port Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Ethernet Switch Port Overload	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
EulDynRotLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
EulFachLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
EulForLargeRbsConfigLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
EulMcLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
EulTdSchedulingLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ExternalNode_Disconnected	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ExternalTma_LnaDegradedInBranchA	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ExternalTma_LnaDegradedInBranchB	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ExternalTma_LnaFailureBranchA	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ExternalTma_LnaFailureBranchB	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Failure of Protocol	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Fan HW Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
FanDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G

Fast Ethernet Link Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
FcuDeviceGroup_FanFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
FcuDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
FcuDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
FcuDeviceGroup_HwSwMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
FcuDeviceGroup_NumberOfHwEntitiesMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
File System Diagnostic Error	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
FuDeviceGroup_ConfigurationMismatchWithAntenna Equipment	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
FuDeviceGroup_ExternalUnitFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
FuDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
FuDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
FuDeviceGroup_HwSwMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
GammaCable_CableWronglyConnected	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
GammaCable_GammaDownlinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
GammaCable_GammaUplinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
GammaDownlinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Gigabit Ethernet Link Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Hardware Failure Imminent	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
.Heartbeat Failure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HsAqmCongCtrlLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HsDbchDeviceSet_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HsdpaDualBandMultiCarrierLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HsdpaMcInterDuSchedLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HsdpaMinBitRateLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HsdpaMultiCarrierMimoLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HsdpaRbrQosProfilingLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HsFachLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HsOlpcLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HwUnit_CircuitBreakerTripped	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HwUnit_Disconnected	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HwUnit_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HwUnit_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HwUnit_LossOfMains	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HwUnit_OperatingTemperatureTooHighBatteryDisco nnected	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HwUnit_OperatingTemperatureTooHighCapacityRed uced	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HwUnit_OperatingTemperatureTooHighNoService	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HwUnit_OperatingTemperatureTooLowCapacityRedu ced	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
HwUnit_OperatingTemperatureTooLowCommunicati onLost	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IKE Peer Not Reachable	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G

IMA Config Aborted at Far End	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IMA Group Blocked at Far End	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IMA Group Configuration Aborted	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IMA Group Insufficient Links	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IMA Group Insufficient Links at Far End	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IMA Group Start-Up at Far End	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IMA Group Timing Mismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IMA Link Out of Delay Synchronization	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IMA Link Reception Misconnected	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IMA Link Transmission Misconnected	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ImprovedLayer2LicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
InconsistentConfiguration	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IncrNumHsCodesLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Inter Switch Module Link Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
InterferenceSuppressionLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
InternalSyncLinkError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Inter-PIU Link Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
InterSubTimingCable_ClockDistributionMalfunction	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IntraCabTimingCable_ClockDistributionMalfunction	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IntSuppAllBearersLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IntSuppEul10msLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Invalid Ethernet Optical Module	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Invalid Optical Module	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
IPsec Certificate Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
lub_DualStacklubFeatureNotActivated	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Left Fan Stopped	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
License Key File Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
License Key for Feature Missing	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
License Mismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
LnaDegradedInBranchC	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
LnaDegradedInBranchD	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
LnaFailureBranchC	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
LnaFailureBranchD	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Local AA DB Installation Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Local Port Occupied	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
LoPowTxCable_Disconnected	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of Cell Delineation	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of Cell Delineation on IMA Link	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of Frame	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of IMA Frame	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of Link Redundancy Group 0	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of Link Redundancy Group 1	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of Link Redundancy Group 2	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of Link Redundancy Group 3	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G

Loss of Pointer - P	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of Pointer - V	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of Signal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of Switch Redundancy Plane A	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of Switch Redundancy Plane B	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of Synch Reference Redundancy	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of System Clock	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Loss of Tracking	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
LossOfMains	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
M3UA Association Congested	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
M3UA Association Down	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
M3UA Local AS Down	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
M3UA Remote AS Down	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
M3UA Remote SP Down	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Maximum Number of Counters Exceeded	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
McpaDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
McpaDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
McpaDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
McpaDeviceGroup_TakenOutOfServiceToProtectCu	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
MixedModeFeatureNotActivated	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
MixedModeLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
MS Degraded Signal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
MS Excessive Bit Error Rate	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
MTP3b Link Out of Service	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
MTP3b Route Set Unavailable	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NbapCommon_Layer3SetupFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Network Synch Time from GPS Missing	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_16QamLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_4wayRxDiversityLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_64QamLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_ConfigurationMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_CpcLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_DIHwUsageExceedsDILicenseLevel	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_DIPowerControlEulLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_DualStackIubLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_EnhancedLayer2LicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_Eul2msTtiLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_EulGrakeLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_FDpchSrbOnHsdpaLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_HsdpaDynamicCodeAllocationLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_HsdpaFlexibleSchedulerLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_HsdpaImprovedLinkAdaptationLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G

NodeBFunction_HsdpaIncrementalRedundancyLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_HsdpaMultiCarrierInactivityControlLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_HsdpaMultiCarrierLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_MbmsIubEfficiencyLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_MimoLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_PerHarqProcessGrantLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_RetCascadingLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_StandardizedRetLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_StandardizedTmaLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeBFunction_UIHwUsageExceedsULicenseLevel	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeSynch_Phase_Difference_Measurement_Failed	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeSynch_Phasedrift_Threshold_Exceeded	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeSynchTp_ConnectionLost	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeSynchTp_Initial_Phase_Difference_Measurement_Failed	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeSynchTp_Phase_Difference_Measurement_Failed	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NodeSynchTp_Threshold_Exceeded	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NotSupportedInterDuCombination	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NTP Server Reachability Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NTP System Time Sync Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NTP System Time Sync Problem	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NumberOf100WPowerAmplifiersExceedsLicensedLimit	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NumberOf120WPowerAmplifiersExceedsLicensedLimit	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NumberOf80WPowerAmplifiersExceedsLicensedLimit	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
NumberOfHwEntitiesMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ObifDeviceGroup_ClockDistributionMalfunction	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ObifDeviceGroup_ConfigurationMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ObifDeviceGroup_DpProgramNotConfigured	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ObifDeviceGroup_GammaLinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ObifDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ObifDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ObifDeviceGroup_LossOfSynch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ObifDeviceGroup_MpDbCommunicationFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ObifDeviceGroup_PoorClockSignal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ObifDeviceGroup_SfpModuleHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ObifDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
OpticalInterfaceLink_OpticalInterfaceLinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
OpticalInterfaceLink_TooLongOpticalInterfaceLink	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
OptoCommCable_OptoCommunicationFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
OSPF - Working Mode Disabled	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G



OutDeviceSet_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
OutDeviceSet_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Packet Server Availability Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Password File Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PauDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PauDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PauDeviceGroup_HwSwMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Payload Mismatch - P	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Payload Mismatch - V	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PcuDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PcuDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PcuDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PdDevice_CurrentTooHigh	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PdDevice_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PdDevice_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PdDevice_SoftStarterBreakerFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PdDevice_TransistorFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PDH Degraded Signal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PDH Loss of Frame	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PDH Loss of Signal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PDH Payload Mismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PDH Unequipped Defect	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PIU Device General Problem	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PIU Device Hardware Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Plug-In Unit General Problem	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Plug-In Unit HW Failure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Plug-In Unit Synch Hardware Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Power Failure Left Slot	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Power Failure Right Slot	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PowerDistrSystem_RejectSignalFromHardware	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PowerDistrSystem_SignalNotReceivedWithinTime	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PowerSupply_LossOfMains	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PowerSupply_SystemOvervoltage	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PowerSupply_SystemUndervoltage	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PowerSupplySystem_SignalNotReceivedWithinTime	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PowerSupplySystem_SystemOvervoltage	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PowerSupplySystem_SystemUndervoltage	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PredefRbsScannerGpeh_FailedToWriteFile	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PsDevice_LossOfMains	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PsDeviceSet_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PsDeviceSet_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PsDeviceSet_NumberOfHwEntitiesMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PsiCoverageLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Psu_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G

Psu_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Psu_LossOfMains	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PsuDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PsuDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
PsuDeviceGroup_HwSwMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RaxDeviceGroup_AtmConfigurationMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RaxDeviceGroup_BackplaneBusCollision	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RaxDeviceGroup_DpProgramNotConfigured	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RaxDeviceGroup_GammaLinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RaxDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RaxDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RaxDeviceGroup_HwNotSupported	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RaxDeviceGroup_IncompatibleGammaBusProtocol	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RaxDeviceGroup_LossOfSynch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RaxDeviceGroup_MpDbCommunicationFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RaxDeviceGroup_PoorClockSignal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RaxDeviceGroup_RaxTxInterfaceCommunicationError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RaxDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RbsLocalCell_CellRangeExceedsLicensedLimit	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RbsLocalCell_ConfiguredLimitExceedsLicensedLimit	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RbsLocalCell_MaxNumEulUsersExceedsLicensedLimit	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RbsLocalCell_MaxNumHsdpaUsersExceedsLicensedLimit	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RbsLocalCell_MaxNumHsPdschCodesExceedsLicense dLimit	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RbsLocalCell_OcnsDITransmissionIsActivated	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RbsMpLoadSharingLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RbsSynchronization_RejectSignalFromHardware	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RbsSynchronization_SignalNotReceivedWithinTime	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Real Time Security Event Log Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Remote IP Address Unreachable	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Resource Access Misconfiguration	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
ResourceMissingTxBranch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RetDevice_ElectricalAntennaTiltOutOfRange	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RetDevice_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RetDevice_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RetDevice_RetFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RetDevice_RetProfileParameterError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RetDevice_SignalNotReceivedWithinTime	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RetDeviceSet_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RetDeviceSet_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RetDeviceSet_RetFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RetuDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RetuDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G

RetuDeviceGroup_RetPowerConsumptionTooHigh	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RfCable_Disconnected	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RfifDeviceGroup_ClockDistributionMalfunction	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RfifDeviceGroup_DpProgramNotConfigured	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RfifDeviceGroup_GammaLinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RfifDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RfifDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RfifDeviceGroup_IncompatiblePowerClippingAlgorithm	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RfifDeviceGroup_IncorrectCableForDeliveredClock	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RfifDeviceGroup_IncorrectCableForReceivedClock	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RfifDeviceGroup_LossOfSynch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RfifDeviceGroup_MpDbCommunicationFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RfifDeviceGroup_PoorClockSignal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RfifDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Right Fan Stopped	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RruDeviceGroup_ConfigurationMismatchWithAntennaEquipment	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RruDeviceGroup_ExternalUnitFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RruDeviceGroup_FanFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RruDeviceGroup_GammaLinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RruDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RruDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RruDeviceGroup_HwNotSupported	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RruDeviceGroup_NumberOfHwEntitiesMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RruDeviceGroup_RetPortCurrentTooHigh	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RruDeviceGroup_SfpModuleConfigurationMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RruDeviceGroup_SfpModuleHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RruDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuDeviceGroup_ExternalUnitFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuDeviceGroup_GammaDownlinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuDeviceGroup_GammaUplinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuDeviceGroup_HwNotSupported	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuDeviceGroup_LossOfSynch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuDeviceGroup_NumberOfHwEntitiesMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuDeviceGroup_PoorClockSignal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuifDeviceGroup_ClockDistributionMalfunction	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuifDeviceGroup_DpProgramNotConfigured	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuifDeviceGroup_GammaDownlinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuifDeviceGroup_GammaUplinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuifDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G

RuifDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuifDeviceGroup_LossOfSynch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuifDeviceGroup_MpDbCommunicationFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuifDeviceGroup_PoorClockSignal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
RuifDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
SaiuDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
SaiuDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
SaiuDeviceGroup_HwSwMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
SCB System Clock Path HW Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
SCCP Remote Subsystem Unavailable	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Sector_FrequencyBandNotSupported	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Sector_MissingRetProfile	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Sector_RejectSignalFromHardware	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Sector_SignalNotReceivedWithinTime	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Security Level Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Slave TU Out of Synchronization	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
SPM General Problem	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
SPM HW Failure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
StrxDeviceGroup_DpProgramNotConfigured	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
StrxDeviceGroup_GammaLinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
StrxDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
StrxDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
StrxDeviceGroup_LossOfSynch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
StrxDeviceGroup_MpDbCommunicationFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
StrxDeviceGroup_PoorClockSignal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
StrxDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Subrack Power Configuration Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch Core Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch DBM PLL Tuning Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch DBM TUB Detection Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch Internal Link Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch Internal Link Group 0 Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch Internal Link Group 1 Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch Internal Link Group 2 Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch Internal Link Group 3 Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch Internal Link Port 0 Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch Internal Link Port 1 Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch Internal Link Port 2 Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch Internal Link Port 3 Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch Plane A Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch Plane B Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Switch Port Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
SXB System Clock Path HW Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Sync Reference PDV Problem	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G

Synch Reference Not Reliable	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Synch Reference Path HW Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
System Clock Distribution HW Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
System Clock in Holdover Mode	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
System Clock Quality Degradation	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TimDevice_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TimDevice_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TimDevice_PhaseLockFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TimDevice_RadioClockIsNotStable	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TimDeviceSet_ClockFrequencyStabilityMalfunction	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TimDeviceSet_ClockMalfunction	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TimDeviceSet_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TimDeviceSet_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TmaDevice_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TmaDevice_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TmaDevice_LnaDegraded	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TmaDevice_LnaFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TmaDeviceSet_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TmaDeviceSet_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TmfConfigurationFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TooLongCable	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TpaDevice_AmplificationError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TpaDevice_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TpaDevice_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TpaDevice_MaxTotalOutputPowerTruncated	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TpaDevice_NumberOf40WPowerAmplifiersExceedsLicensedLimit	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TpaDevice_NumberOf60WPowerAmplifiersExceedsLicensedLimit	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TpaDevice_RfHwTemperatureAbnormallyHigh	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TpaDevice_RfHwTemperatureAbnormallyLow	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TpaDevice_RfHwTemperatureExceptionallyHigh	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TpaDevice_RfHwTemperatureExceptionallyLow	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TpaDevice_RfHwTemperatureHigh	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TpaDevice_RfInputLevelTooHigh	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TpaDeviceSet_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Trace Identifier Mismatch - P	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TrDevice_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TrDevice_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TrDevice_TxGainTooHigh	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TrDevice_TxGainTooLow	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TrDeviceSet_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TrDeviceSet_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Trusted Certificate Installation Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G

TrxDeviceGroup_DpProgramNotConfigured	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TrxDeviceGroup_GammaLinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TrxDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TrxDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TrxDeviceGroup_LossOfSynch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TrxDeviceGroup_MpDbCommunicationFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TrxDeviceGroup_PoorClockSignal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TrxDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TrxRfCable_Disconnected	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TU Hardware Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TU Synch Reference Loss of Signal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TU System Clock Path HW Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TU11 Loss of Pointer	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TU12 Loss of Pointer	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TuDeviceGroup_DpProgramNotConfigured	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TuDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TuDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TuDeviceGroup_MpDbCommunicationFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TxDeviceGroup_AtmConfigurationMismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TxDeviceGroup_DpProgramNotConfigured	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TxDeviceGroup_EulRequiresHsCodeResourcesInBbPool	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TxDeviceGroup_GammaLinkFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TxDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TxDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TxDeviceGroup_HwNotSupported	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TxDeviceGroup_LossOfSynch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TxDeviceGroup_MpDbCommunicationFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TxDeviceGroup_NumberOfProcessingResourcesNotSupported	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TxDeviceGroup_PoorClockSignal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TxDeviceGroup_RaxTxInterfaceCommunicationError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TxDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TxDeviceGroup_TxTxCommunicationError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
UbchDeviceSet_CapacityLost	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
UbchDeviceSet_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
UbchDeviceSet_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
UICeGracePeriodExpired	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
UICeGracePeriodExpiring	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
UICeGracePeriodStarted	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
UIFccLicenseNotValid	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Unequipped Defect - P	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Unequipped Defect - V	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Unit Contact Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G

Unit Hardware Fault	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Unit Missing	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
Upgrade Package Corrupt	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
UplinkBaseBandPool_UIHwLessThanUICapacity	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
UplinkBaseBandPool_UIHwUsageExceedsULLicenseLevel	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
User-Defined Profiles File Error	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC ete Loss of Connectivity	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC11 Degraded Signal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC11 Payload Mismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC11 Unequipped Defect	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC12 Degraded Signal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC12 Payload Mismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC12 Trace Identifier Mismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC12 Unequipped Defect	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC3 Degraded Signal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC3 Loss of MultiFrame	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC3 Payload Mismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC3 Trace Identifier Mismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC3 Unequipped Defect	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC4 Degraded Signal	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC4 Loss of MultiFrame	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC4 Payload Mismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC4 Trace Identifier Mismatch	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VC4 Unequipped Defect	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
VP ete Loss of Connectivity	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
WrongRunningLm	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
XalmDeviceGroup_GeneralHwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
XalmDeviceGroup_GeneralSwError	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
XalmDeviceGroup_SoftwareDownloadFailure	NODEB_ALARM group	ERICSSON_3G
TimDevice_RadioClockIsNotStable	Undefined group	ERICSSON_3G
Slave TU Out of Synchronization	Undefined group	ERICSSON_3G
DigitalCable_CableFailure	Undefined group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_GeneralSwError	Undefined group	ERICSSON_3G
AuxPlugInUnit_PiuConnectionLost	Undefined group	ERICSSON_3G
Carrier_RxDiversityLost	Undefined group	ERICSSON_3G
Heartbeat Failure	Undefined group	ERICSSON_3G

AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranch	Undefined group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranchA	Undefined group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranchB	Undefined group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranchC	Undefined group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranchD	Undefined group	ERICSSON_3G
UtranCell_ServiceUnavailable	Undefined group	ERICSSON_3G
DigitalCable_CableFailure	ERB_UNAVAILABILITY_IM PACT_E3G_NBAP group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranch	ERB_UNAVAILABILITY_IM PACT_E3G_NBAP group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranchA	ERB_UNAVAILABILITY_IM PACT_E3G_NBAP group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranchB	ERB_UNAVAILABILITY_IM PACT_E3G_NBAP group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranchC	ERB_UNAVAILABILITY_IM PACT_E3G_NBAP group	ERICSSON_3G
AntennaBranch_AntennaSystemProblemInBranchD	ERB_UNAVAILABILITY_IM PACT_E3G_NBAP group	ERICSSON_3G
TimDevice_RadioClockIsNotStable	ERB_UNAVAILABILITY_IM PACT_E3G_NBAP group	ERICSSON_3G
DeviceGroup_GeneralSwError	ERB_UNAVAILABILITY_IM PACT_E3G_NBAP group	ERICSSON_3G
AuxPlugInUnit_PiuConnectionLost	ERB_UNAVAILABILITY_IM PACT_E3G_NBAP group	ERICSSON_3G
Carrier_RxDiversityLost	ERB_UNAVAILABILITY_IM PACT_E3G_NBAP group	ERICSSON_3G
System Clock Quality Degradation	E4G_SITE_RULE group	ERICSSON_4G
Heartbeat Failure	E4G_SITE_RULE group	ERICSSON_4G
ServiceUnavailable	E4G_SITE_RULE group	ERICSSON_4G
PowerFailure	E4G_SITE_RULE group	ERICSSON_4G
HwFault	E4G_SITE_RULE group	ERICSSON_4G
ResourceConfigurationFailure	E4G_SITE_RULE group	ERICSSON_4G
21204	Correlated with the original alarm 21807	HUAWEI_2G
2218	Correlated with the original alarm 21807	HUAWEI_2G



2216	Correlated with the original alarm 21807	HUAWEI_2G
2214	Correlated with the original alarm 21807	HUAWEI_2G
21807	Original alarm to be checked in the correlation rule with the alarms 21204, 2218, 2216 and 2214	HUAWEI_2G
21201	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
25800	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
25803	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21203	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
25802	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21202	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21204	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
25801	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21206	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
25807	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21209	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21251	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21252	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21258	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21259	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21260	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21261	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21262	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21275	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21277	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G

21278	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21279	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21280	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21284	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21286	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21287	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21288	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21289	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21291	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4136	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2148	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4192	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2204	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4210	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4212	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4214	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4224	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
5026	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
5028	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
5030	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
26231	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
26234	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
26235	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
26501	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
26504	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G

26532	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
28010	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2114	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
3052	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
3572	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4102	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
3072	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4612	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
12302	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
12824	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
28006	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
26529	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
26538	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
26524	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
26533	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4108	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
3058	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2120	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4116	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2128	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4118	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2130	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4140	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4144	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2156	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G

4154	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4158	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
3628	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
3108	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2170	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4164	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
3634	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
3114	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2176	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4184	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2196	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4186	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
3656	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2198	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4194	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
12260	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
10724	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
9698	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
6628	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
5334	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2590	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2300	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2206	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4198	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2154	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G

4770	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
12298	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
3728	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
3208	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2270	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4110	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2122	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4168	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4106	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2118	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4112	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2124	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
4104	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2116	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
2152	Correlated with the original alarm 21801	HUAWEI_2G
21801	Original alarm to be checked in the correlation rule with the alarms 21201, 25800, 25803, 21203, 25802, 21202 , 21204, ...	HUAWEI_2G
22202	Correlated with the original alarm 22214	HUAWEI_3G
301	Correlated with the original alarm 22214	HUAWEI_3G
22214	Original alarm to be checked in the correlation rule with the alarms 22202 and 301	HUAWEI_3G
26235	Correlated with the original alarm 22202	HUAWEI_3G
26501	Correlated with the original alarm 22202	HUAWEI_3G
28203	Correlated with the original alarm 22202	HUAWEI_3G

22214	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
21581	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
21541	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
21231	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
21227	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
21531	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
21287	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
21341	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
22202	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
26521	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
26522	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
26235	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
26501	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
28203	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
26235	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
26503	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
26504	H3G_Rule02 group	HUAWEI_3G
21551	H3G_Rule03 group	HUAWEI_3G
21552	H3G_Rule03 group	HUAWEI_3G
21553	H3G_Rule03 group	HUAWEI_3G
21521	H3G_Rule03 group	HUAWEI_3G
21504	H3G_Rule04 group	HUAWEI_3G
21505	H3G_Rule04 group	HUAWEI_3G
21506	H3G_Rule04 group	HUAWEI_3G
21503	H3G_Rule04 group	HUAWEI_3G
25801	H2G_Rule05	HUAWEI_3G
25823	H2G_Rule05	HUAWEI_3G
4714	H2G_Rule06	HUAWEI_3G
4716	H2G_Rule06	HUAWEI_3G
4718	H2G_Rule06	HUAWEI_3G
21807	H2G_Rule01	HUAWEI_3G
2216	H2G_Rule01	HUAWEI_3G
2218	H2G_Rule01	HUAWEI_3G
2214	H2G_Rule01	HUAWEI_3G
21204	H2G_Rule01	HUAWEI_3G
21801	H2G_Rule01	HUAWEI_3G
2148	H2G_Rule01	HUAWEI_3G
2156	H2G_Rule01	HUAWEI_3G
2152	H2G_Rule01	HUAWEI_3G
2128	H2G_Rule01	HUAWEI_3G
2124	H2G_Rule01	HUAWEI_3G
2114	H2G_Rule01	HUAWEI_3G
2204	H2G_Rule01	HUAWEI_3G

21801	HUAWEI_2G+HUAWEI_3 G grouping rule	HUAWEI_2G+H UAWEI_3G
21807	HUAWEI_2G+HUAWEI_3 G grouping rule	HUAWEI_2G+H UAWEI_3G

