

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

MATEUS SOUTO LIMA

ANÁLISE DAS INDISPONIBILIDADES DO PARQUE GERADOR DA CELESC
NO PERÍODO DE 2014 A 2016

Florianópolis, SC
2018

MATEUS SOUTO LIMA

ANÁLISE DAS INDISPONIBILIDADES DO PARQUE GERADOR DA CELESC
NO PERÍODO DE 2014 A 2016

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
curso de Engenharia Elétrica, área..., da
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA,
como requisito parcial para a Obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Elétrica

Florianópolis, SC
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Souto Lima, Mateus
ANÁLISE DAS INDISPONIBILIDADES DO PARQUE GERADOR
DA CELESC NO PERÍODO DE 2014 A 2016 / Mateus Souto
Lima ; orientador, Erlon Cristian Finardi, 2018.
55 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
Tecnológico, Graduação em Engenharia Elétrica,
Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

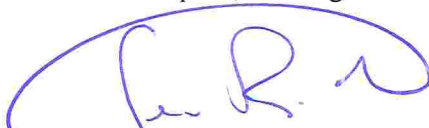
1. Engenharia Elétrica. 2. Parque Gerador. 3.
Indisponibilidade Forçada. 4. Indisponibilidade
Programada. 5. CELESC. I. Cristian Finardi, Erlon .
II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Engenharia Elétrica. III. Título.

Mateus Souto Lima

ANÁLISE DAS INDISPONIBILIDADES DO PARQUE
GERADOR DA CELESC NO PERÍODO DE 2014 A 2016

Este Trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel
em Engenharia Elétrica e aprovado, em sua forma final, pela Banca
Examinadora

Florianópolis, 08 de agosto de 2018.



Prof. Jean Viane Leite, Dr. Eng.
Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

Banca Examinadora:



Professor Eflon Cristian Finardi, D. Eng.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina



Professor Kenny Vinente, M. Sc.
Universidade Federal do Amazonas



Engenheiro Guilherme Luiz Minetto Fredo, M. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho aos meus pais
e amigos que sempre me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, agradeço, primeiramente por terem me ajudado tanto nesta e em todas as outras etapas da minha vida, por estarem sempre comigo não importando onde ou quando. Agradeço a todos os professores que acompanharam a minha jornada enquanto universitário e foram essenciais à minha formação como profissional e, além disso, minha evolução como pessoa. Agradeço a Leticia por ter estado ao meu lado e revisado meu Trabalho de Conclusão de Curso ao final do projeto. Por fim, agradeço a todos os amigos e amigas que estiveram comigo nessa jornada, vocês com certeza são parte dessa vitória.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise realizada na área de manutenção dos geradores da empresa Celesc Geração. Como a empresa dispõe de um banco de dados com todas as ocorrências de indisponibilidades forçadas e programadas que acontecem em suas usinas, foi possível observar os dados armazenados com o intuito de averiguar a eficiência de cada uma das usinas pertencentes à estatal. Cada ocorrência relativa de determinado gerador de uma dada usina foi condensada em um único ambiente de análise onde a quantidade de vezes e o período de duração de cada ocorrência foi levado em conta. Assim, foi possível observar esse comportamento durante o período de estudo de 2014 a 2016. Através deste trabalho, consegue-se obter uma visão global do que acontece em todo o parque gerador e assim, ter uma diretriz para que seja possível buscar melhorias do procedimento de funcionamento das máquinas.

Palavras-chave: Parque Gerador. Indisponibilidade Forçada. Indisponibilidade Programada. CELESC.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Planilha do Registro Diário de Operação.....	23
Figura 2 — RDO Gerador 01 Usina Palmeiras ano 2014.....	24
Figura 3 — RDO Gerador 01 Usina Palmeiras ano 2015.....	24
Figura 4 — RDO Gerador 01 Usina Palmeiras ano 2016.....	24
Figura 5 — Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2014 na UG -01.....	26
Figura 6 — Percentual das Indisponibilidades em 2014 na UG-01.....	26
Figura 7 — Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2015 na UG-01.....	27
Figura 8 — Percentual das Indisponibilidades em 2015 na UG-01.....	27
Figura 9 — Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2016 na UG-01.....	28
Figura 10 — Percentual das Indisponibilidades em 2016 na UG-01.....	28
Figura 11 — Montante total das ocorrências ao longo dos anos.....	29
Figura 12 — Montante total o período de indisponibilidade ao longo dos anos.....	30
Figura 13 — Evolução das maiores causas de indisponibilidade ao longo dos anos.....	31
Figura 14 — RDO Gerador 02 Usina Palmeiras ano 2014.....	32
Figura 15 — RDO Gerador 02 Usina Palmeiras ano 2015.....	32
Figura 16 — RDO Gerador 03 Usina Palmeiras ano 2016.....	32
Figura 17 — Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2014 na UG-02.....	33
Figura 18 — Percentual das Indisponibilidades em 2014 na UG-02.....	33
Figura 19 — Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2015 na UG-02.....	34
Figura 20 — Percentual das Indisponibilidades em 2015 na UG-02.....	35
Figura 21 — Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2016 na UG-02.....	35
Figura 22 — Percentual da Indisponibilidades em 2016.....	36
Figura 23 — Montante total das ocorrências ao longo dos anos.....	37
Figura 24 — Montante total do período de indisponibilidade ao longo dos anos.....	38
Figura 25 — Evolução das maiores causas de indisponibilidade ao longo dos anos.....	39
Figura 26 — RDO Gerador 03 Usina Palmeiras ano 2014.....	40
Figura 27 — RDO Gerador 03 Usina Palmeiras ano 2015.....	40
Figura 28 — RDO Gerador 03 Usina Palmeiras ano 2016.....	40

Figura 29 — Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2014 na UG-03.....	41
Figura 30 — Percentual das Indisponibilidades em 2014 na UG-03.....	41
Figura 31 — Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2015 na UG-03.....	42
Figura 32 — Percentual das Indisponibilidades em 2015 na UG-03.....	43
Figura 33 — Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2016 na UG-03.....	44
Figura 34 — Percentual das Indisponibilidades em 2014 na UG-03.....	44
Figura 35 — Montante total das ocorrências ao longo dos anos.....	45
Figura 36 — Montante total do período de indisponibilidade ao longo dos anos.....	46
Figura 37 — Evolução das maiores causas de indisponibilidade ao longo dos anos.....	47
Figura 38 — Ranking das ocorrências por período de duração.....	50
Figura 39 — Ranking das ocorrências por número de registros cadastrados.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Ranking das usinas por tempo total de indisponibilidade.....	48
Tabela 2 — Ranking das usinas por montante total de ocorrências registradas.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COG	Centro de Operação e Geração
RDO	Registro Diário de Ocorrência
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
GF	Garantia Física
MRE	Método de Realocação de Energia
SIN	Sistema Interligado Nacional
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ONS	Operador Nacional do Sistema
kWh	Kilowatt hora
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
SEB	Sistema Elétrico Brasileiro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	OBJETIVOS	19
1.1.1	Objetivo geral	19
1.1.2	Objetivos Específicos	20
2	DESENVOLVIMENTO	21
2.1	GERADOR 01	24
2.2	GERADOR 02	31
2.3	GERADOR 03	39
2.4	ANÁLISE GERAL	47
3	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

O Brasil iniciou a sua transição para uma matriz predominantemente hídrica a partir de 1878 quando foi construída a primeira usina brasileira no rio Paraíba, a Usina de Marmelos. Neste período, um produtor de tecidos mineiro, chamado de Bernardo Mascarenhas, decidiu trazer para o país a tecnologia de geração de energia através do uso da água. Após a implementação com sucesso dos geradores em sua fábrica, Mascarenhas conseguiu uma concessão para entregar energia para a cidade de Juiz de Fora[1].

Com a concessão em vigor, foi criada a Companhia Mineira de Eletricidade (CME) de Juiz de Fora. A companhia existiu até os anos de 1980, quando foi incorporada pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Em 1983, a Usina de Marmelos foi transformada em um Espaço Cultural e Museu.

A partir disso, o Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) teve grande mudança em sua matriz energética, fazendo com que hoje seja um dos maiores produtores de energia elétrica proveniente de fontes hídricas do mundo. Com uma geração média diária em torno dos 40 GWm, e com uma demanda de 67 GWm [2], as usinas hidrelétricas brasileiras conseguem suprir 60% da demanda do país. Sabendo disso, fica evidente a importância de se realizar manutenções periódicas para que os geradores possam estar operando a maior parte do tempo de modo que o despacho de usinas termelétricas seja o menor possível.

1.1 OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo a análise dos dados das ocorrências de manutenção dos geradores da Celesc de forma quantitativa e qualitativa, afim de observar a eficiência por parte da equipe responsável pela área de gestão das usinas e da equipe de manutenção das mesmas.

1.1.1 Objetivo geral

Analisando as informações obtidas, é possível quantificar quantas vezes e por quanto tempo cada tipo de ocorrência apareceu em cada gerador de cada usina a cada ano. Assim, é possível traçar diretrizes para que o trabalho realizado pelos responsáveis da área fique cada vez melhor e mais assertivo.

1.1.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos do trabalho tem-se a condensação das informações contidas no banco de dados da empresa chamado de RDO (Registro Diário de Ocorrências) o qual mostra a evolução das ocorrências de maior relevância durante o período de 3 anos (2014 à 2016).

Repetindo este processo para todos os geradores do complexo é possível realizar uma análise global das informações, e com isso chegar nas devidas conclusões fazendo com que novas diretrizes possam ser traçadas para obter resultados mais efetivos no futuro.

2 DESENVOLVIMENTO

Inicialmente, é necessário esclarecer alguns pontos de funcionamento do mercado e do entendimento de algumas das funções dos agentes que trabalham para que o SEB funcione de forma segura e econômica. Através do trabalho em conjunto da ANEEL, CCEE e ONS, se faz possível a geração e comercialização em um ambiente de mercado. Basicamente, pode-se dizer que através de um conjunto de normas estabelecidas pela ANEEL, a CCEE tem como contabilizar a compra e venda de energia no mercado energético brasileiro. Além disso, o ONS traça diretrizes para o funcionamento do sistema de forma segura e econômica. Outro ponto importante a ser entendido é o funcionamento do chamado Mecanismo de Realocação de Energia (MRE), o qual é um mecanismo financeiro que visa o compartilhamento dos riscos hidrológicos que afetam os agentes de geração. Este mecanismo abrange as usinas hidrelétricas sujeitas ao despacho centralizado. Opcionalmente, podem participar as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) [3].

Basicamente, após a análise da CCEE, via MRE irá realizar a alocação dos excedentes/déficits da geração das empresas que participam deste mecanismo. Um agente de geração, poderá vender um montante máximo de energia denominada de garantia física (GF), a qual mede a contribuição energética para a confiabilidade de suprimento do sistema. De uma maneira mais simplificada, podemos dizer que o valor da GF de cada usina é a maior quantidade de energia que o gerador pode entregar na ocorrência de um ano seco. A empresa responsável pela apuração destes valores se chama empresa de pesquisa energética (EPE). Quando um agente de geração começa a ter uma produção abaixo de sua GF por vários meses, será aberta uma ordem de estudo para avaliar as condições da usina de suprir o valor estabelecido pela GF. Caso venha ter um parecer negativo, a ANEEL ordena que seja feita uma redução no valor de sua GF e, assim, a empresa possuirá um valor menor de energia em negociações no mercado livre e regulado.

A Celesc é uma empresa estruturada como Holding desde 2006. Visando maior autonomia em suas operações a empresa se desmembrou em duas subsidiárias, a Celesc Distribuição e a Celesc Geração [4]. Nesta situação de desmembramento, cada uma tem seu papel e diretrizes de trabalho definidos. Neste trabalho, o foco é um estudo para a Celesc Geração, onde a qualidade operacional de seus geradores tem impacto direto sobre as negociações de venda da energia gerada. Para entender melhor o porque desse impacto, a seguir será abordado o tema do funcionamento do mercado de energia brasileiro.

Como dito anteriormente, é através de um conjunto de normas pré-estabelecidas pela ANEEL que a CCEE administra as negociações que ocorrem no

mercado de energia brasileiro. Neste ambiente de comercialização, o agente (vendedor ou comprador) pode optar por duas formas para vender ou comprar energia, através do Ambiente de Contratação Livre (ACL) ou Ambiente de Contratação Regulada (ACR). O ACL define-se por ser um ambiente onde os interessados em compra e venda de energia podem fazer uma livre negociação de energia. Um contrato é estabelecido pelas partes e o montante de energia contratado é enviado a CCEE que fará uma contabilização global. Caso a empresa não tenha interesse em realizar negócios através do ACL, as negociações poderão ser realizadas no ACR, onde as compras e vendas de energia são feitas através de leilões, onde a empresa que irá vender tem o papel de valorar o preço mínimo kWh a ser vendido, e as empresas que entrarem no leilão disputarão a compra pelo maior lance. Por ser uma empresa estatal, a Celesc Geração fica restrita a realizar negócios somente no ACR. Portanto, a energia gerada pela empresa é vendida em forma de leilões.

Para que a empresa consiga negociar o máximo de energia possível, é imprescindível que a mesma esteja em posse do maior valor de GF. Sendo assim, as usinas devem estar em operação sempre que houver água disponível para geração.

Neste quesito, as atividades na área de operação do parque em conjunto com a área de manutenção têm papel crucial na redução das indisponibilidades de cada gerador. As indisponibilidades de um gerador podem ser classificadas em dois tipos, as programadas e as forçadas.

As indisponibilidades programadas são aquelas que se fazem rotineiras e necessárias para que as indisponibilidades forçadas não venham a ocorrer. Limpeza na grade do cano de adução da água, revisão das escovas e checagem no nível de óleo são alguns exemplos. Já as indisponibilidades forçadas, são aquelas que por meio de algum evento inesperado ou inevitável, fazem com que a máquina tenha que parar. Através da operação local das usinas, os responsáveis de cada uma delas realizam um registro de todas as ocorrências para que haja um controle de qualidade na operação e no serviço, cujo controle é chamado de RDO. Um banco de informações é agrupado em uma planilha que se pode filtrar a data, o local, o gerador, a usina, o tipo de indisponibilidade e a descrição do acontecido. Através desta planilha foi realizado o estudo relacionado a este trabalho. Abaixo é possível observar uma imagem de como são dispostas essas informações nos arquivos de ocorrência da Celesc, com o auxílio da Planilha do Registro Diário de Operação.

2.1 GERADOR 01

Figura 2 - RDO Gerador 01 Usina Palmeiras ano 2014

RDO - Palmeiras 2014							
Ocorrência	Gerador	Registros	%Registros	Horas	%Horas	MWh não Gerado	Tipo de Indisponibilidade
Vazamento Água do Conduto Forçado	G1	1	4,76%	265:08:00	12,36%	1328,32	Forçada
Temperatura Alta Mancal	G1	11	52,38%	6:39:21:00	29,82%	3203,14	Forçada
Vazamento de Água no Caracol da Turbina	G1	2	9,52%	9:16:39:00	42,75%	4592,42	Forçada
Testes	G1	2	9,52%	153:34:00	7,16%	769,37	Forçada
Baixado Poço de Drenagem para Sanar Vazamento Caracol do G3	G1	1	4,76%	14:07:00	0,66%	70,72	Forçada
Problemas com a Casa de Válvulas	G1	2	9,52%	90:00:00	4,20%	450,90	Forçada
Falha Bombas de Refrigeração	G1	2	9,52%	65:28:00	3,05%	327,99	Forçada
TOTAL		21	100,00%	2144:17:00	100,00%	10742,86	

Fonte: Banco de Dados CELESC

Figura 3 - RDO Gerador 01 Usina Palmeiras ano 2015

RDO - Palmeiras 2015							
Ocorrência	Gerador	Registros	%Registros	Horas	%Horas	MWh não Gerado	Tipo de Indisponibilidade
Manutenção	G1	16	47,06%	130:29:00	25,91%	653,72	Programada
Pressão Baixa no Conduto Forçado	G1	1	2,94%	302:00:00	59,98%	1513,02	Forçada
Fluxo Baixo no Sistema de Refrigeração do Mancal	G1	7	20,59%	3:21:00	0,67%	16,78	Forçada
Proteção	G1	5	14,71%	28:35:00	5,68%	143,20	Forçada
Temperatura Alta no Estator	G1	1	2,94%	31:05:00	6,17%	155,73	Forçada
Problemas com a Casa de Válvulas	G1	4	11,76%	8:01:00	1,59%	40,16	Forçada
Total		34	100,00%	503:31:00	100,00%	2522,62	

Fonte: Banco de Dados CELESC

Figura 4 - RDO Gerador 01 Usina Palmeiras ano 2016

RDO - Palmeiras 2016							
Ocorrência	Gerador	Registros	%Registros	Horas	%Horas	MWh não Gerado	Tipo de Indisponibilidade
Fechou Válvula Borboleta do Conduto Forçado	G1	1	7,14%	208:34:00	29,85%	1044,92	Forçada
Desconfiguração do Sistema Supervisor	G1	2	14,29%	99:54:00	13,82%	500,50	Forçada
Fluxo Baixo no Sistema de Refrigeração do Mancal	G1	6	42,86%	376:19:00	52,05%	1886,39	Forçada
Proteção	G1	3	21,43%	5:00:00	0,69%	25,05	Forçada
Falha no RTV(Regulador de Tensão e Velocidade) e Baixa Pressão na UHRV(Unidade Hidráulica do Regulador de Velocidade)	G1	1	7,14%	31:05:00	4,30%	155,73	Forçada
Fechou Válvula Borboleta da Casa de Válvulas	G1	1	7,14%	2:09:00	0,30%	10,77	Forçada
Total		14	100,00%	723:01:00	100,00%	3622,31	

Fonte: Banco de Dados CELESC

Para que se tenha um entendimento do que foi feito, será descrito o conteúdo de cada coluna das imagens anteriores, bem como as ocorrências que estão em destaque. Abaixo, a descrição dos itens.

- Gerador: Gerador de estudo em questão.
- Registros: O número de vezes que a ocorrência foi verificada.
- %Registros: Representa a percentagem de vezes que a ocorrência apareceu com relação ao número total de todas as ocorrências somadas no ano.
- Horas: O tempo total que a máquina ficou fora de operação.
- %Horas: Representa a percentagem do tempo em que a máquina ficou fora de operação com relação ao período total de indisponibilidade no ano.
- MWh não Gerado: Através de um banco de registros diário de geração de

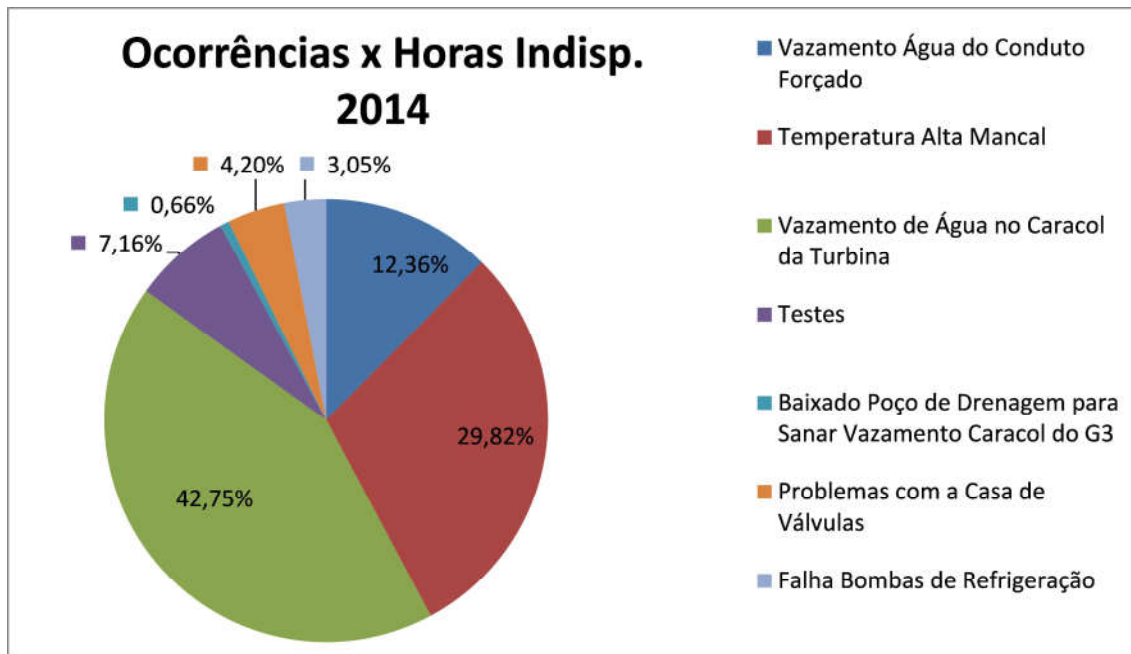
cada máquina durante todo o período de estudo, foi realizado uma média para que fosse possível ter uma noção de quanta energia não foi gerada por conta das indisponibilidades forçadas que ocorreram.

- Tipo de Indisponibilidade: Classificação das indisponibilidades encontradas.

Após o agrupamento de cada uma das ocorrências, foi possível começar a realizar uma análise inicial do que estava acontecendo durante os anos de estudo. Foi observado que algumas das ocorrências não batiam com a natureza delas. No ano de 2014 por exemplo, o “Vazamento de Água no Conduto Forçado” possuía um período de indisponibilidade diferente da mesma ocorrência que aconteceu durante o mesmo ano no gerador 2 da usina, e isso, não é possível pelo fato de que o conduto adutor dos dois geradores é o mesmo. Nos anos seguintes, ocorrências como “Manutenção” e “Proteção” apareceram de forma muito vaga nos registros da usina, fazendo com que não houvesse uma diretriz certa para a melhoria da indisponibilidade. Estes fatos foram constatados em vários outros geradores de outras usinas, o que levou a uma segunda parte do estudo que será comentada mais adiante.

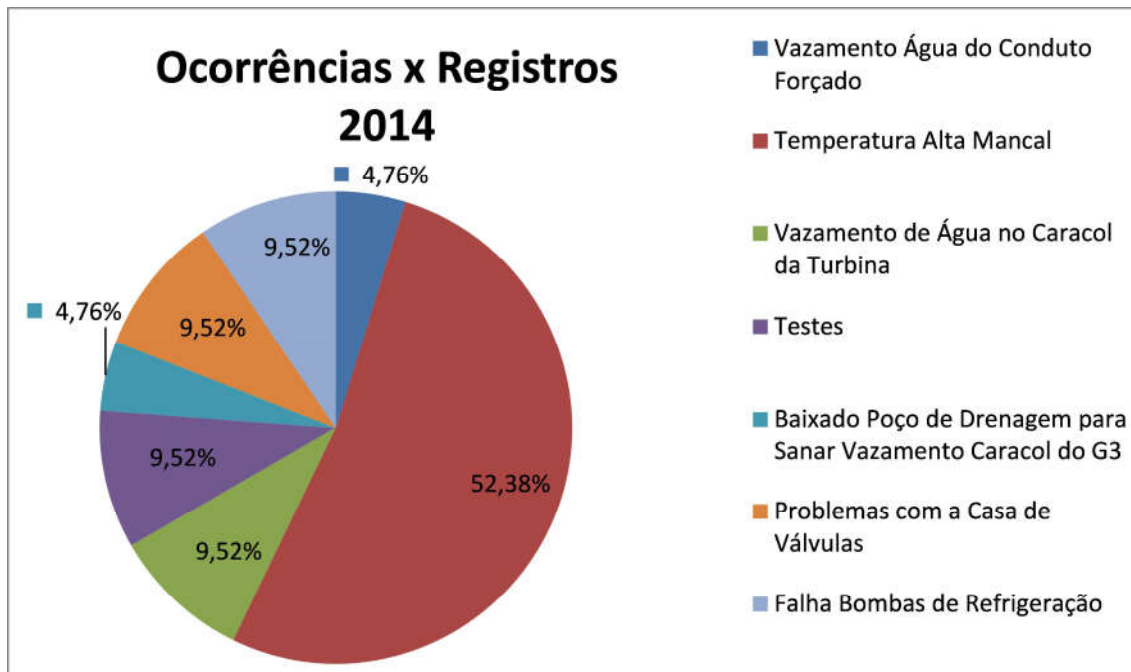
O próximo passo do estudo foi a implementação gráfica dos valores obtidos. Assim, seria mais fácil de observar o que realmente estava causando as maiores paradas de operação dos geradores. Foram gerados gráficos que levavam em conta, a porcentagem de vezes que uma ocorrência foi detectada e comparada a um gráfico da porcentagem do tempo que a mesma ocorrência fez com que a máquina ficasse fora de operação . Além disso, foram implementados gráficos que mostram a evolução do número de vezes e do período total de ocorrências em cada ano . Os resultados serão apresentados nas figuras a seguir:

Figura 5 - Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2014 na UG-01



Fonte: Banco de Dados CELESC

Figura 6 - Percentual das Indisponibilidades em 2014 na UG-01

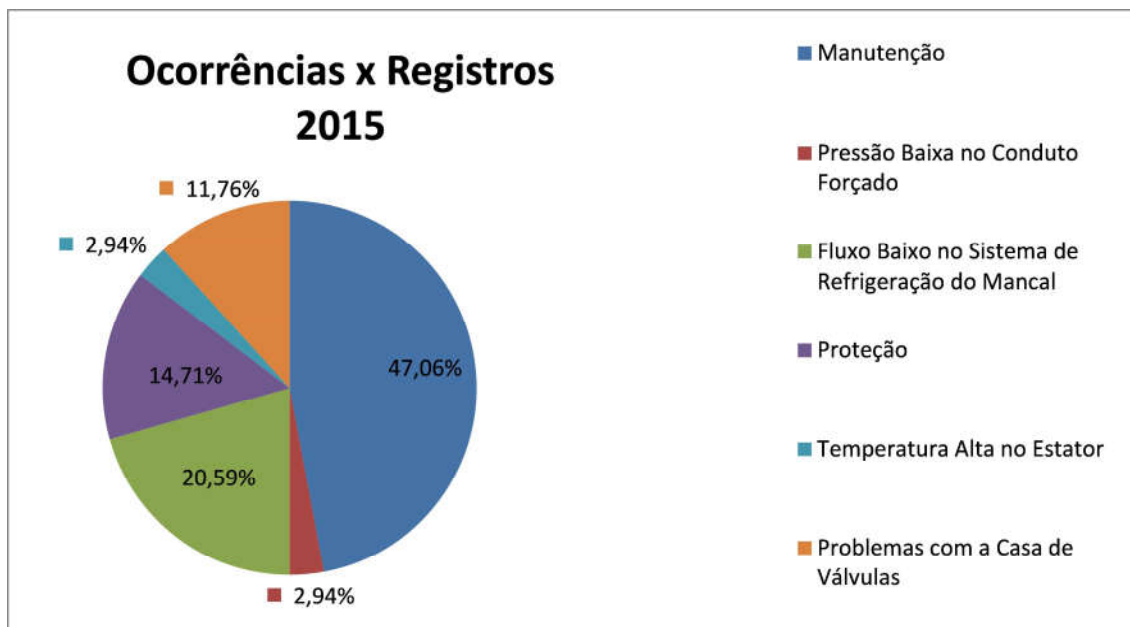


Fonte: Banco de Dados CELESC

Observando o ano de 2014, pode-se notar que apesar da baixa relevância do

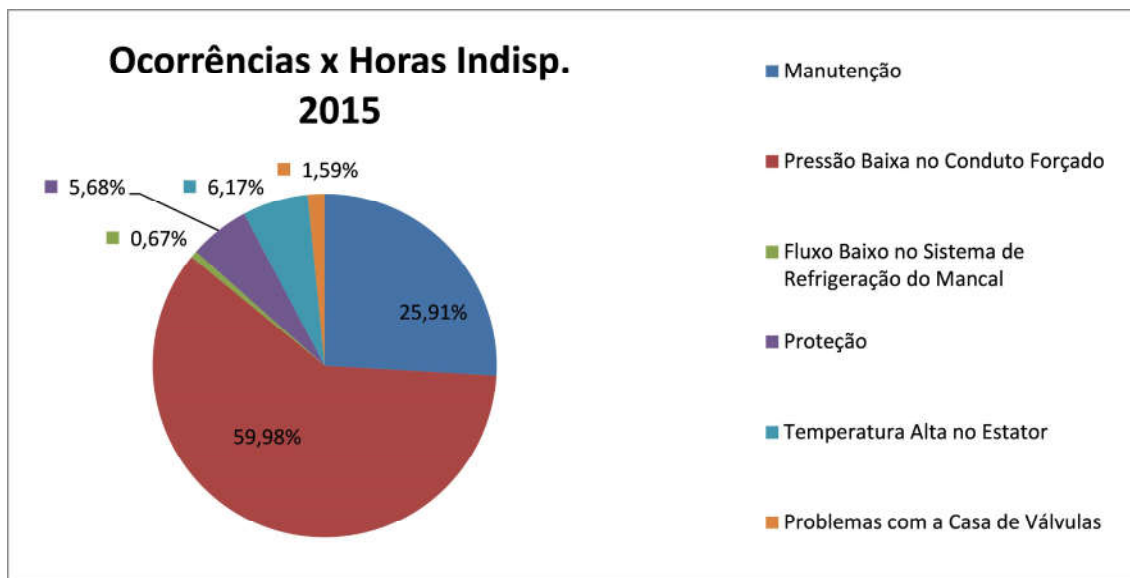
“Vazamento de Água no Caracol da Turbina” no montante total de ocorrências. Ao analisá-la pelo período de indisponibilidade, observamos um valor de 42,75%, representando mais de 900 horas de não operação por indisponibilidades forçadas.

Figura 7 - Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2015 na UG-01



Fonte: Banco de Dados CELESC

Figura 8 - Percentual das Indisponibilidades em 2015 na UG-01

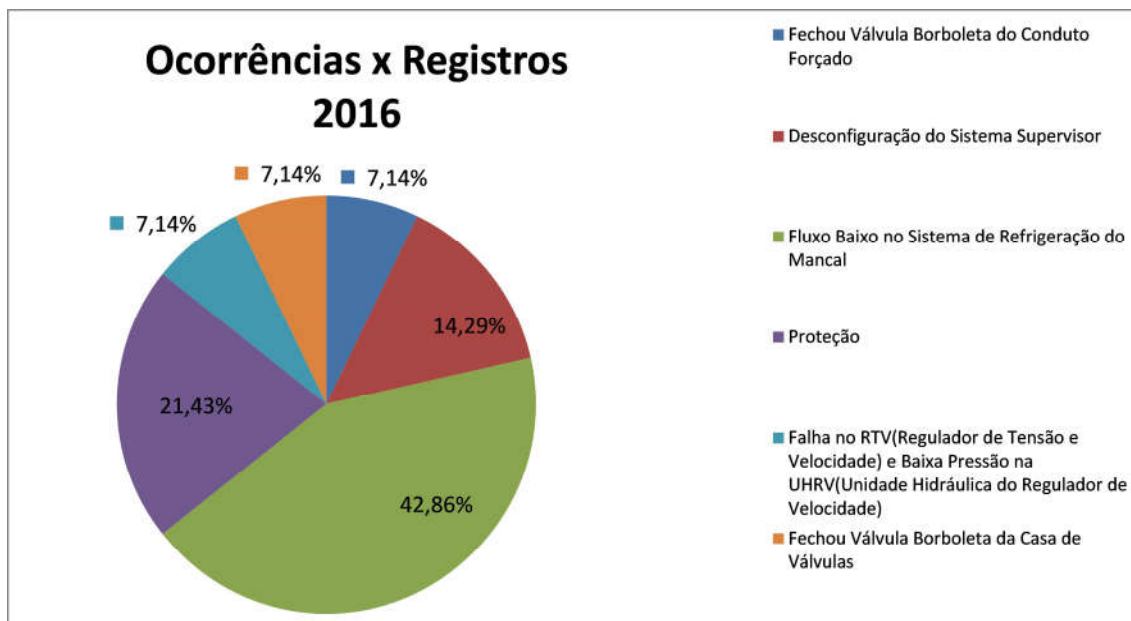


Fonte: Banco de Dados CELESC

No ano de 2015 o aspecto anterior isso se repete de forma mais acentuada,

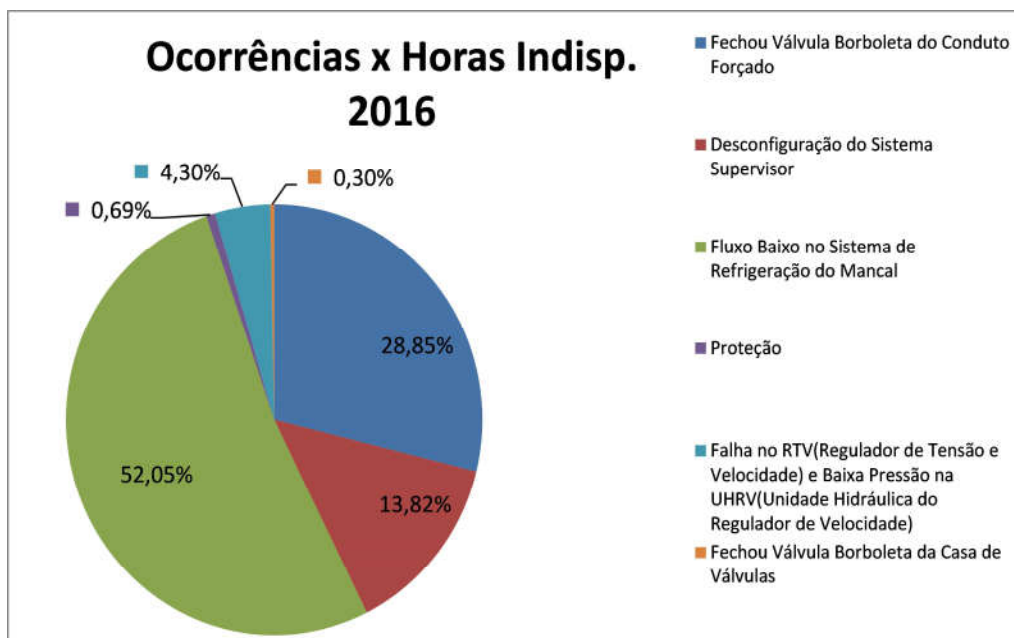
i.e, a ocorrência de “Pressão Baixa no Conduto Forçado” representa apenas 2,94% do número total das ocorrências, mas deixou a máquina fora por 59,98% do tempo em que a mesma deixou de operar.

Figura 9 - Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2016 na UG-01



Fonte: Banco de Dados CELESC

Figura 10 - Percentual das Indisponibilidades em 2016 na UG-01

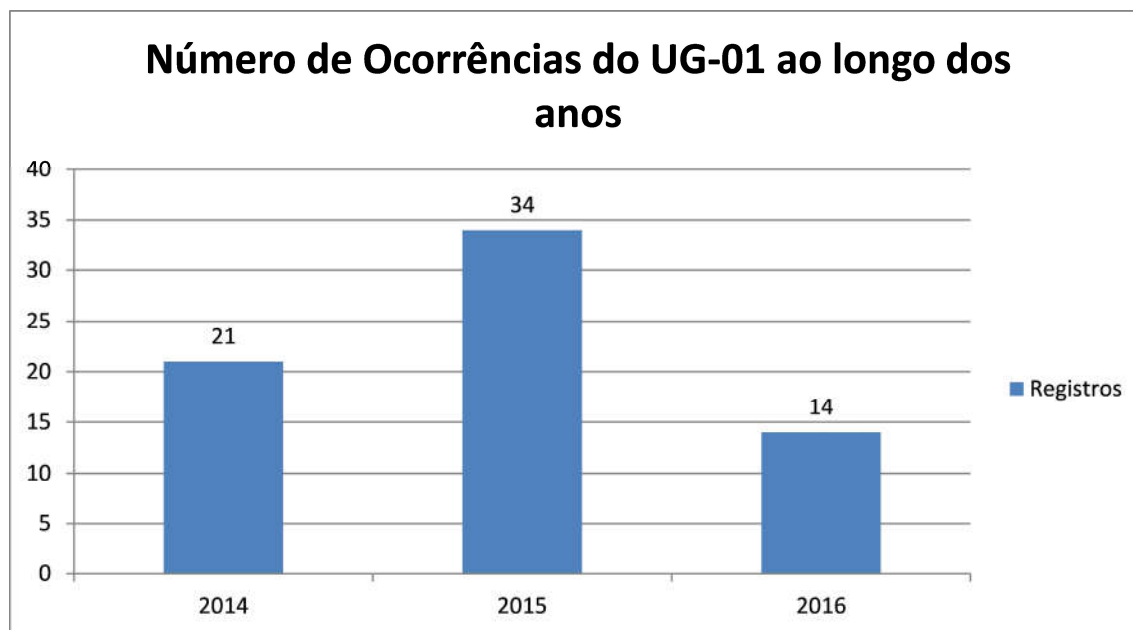


Fonte: Banco de Dados CELESC

Durante o último ano de estudo, é interessante observar o inverso. Sendo responsável por 21,43% das ocorrências de 2016, a “Proteção” fez com que o gerador ficasse somente 0,69% do seu tempo total de indisponibilidade parado.

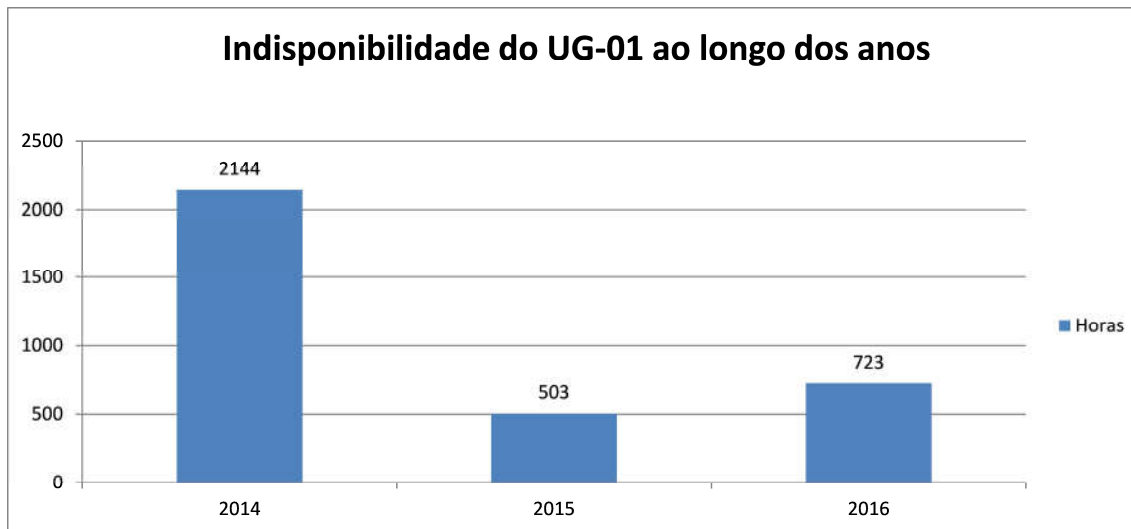
Ao observar os gráficos anteriores, foi constatado que neste caso não há uma relação direta entre a quantidade de ocorrências em um ano e o período de parada da máquina; isso fica evidente quando se observa os gráficos a seguir.

Figura 11 - Montante total das ocorrências ao longo dos anos.



Fonte: Banco de Dados CELESC

Figura 12 - Montante total o período de indisponibilidade ao longo dos anos.

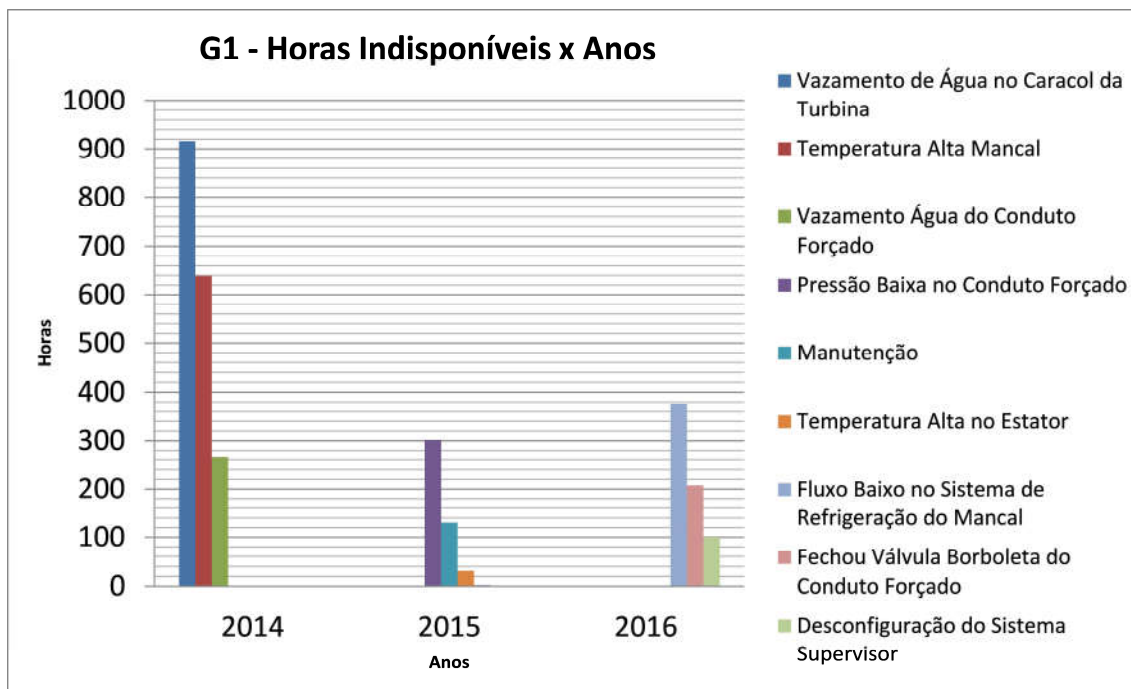


Fonte: Banco de Dados CELESC

Com o intuito de se aprofundar no estudo, foi tomado como base para a sua continuidade as três ocorrências que tiveram o maior impacto no tempo de indisponibilidade. Foi observado o fato de que na maioria dos estudos, a soma do período de indisponibilidade das três maiores causas somava praticamente 90% do total de parada da máquina. Sabendo disso, pode-se afirmar que a solução destes problemas reduzirá o tempo de parada do gerador em índices elevados e, conseqüentemente, reduziremos o risco de penalidades na GF como comentado anteriormente.

Após identificar cada uma das três ocorrências de cada ano de maior impacto, foi implementado um novo gráfico que reúne cada uma das três ocorrências em cada um dos anos para que fosse observado se o setor de manutenção estava conseguindo identificar as maiores causas e realizar os devidos serviços para que não viesse a ocorrer novamente. O resultado desta análise será mostrado e discutido a seguir.

Figura 13 - Evolução das maiores causas de indisponibilidade ao longo dos anos.



Fonte: Banco de Dados CELESC

Através deste gráfico, é possível observar a evolução das ocorrências ao longo dos anos de estudo. Analisando o gráfico acima podemos aferir que as causas das maiores indisponibilidades foram sendo sanadas ao longo dos anos. Outro ponto interessante é o aparecimento de novas indisponibilidades ao longo dos anos de estudo. Como não é possível prever a gravidade nem a natureza das indisponibilidades forçadas, foi tomado como ferramenta de análise qualitativa para o serviço da equipe de manutenção, somente a eliminação das maiores causas, e não o tempo total de parada. Sabendo disso, é possível aferir que para o Gerador 1 no período de estudo foi realizado um trabalho eficaz por parte da manutenção.

2.2 GERADOR 02

Conforme o estudo anterior, aplica-se o mesmo processo de filtragem de dados. Porém, neste ponto vale a pena fazer uma análise mais detalhada de algumas ocorrências que aconteceram durante os anos.

Novamente, analisamos as ocorrências cadastradas nos anos de estudo, as quais são apresentadas abaixo.

Figura 14 - RDO Gerador 02 Usina Palmeiras ano 2014

RDO - Palmeiras 2014							
Ocorrência	Gerador	Registros	%Registros	Horas	%Horas	MWh não Gerado	Tipo de Indisponibilidade
Revisão das Estrovas	G2	9	28,13%	220:15:00	25,44%	1317,10	Programada
Vazamento Água do Conduto Forçado	G2	2	6,25%	481:47:00	55,64%	2881,06	Forçada
Temperatura Alta Mancal	G2	8	25,00%	01:36	0,18%	9,57	Forçada
Problemas com a Casa de Válvulas	G2	7	21,88%	103:17:00	11,93%	617,63	Forçada
Foi Baixado Poço de Drenagem para Possibilitar Serviço para Sanar Vazamento no Caracol do G3	G2	1	3,13%	12:10	1,41%	72,76	Forçada
Atuação de Proteção (861-87-90-51-86M)	G2	5	15,63%	46:45:00	5,40%	279,57	Forçada
TOTAL		32	100,00%	865:50:00	100,00%	5177,68	

Fonte: Banco de Dados CELESC

Figura 15 - RDO Gerador 02 Usina Palmeiras ano 2015

RDO - Palmeiras 2015							
Ocorrência	Gerador	Registros	%Registros	Horas	%Horas	MWh não Gerado	Tipo de Indisponibilidade
Manutenção	G2	14	16,67%	27:23:00	2,54%	163,75	Programada
Fluxo Baixo no Sistema de Refrigeração do Mancal	G2	49	58,33%	43:03:00	3,99%	257,44	Forçada
Problemas com a Casa de Válvulas	G2	3	3,57%	08:21	0,77%	49,93	Forçada
Defeito Válvula Síncrona	G2	2	2,38%	581:42:00	53,91%	3478,57	Forçada
Pressão Baixa no Conduto Forçado	G2	1	1,19%	01:35	0,15%	9,47	Forçada
Temperatura Alta no Estator	G2	1	1,19%	27:11:00	2,52%	162,56	Forçada
Função 94P	G2	1	1,19%	20:25	1,89%	122,09	Forçada
Vazamento no Registro do Caracol	G2	1	1,19%	348:18:00	32,28%	2082,83	Forçada
Proteção	G2	12	14,29%	21:06:00	1,96%	126,18	Forçada
Total		84	100,00%	1079:04:00	100,00%	6462,82	

Fonte: Banco de Dados CELESC

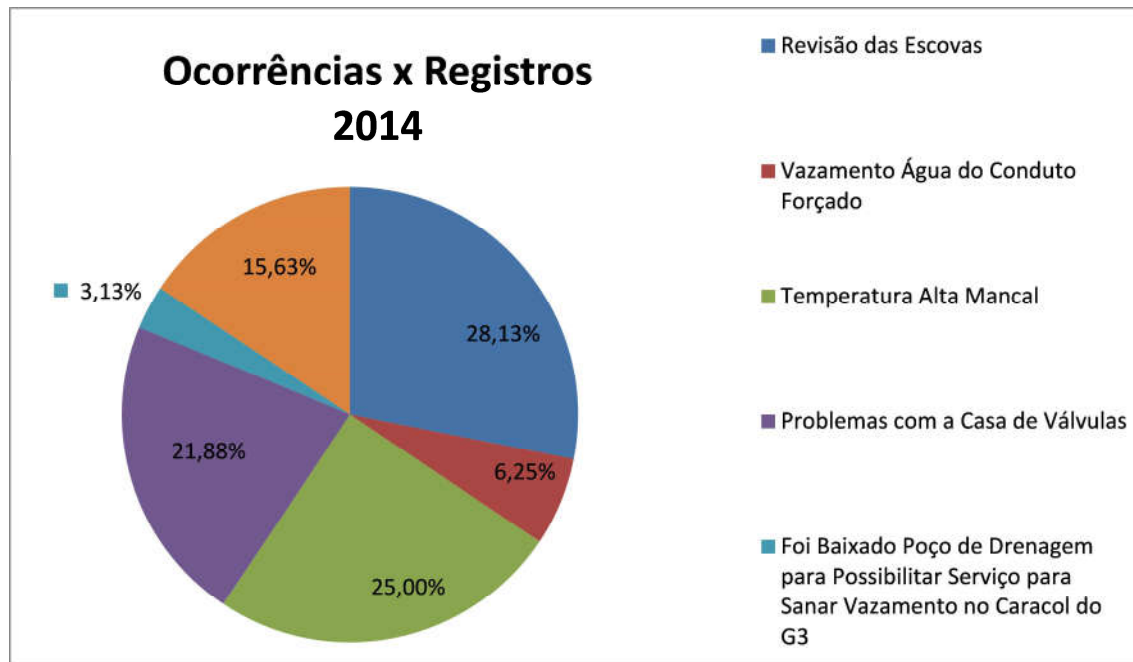
Figura 16 - RDO Gerador 03 Usina Palmeiras ano 2016

RDO - Palmeiras 2016							
Ocorrência	Gerador	Registros	%Registros	Horas	%Horas	MWh não Gerado	Tipo de Indisponibilidade
Proteção	G2	10	40,00%	27:24:00	6,37%	163,85	Forçada
Fluxo Baixo no Sistema de Refrigeração do Mancal	G2	11	44,00%	106:47:00	25,29%	600,52	Forçada
Fechou Válvula Borboleta do Conduto Forçado	G2	2	8,00%	189:52:00	44,15%	1135,40	Forçada
Falha no RTV (Regulador de Torção e Velocidade) e Baixa Pressão na UHRV (Unidade Hidráulica do Regulador de Velocidade)	G2	1	4,00%	02:03	0,48%	12,26	Forçada
Desconfiguração do Sistema Supervisor	G2	1	4,00%	101:59:00	23,71%	606,86	Forçada
Total		25	100,00%	430:05:00	100,00%	2571,90	

Fonte: Banco de Dados CELESC

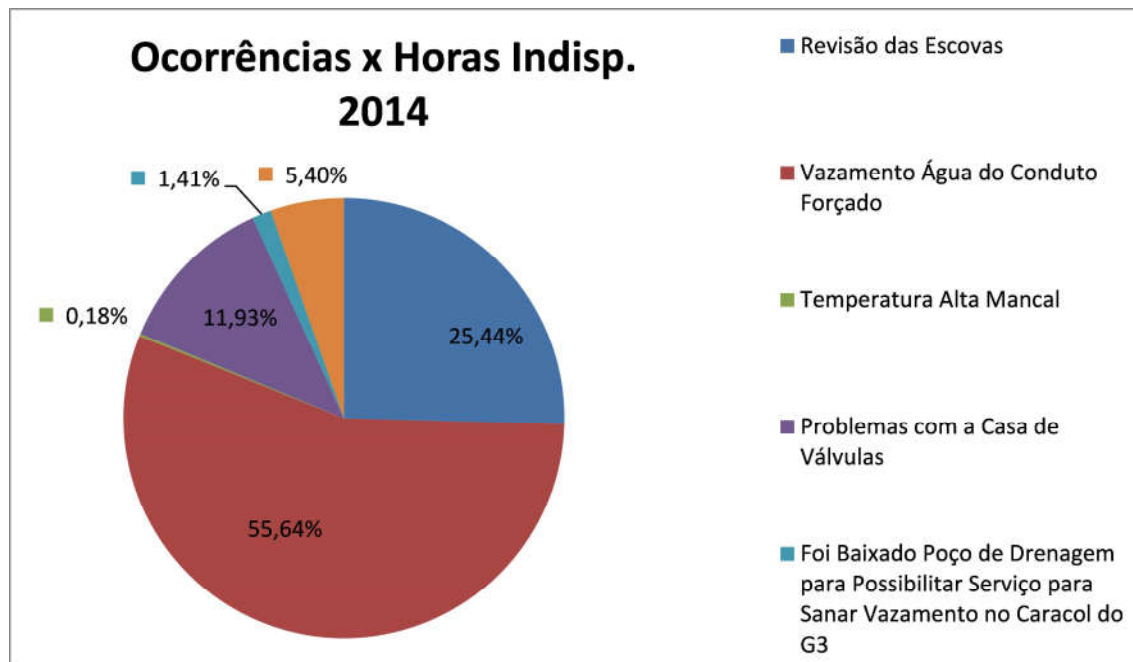
A análise comparativa dos impactos das ocorrências em número de vezes e em período de duração podem ser vistos nas figuras a seguir.

Figura 17 - Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2014 na UG-02



Fonte: Banco de Dados CELESC

Figura 18 - Percentual das Indisponibilidades em 2014 na UG-02



Fonte: Banco de Dados CELESC

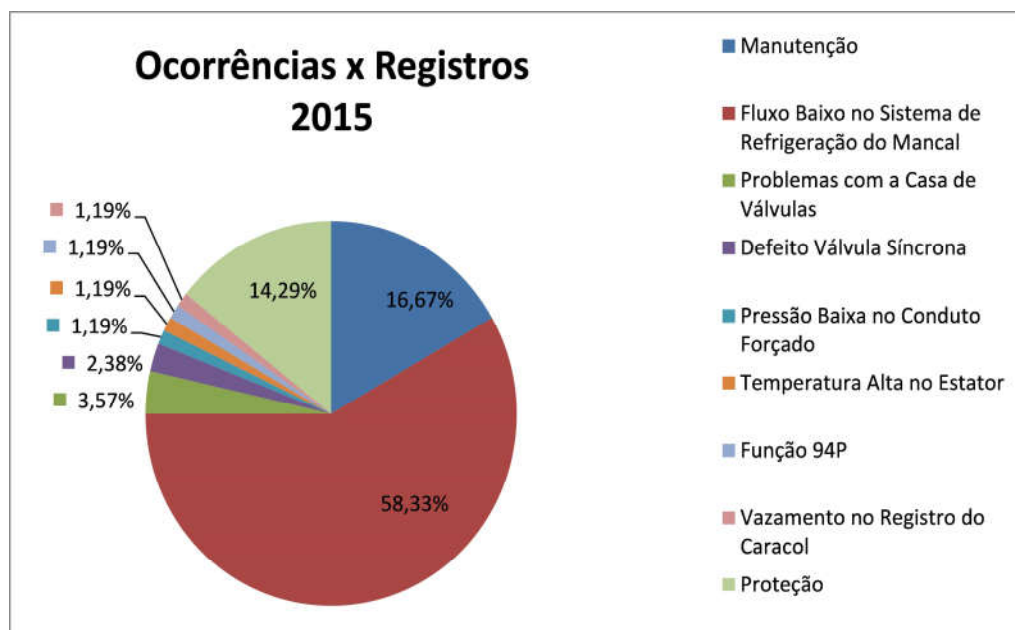
Em 2014 apareceram três ocorrências que chamaram a atenção, cada uma

sinalizada com uma cor diferente na figura acima. Quando se refere a “Revisão de Escovas” esperasse por ser um tipo de revisão programada com um período de duração pequeno. Segundo os dados extraídos do RDO de 2016, houve 9 registros dessa ocorrência, porém com uma duração total de 220 horas e 15 minutos, o que foge muito dos valores padrões encontrados nos outros estudos. Conclui-se que ao realizar a revisão das escovas, algum problema mais grave pode ter ocorrido, sendo este não gerado a abertura de uma nova ocorrência, fazendo com que o real motivo da causa não tenha sido cadastrado.

O “Vazamento de Água no Conduto Forçado” como já foi comentado anteriormente apresenta um valor que não condiz com o valor cadastrado no RDO do gerador. Neste caso, os valores totais das horas de indisponibilidade devem ser o mesmo para as duas unidades. Este fato se explica pois o cano de adução utilizado para a captação de água é o mesmo. Existe uma diferença de 216 horas e 39 minutos entre os dois geradores, fazendo com que muitas ocorrências que tenham aparecido neste período tenham se perdido.

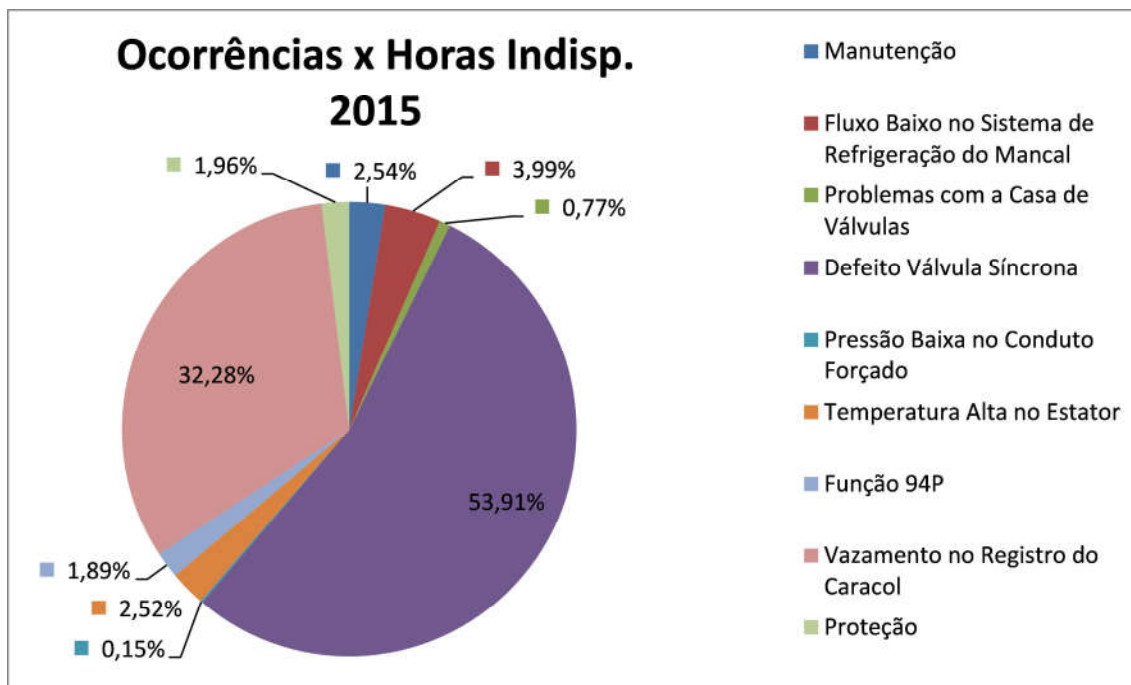
Por último, focando no “Problema na Casa de Válvulas”, a análise da ocorrência foi contatada aos operadores que realizam o cadastro das ocorrências. Foi confirmada a existência de problemas com o Bypass, válvula borboleta e falhas de comunicação com a casa de válvulas foram compactados em uma única ocorrência e, por conta disso, não é possível saber exatamente o impacto decorrente de cada uma delas, dificultando o processo de análise do gerador.

Figura 19 - Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2015 na UG-02



Fonte: Banco de Dados CELESC

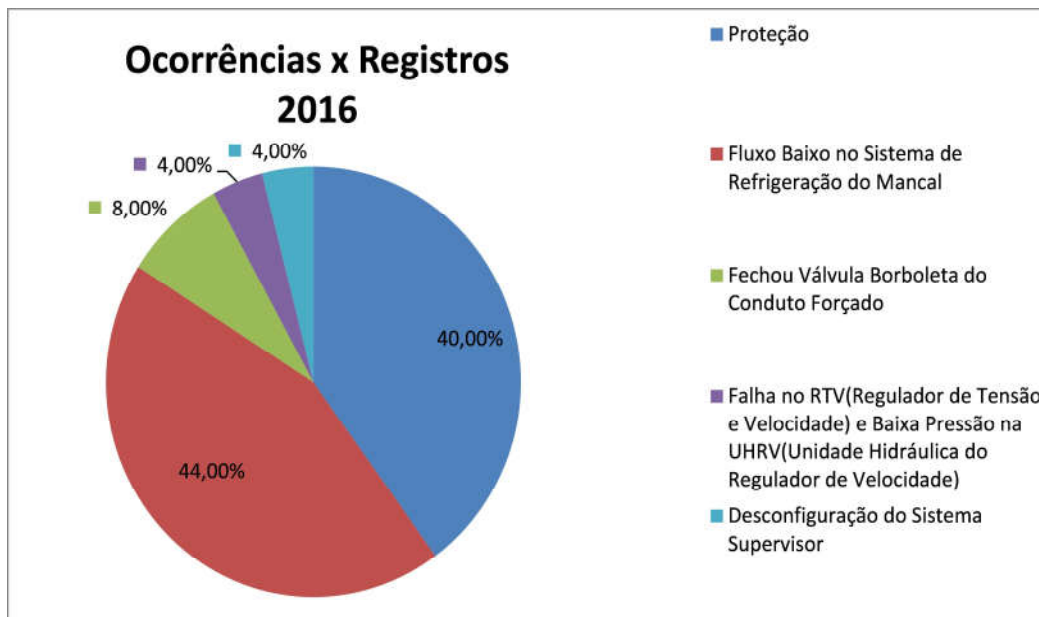
Figura 20 - Percentual das Indisponibilidades em 2015 na UG-02



Fonte: Banco de Dados CELESC

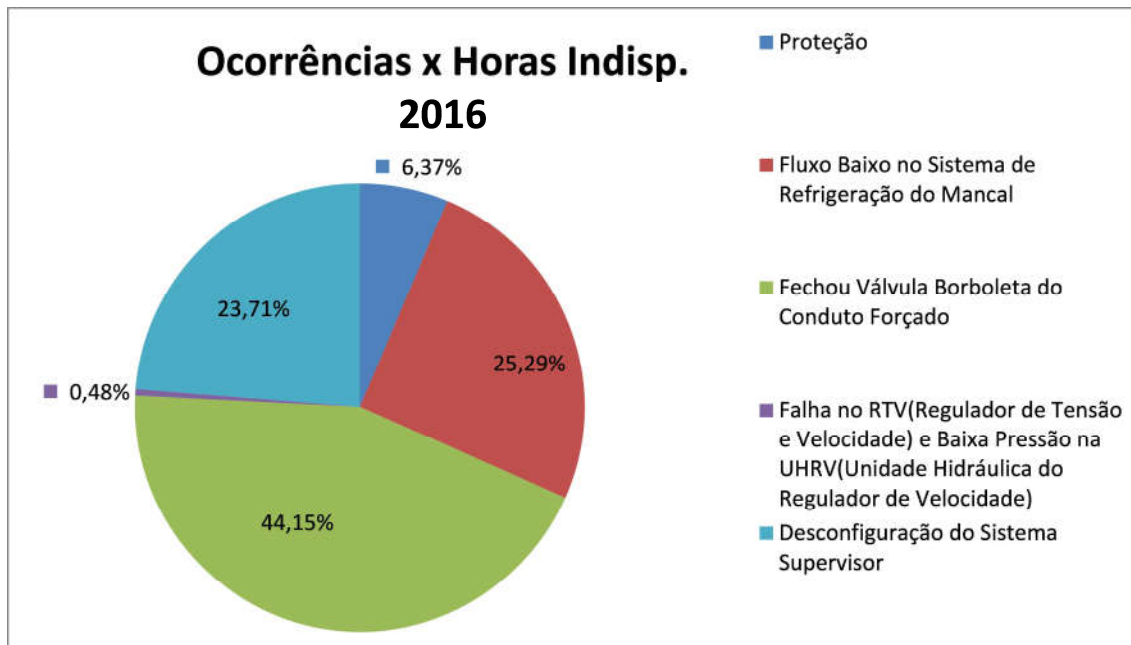
Já no ano de 2015, não se verificou nada de anormal. Por sua vez, as informações do ano de 2016 estão mostradas a seguir.

Figura 21 - Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2016 na UG-02



Fonte: Banco de Dados CELESC

Figura 22 - Percentual das Indisponibilidades em 2016

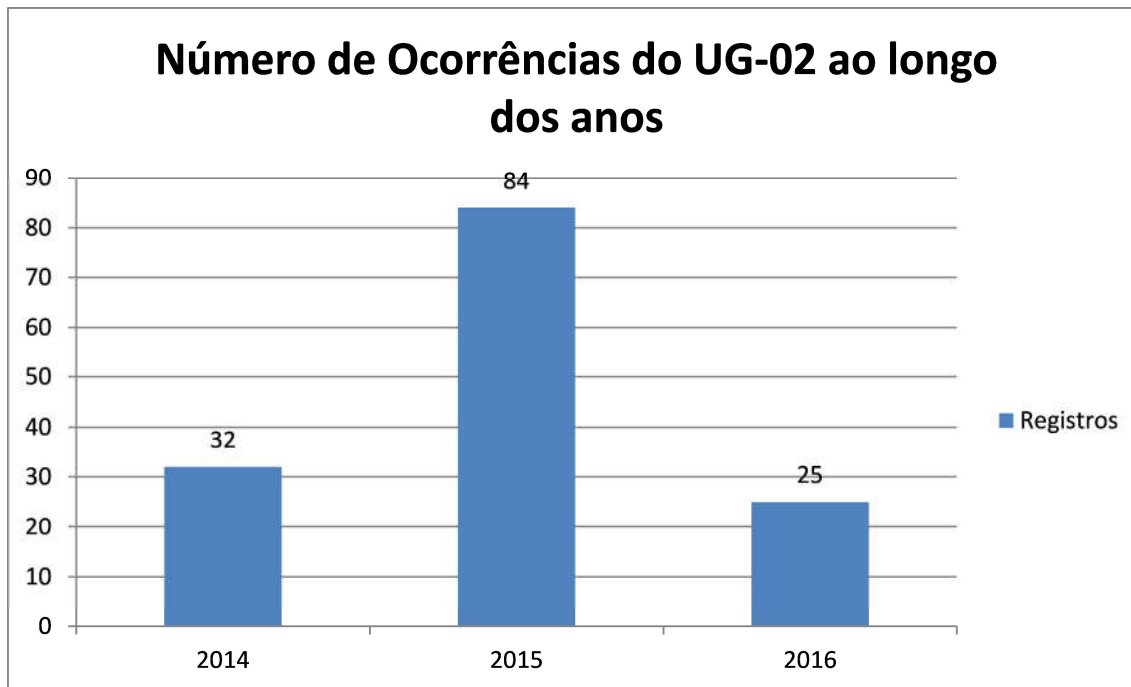


Fonte: Banco de Dados CELESC

A única ocorrência que chamou a atenção foi a “Proteção” ou “Atuação de Proteção”. Existem inúmeros tipos diferentes de ocorrências que são cadastradas como proteção ou atuação. Como já mencionado anteriormente, a compactação de informação faz com que dados sejam perdidos. Além disso, muitas dessas ocorrências são causas primárias de outras, fazendo com que haja uma dualidade de cadastro.

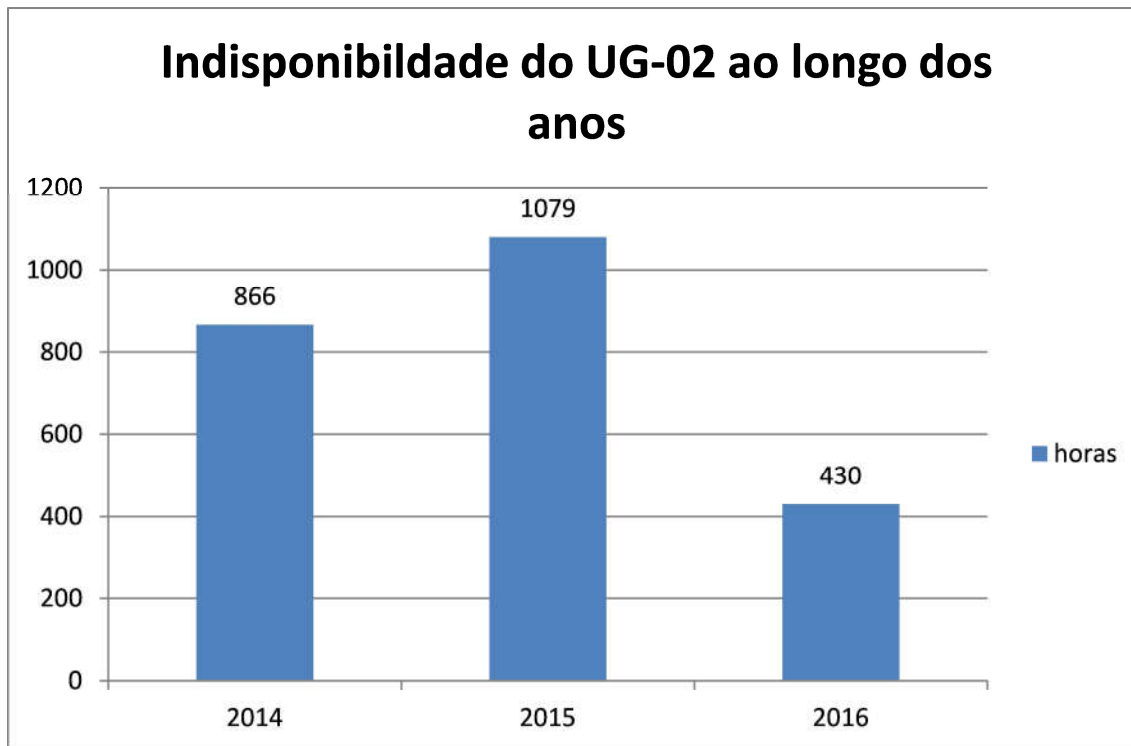
Analisando a evolução das ocorrências nos anos de estudo, pode-se notar um padrão diferente, onde a quantidade de registros acompanha o crescimento juntamente com o período de indisponibilidade.

Figura 23 - Montante total das ocorrências ao longo dos anos



Fonte: Banco de Dados CELESC

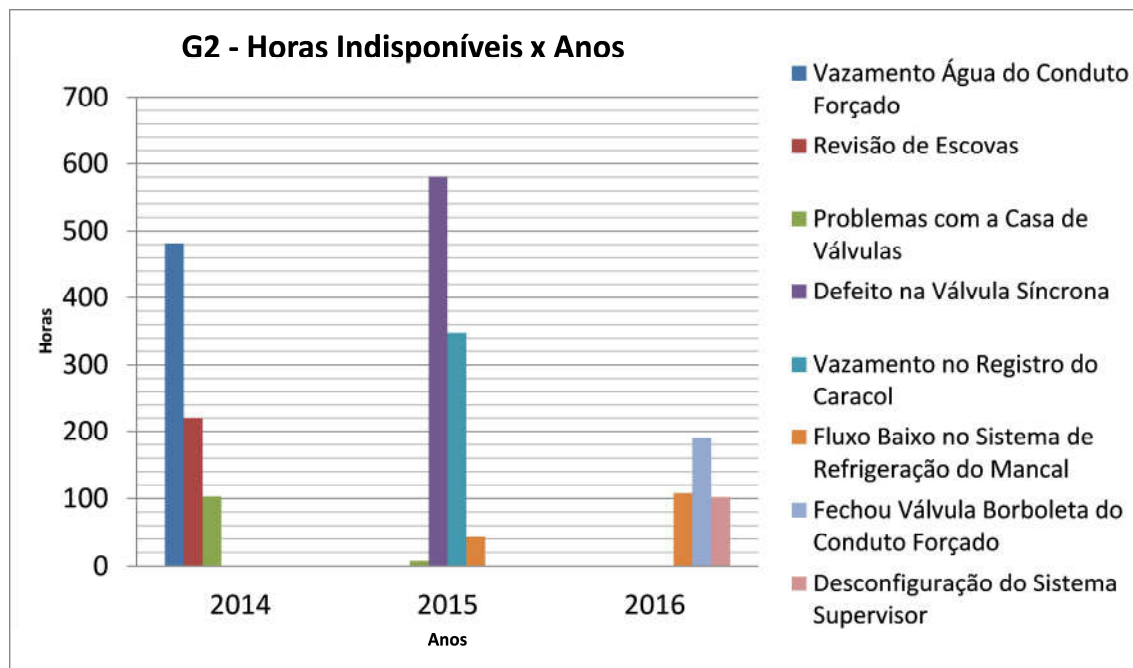
Figura 24 - Montante total do período de indisponibilidade ao longo dos anos.



Fonte: Banco de Dados CELESC

Seguindo os mesmos passos já apresentados, as informações acima foram agrupadas para se ter uma visão geral da evolução das ocorrências de maior importância. Os resultados serão apresentados a seguir.

Figura 25 - Evolução das maiores causas de indisponibilidade ao longo dos anos.



Fonte: Banco de Dados CELESC

Contudo, pode-se observar que foi realizado um trabalho pontual nas maiores causas de parada da máquina. Porém, com o passar dos anos, uma nova ocorrência aparece em destaque. Com relação ao tempo de parada causado pelas indisponibilidades dos anos de 2014 e 2015, pode-se dizer que estão condizentes com a natureza da ocorrência. “Vazamento de Água do Conduto Forçado” e “Defeito na Válvula Síncrona” são causas que demandam um certo tempo para terem uma solução efetiva. Com relação a 2016, não houve ocorrências de grande importância, as quais poderiam deixar o gerador parado por muito tempo, apresentando um bom ano de geração para a UG em questão.

2.3 GERADOR 03

Por fim, a seguir aplicam-se os mesmos processos utilizados nos geradores anteriores, no gerador 03.

Figura 26 - RDO Gerador 03 Usina Palmeiras ano 2014

RDO - Palmeiras 2014							
Ocorrência	Gerador	Registros	%Registros	Horas	%Horas	MWh não Gerado	Tipo de Indisponibilidade
Temperatura Alta Mancal	G3	8	23,53%	34:32	1,89%	69,91	Forçada
Pressão Baixa no Conduto Forçado Devido a Grade Sujada	G3	7	20,59%	03:46:00	0,49%	18,12	Forçada
Pressão Baixa no Conduto Forçado	G3	3	8,82%	46:28:00	6,03%	223,50	Forçada
Travou CLP(Controlador Lógico Programável)	G3	7	20,59%	03:30:00	0,45%	16,84	Forçada
Problemas com a Casa de Válvulas	G3	6	17,65%	296:08:00	38,45%	1424,40	Forçada
Falha Bombas de Refrigeração	G3	1	2,94%	72:40:00	9,43%	349,53	Forçada
Vazamento de Óleo na Unidade Hidráulica do Regulador de Velocidade(RV) e Vazamento no Tampão da Turbina	G3	1	2,94%	223:35:00	29,03%	1075,44	Forçada
Barulho Excessivo na Turbina	G3	1	2,94%	109:35:00	14,23%	527,10	Forçada
TOTAL		34	100,00%	770:14:00	100,00%	3704,82	

Fonte: Banco de Dados CELESC

Figura 27 - RDO Gerador 03 Usina Palmeiras ano 2015

RDO - Palmeiras 2015							
Ocorrência	Gerador	Registros	%Registros	Horas	%Horas	MWh não Gerado	Tipo de Indisponibilidade
Fluxo Baixo no Sistema de Refrigeração do Mancal	G3	6	15,38%	3:07:00	0,37%	14,99	Forçada
Travou CLP(Controlador Lógico Programável)	G3	6	15,38%	234:50:00	28,06%	1129,55	Forçada
Erro de Posicionamento e Defeito nas Pás do Distribuidor	G3	2	5,13%	226:47:00	27,10%	1090,83	Forçada
Erro de Controle na Malha de Velocidade	G3	2	5,13%	126:49:00	15,15%	609,99	Forçada
Proteção	G3	21	53,85%	237:40:00	28,40%	1143,18	Forçada
Atuou Válvula Alívio Pressão do Trafo	G3	1	2,56%	05:20:00	0,64%	25,65	Forçada
Problemas com a Casa de Válvulas	G3	1	2,56%	02:24:00	0,29%	11,54	Forçada
Total		39	100,00%	836:57:00	100,00%	4025,73	

Fonte: Banco de Dados CELESC

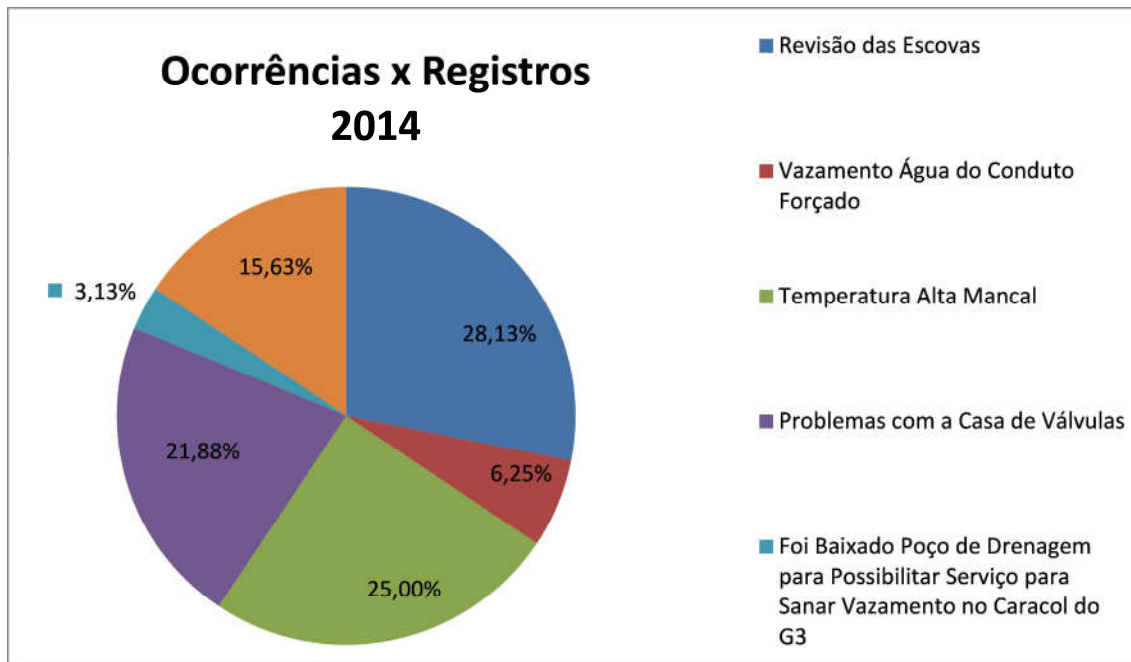
Figura 28 - RDO Gerador 03 Usina Palmeiras ano 2016

RDO - Palmeiras 2016							
Ocorrência	Gerador	Registros	%Registros	Horas	%Horas	MWh não Gerado	Tipo de Indisponibilidade
Erro de Controle na Malha de Posição do Distribuidor	G3	1	3,45%	0:59:00	0,38%	4,73	Forçada
Proteção	G3	10	34,48%	9:19:00	3,56%	44,81	Forçada
Fechou Válvula Borboleta do Conduto Forçado	G3	1	3,45%	11:49:00	4,52%	56,84	Forçada
Fechou Válvula Borboleta da Casa de Válvulas	G3	2	6,90%	10:37:00	4,00%	51,07	Forçada
Falha no RTV(Regulador de Tensão e Velocidade) e Baixa Pressão na UMRV(Unidade Hidráulica do Regulador de Velocidade)	G3	1	3,45%	02:06:00	0,79%	9,98	Forçada
Defeito na UH(Unidade Hidráulica)	G3	3	10,34%	30:40:00	11,71%	147,51	Forçada
Nível de Água na Câmara de Carga Baixo	G3	11	37,93%	196:04:00	74,97%	943,08	Forçada
Total		29	100,00%	261:32:00	100,00%	1257,98	

Fonte: Banco de Dados CELESC

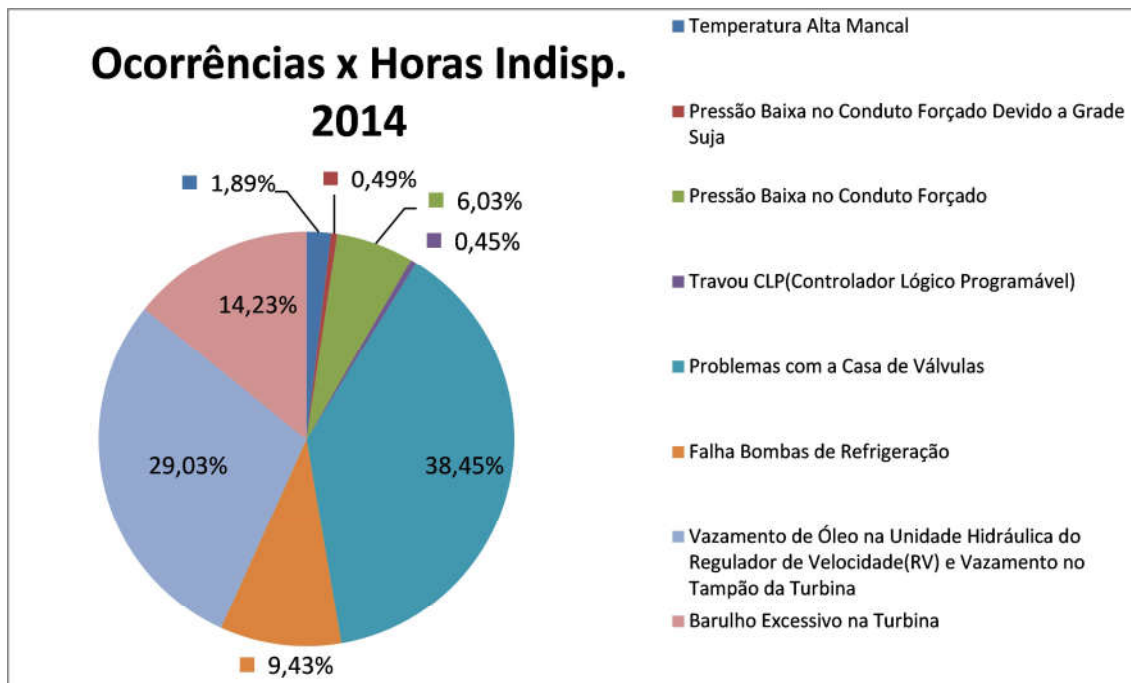
As informações condensadas estão mostradas nas figuras a seguir.

Figura 29 - Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2014 na UG-03.



Fonte: Banco de Dados CELESC

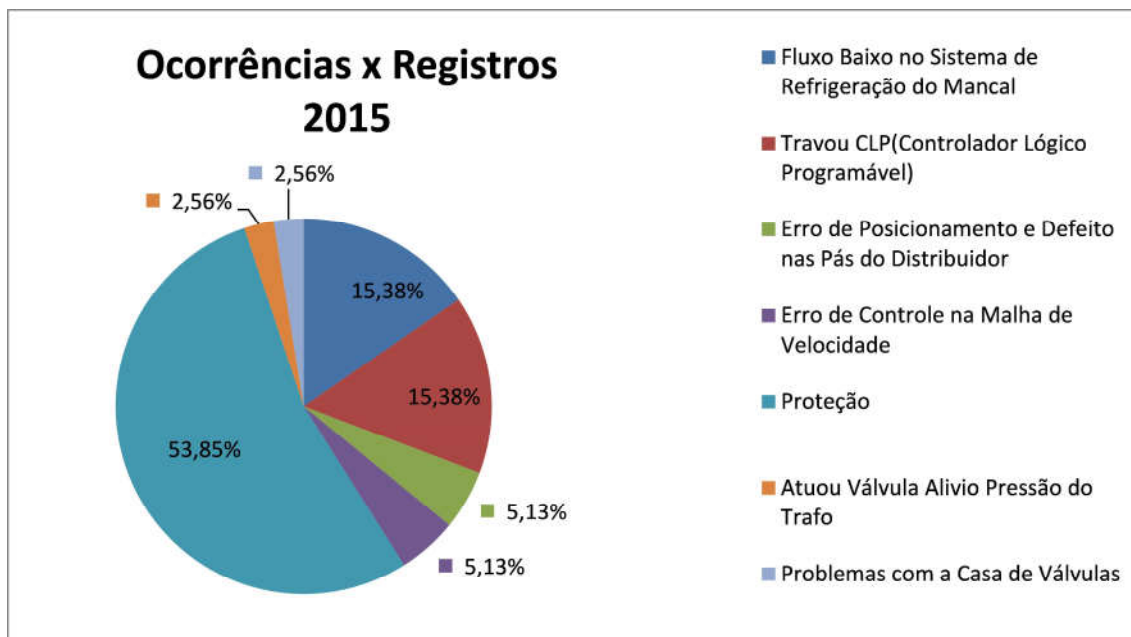
Figura 30 - Percentual das Indisponibilidades em 2014 na UG-03.



Fonte: Banco de Dados CELESC

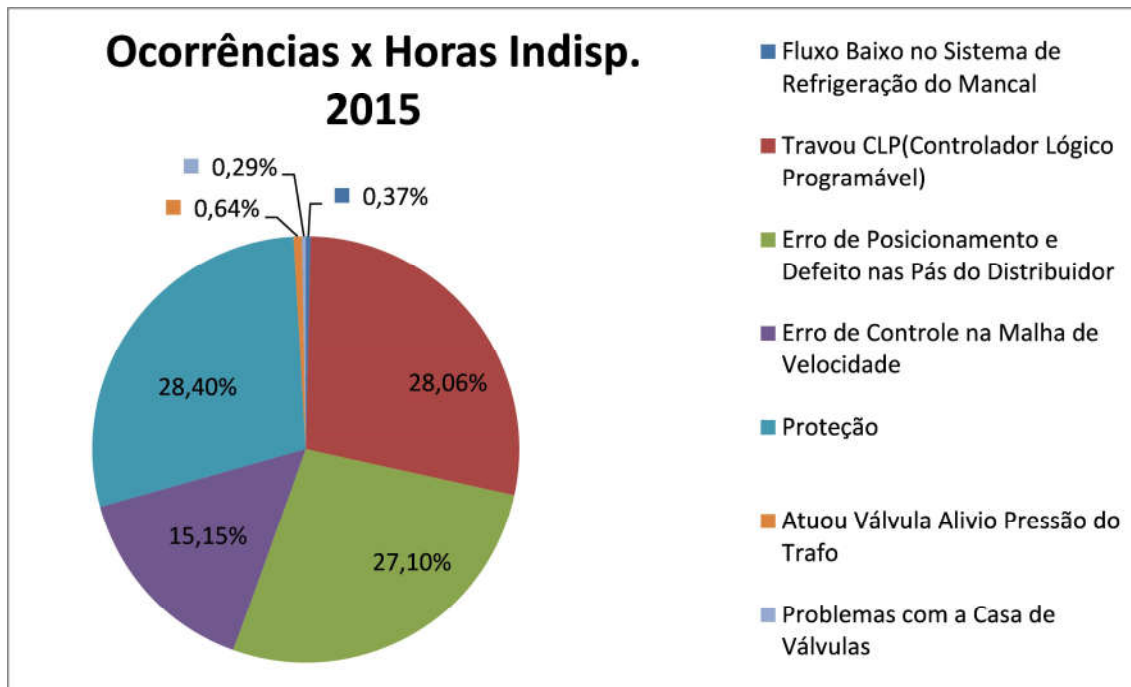
Em 2014, a ocorrência “Problema na Casa de Válvulas” aparece novamente como a causa de maior indisponibilidade do gerador. Ao existir novamente uma compactação das informações, não é possível determinar de forma pontual, qual foi o principal razão pela parada da unidade.

Figura 31 - Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2015 na UG-03.



Fonte: Banco de Dados CELESC

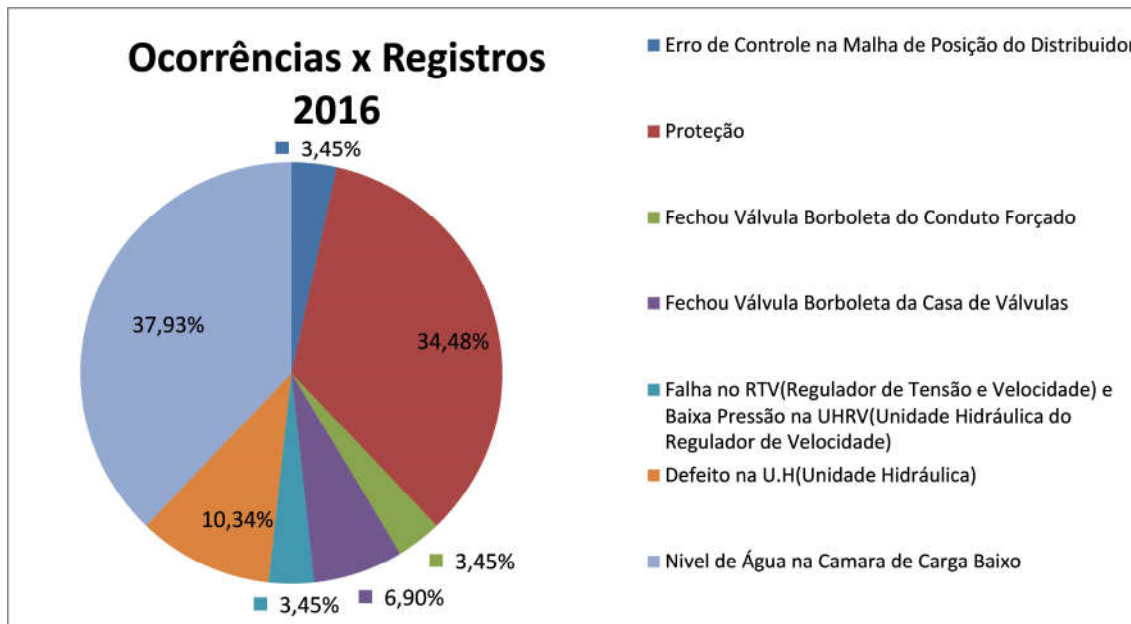
Figura 32 - Percentual das Indisponibilidades em 2015 na UG-03.



Fonte: Banco de Dados CELESC

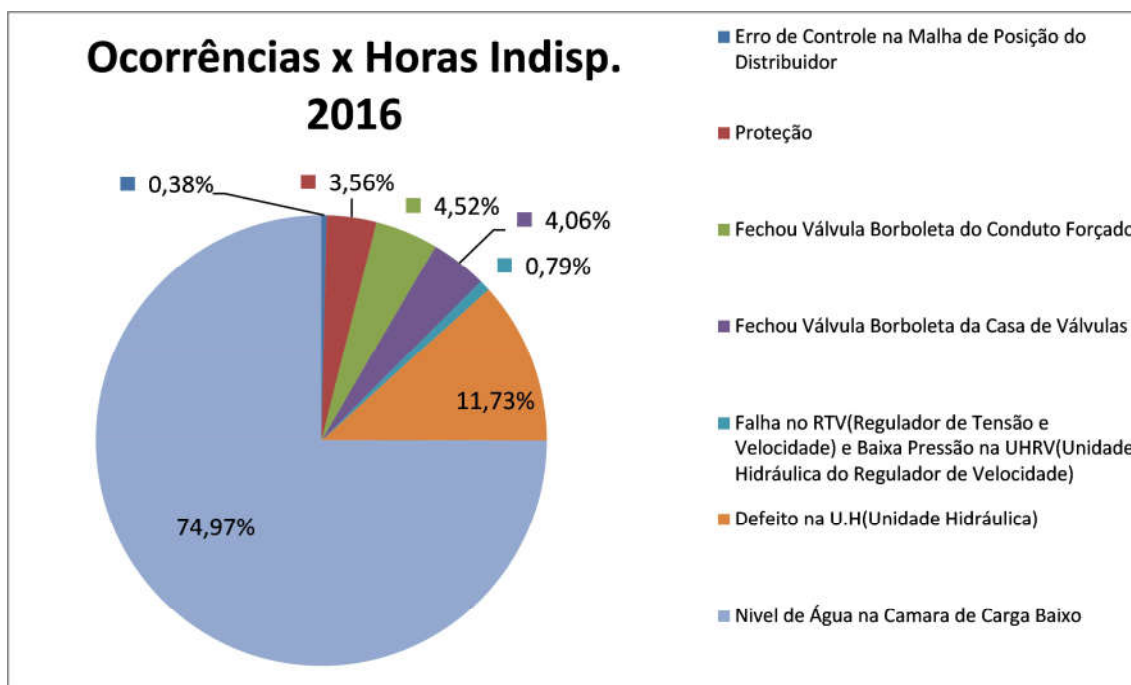
No ano de 2015, “Proteção” é a maior causa de indisponibilidade do ano, notando-se uma significativa redução de impacto causado pelos “Problemas com a Casa de Válvulas”, o que mostra eficiência por parte da equipe de manutenção.

Figura 33 - Percentual das Ocorrências Cadastradas em 2016 na UG-03.



Fonte: Banco de Dados CELESC

Figura 34 - Percentual das Indisponibilidades em 2014 na UG-03

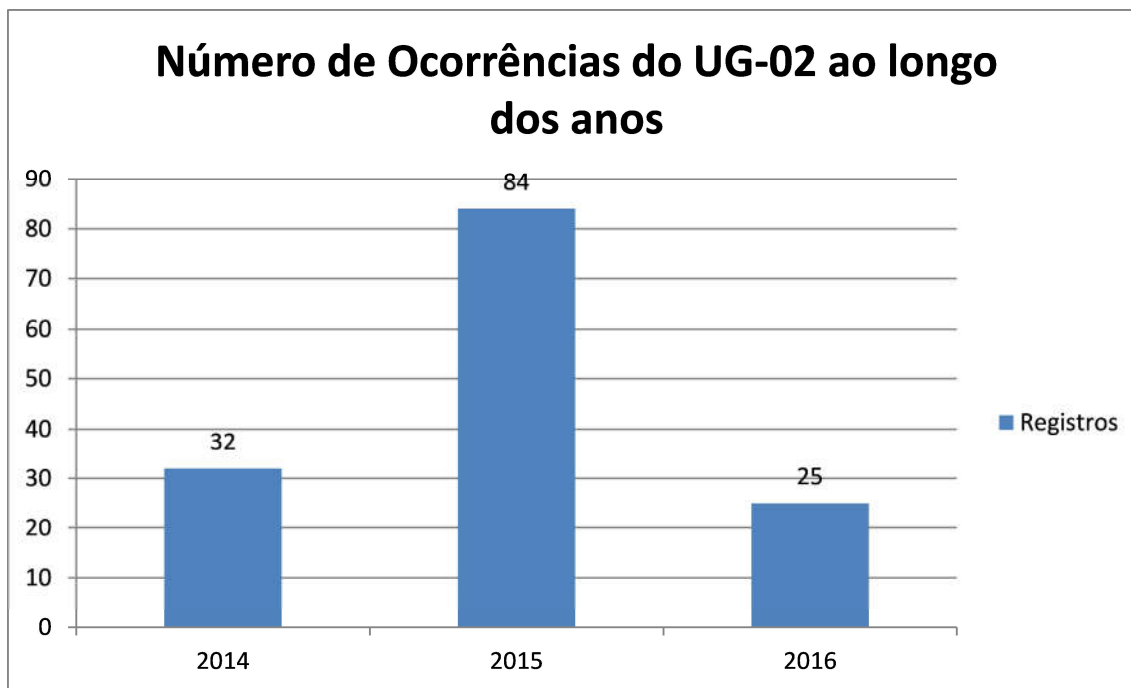


Fonte: Banco de Dados CELESC

Em 2016 destaca-se o “Defeito na U.H” como sendo a segunda maior causa

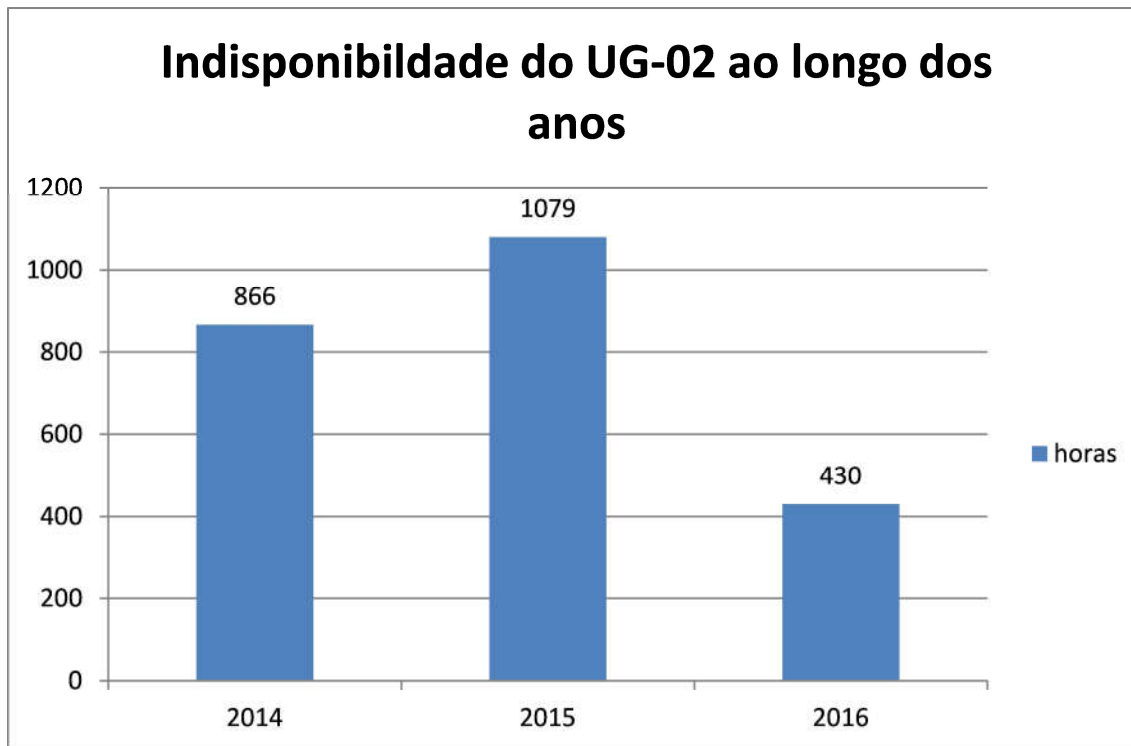
de indisponibilidade. Contudo, o cadastro não apresenta em qual unidade hidráulica em específico ocorreu o problema e, mais uma vez, não é possível fazer uma análise mais detalhada da real causa da ocorrência. Nos gráficos a seguir, pode-se observar que o gerador 3 teve o mesmo comportamento do gerador 2.

Figura 35 - Montante total das ocorrências ao longo dos anos.



Fonte: Banco de Dados CELESC

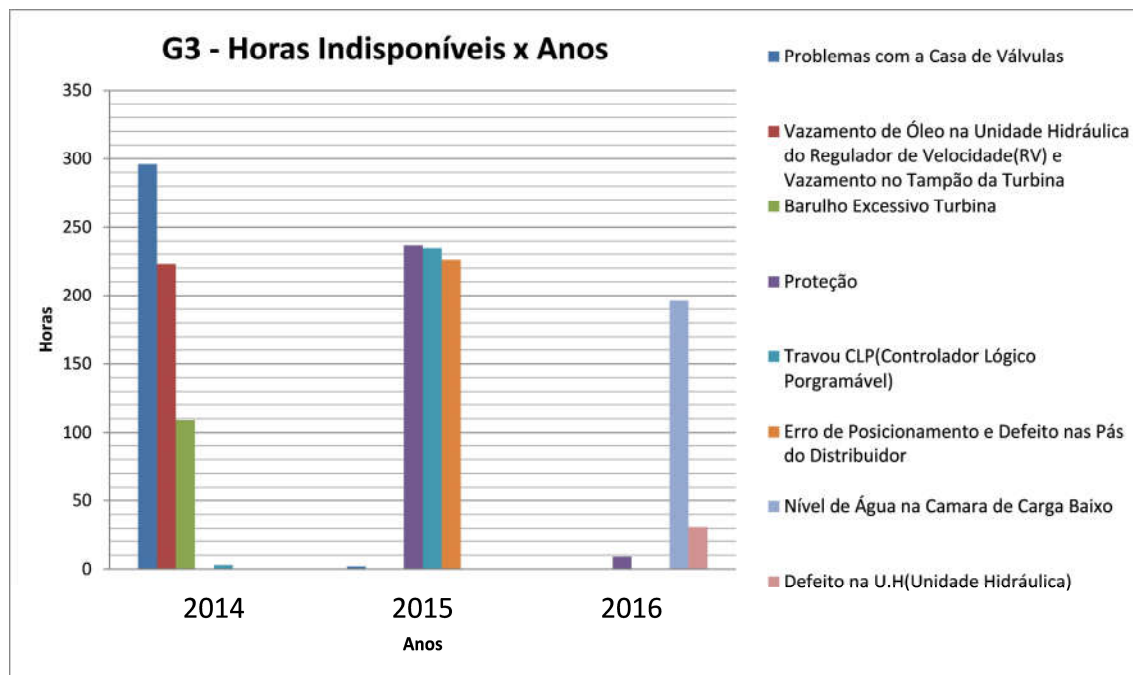
Figura 36 - Montante total do período de indisponibilidade ao longo dos anos.



Fonte: Banco de Dados CELESC

Novamente, foi realizado o agrupamento das informações de maior relevância para que seja possível fazer uma análise global da situação.

Figura 37 - Evolução das maiores causas de indisponibilidade ao longo dos anos.



Fonte: Banco de Dados CELESC

Com base nas informações acima, é possível dizer que ocorreram problemas pontuais e acentuados em cada um dos anos, e em 2015 tivemos o ano mais problemático para o gerador em questão, mas os problemas de maior impacto na UG foram sendo sanados ao longo do período de estudo.

2.4 ANÁLISE GERAL

Este mesmo processo foi realizado para todos os geradores de todas as usinas da Celesc, totalizando 12 estudos. Com isso, obteve-se um banco de dados de todas as ocorrências onde foram separadas por tipo, número de vezes e período de indisponibilidade. Assim, foi possível obter o número total de ocorrências cadastradas no RDO, bem como a quantidade de vezes e o período de indisponibilidade de cada uma. Assim, foi possível realizar uma análise para saber quais eram as usinas que mais apresentavam defeitos e operavam por menos tempo, além de possibilitar a elaboração de um documento apresentando cada particularidade de cada um dos geradores para que se pudesse obter uma diretriz de ação personalizada para cada um dos equipamentos. A seguir são mostradas

algumas informações adicionais, tais como o ranking das usinas e de todos os eventos já cadastrados no registro diário de ocorrências da empresa no período de estudo ordenados por número de detecções e período de indisponibilidade. As informações extraídas das tabelas serão discutidas na seção de conclusão:

Tabela 1 - Ranking das usinas por tempo total de indisponibilidade.

Posição	Usina	G1	G2	G3	G4	G5	Total
1º	Salto	18827:02:00	3733:03:00	9462:15:00	8418:24:00	-	40440:44:00
2º	Pery	471:12:00	18764:51:00	508:42:00	3495:36:00	3142:39:00	26383:00:00
3º	Pirai	6012:05:00	2004:32:00	2038:47:00	869:35:00	-	10924:59:00
4º	Palmeiras	3370:49:00	2374:59:00	1868:43:00	-	-	7614:31:00
5º	São Lourenço	4620:01:00	2620:44:00	-	-	-	7240:45:00
6º	Rio dos Cedros	3818:05:00	1289:21:00	-	-	-	5107:26:00
7º	Caveiras	1712:22:00	1703:00:00	437:32:00	497:44:00	-	4350:38:00
8º	Rio do Peixe	1945:45:00	1290:10:00	-	-	-	3235:55:00
9º	Garcia	1085:16:00	444:03:00	-	-	-	1529:19:00
10º	Bracinho	804:17:00	592:23:00	-	-	-	1396:40:00
11º	Celso Ramos	557:08:00	502:01:00	-	-	-	1059:09:00
12º	Ivo Silveira	608:30:00	-	-	-	-	608:30:00

Fonte: Banco de Dados CELESC

Tabela 2 - Ranking das usinas por montante total de ocorrências registradas

Posição	Usina	G1	G2	G3	G4	G5	Total
1º	Pery	210	70	204	160	86	730
2º	Caveiras	205	194	163	116	-	678
3º	Palmeiras	69	141	102	-	-	312
4º	Rio dos Cedros	155	123	-	-	-	278
5º	Rio do Peixe	103	159	-	-	-	262
6º	Ivo Silveira	248	-	-	-	-	248
7º	Piraí	46	50	66	65	-	227
8º	São Lourenço	94	82	-	-	-	176
9º	Celso Ramos	77	63	-	-	-	140
10º	Bracinho	63	57	-	-	-	120
11º	Salto	18	26	13	31	-	88
12º	Garcia	26	33	-	-	-	59

Fonte: Banco de Dados CELESC

Figura 38 - Ranking das ocorrências por período de duração

Posição	Ocorrência	Registros	%Registros	Horas	%Horas	MWh não Gerado
1	Manutenção no Conduto Forçado de Madeira(Pery)	3	0,12%	1864:06:00	17,93%	10997,66
2	Tubo de Sucção da Unidade Geradora Soltou	4	0,16%	1802:36:00	17,38%	4879,05
3	Atuação de Proteção	1191	48,67%	9558:20:00	9,19%	8935,46
4	Várias Pás do Distribuidor Quebradas	1	0,04%	8619:14:00	8,29%	2671,96
5	Temperatura Alta nos Mancais	30	1,23%	8361:29:00	8,04%	14685,1
6	Vibração Excessiva	2	0,08%	5641:15:00	5,39%	948,42
7	Defeito na U.H(Unidade Hidráulica)	12	0,49%	5254:57:00	5,06%	4922,76
8	Chuva e Inundação	712	29,10%	2464:35:00	2,36%	2763,62
9	Ação do R.T(Regulador de Tensão)	87	2,74%	2214:29:00	2,13%	6980,16
10	Inchente	21	0,80%	1868:14:00	1,80%	1992,11
11	Defeito na Junta Rotativa	2	0,08%	1639:34:00	1,58%	1242,7
12	Defeito no Trafo	2	0,08%	1464:18:00	1,41%	365,51
13	Desgaste no Mancal e Eixo	2	0,08%	1340:45:00	1,29%	321,78
14	Falha no Fechamento do Distribuidor	2	0,08%	1156:23:00	1,11%	575,15
15	Vazamento de Água no Caracol da Turbina	2	0,08%	916:39:00	0,88%	4592,42
16	Simultâneo Queima do Fusível Chave Z3F Fase C (Silo Lourenço)	2	0,08%	848:46:00	0,82%	817,74
17	Pressão na Vedação da Turbina Muito Baixa	26	1,06%	753:07:00	0,72%	4887,49
18	Vazamento de Água do Conduto Forçado	3	0,12%	746:55:00	0,72%	4209,38
19	Água no Mancal Guia Inferior	4	0,16%	601:08:00	0,58%	1471,9
20	Defeito na Válvula Sincrona	2	0,08%	581:42:00	0,56%	3478,75
21	Travou o CLP(Controlador Lógico Programável)	11	0,45%	559:34:00	0,54%	2260,69
22	Desligamento Automático Devido a Queima no Fio Fusível TSA-1	1	0,04%	556:29:00	0,54%	61,21
23	Vazamento no Tubo Bypass	1	0,04%	509:27:00	0,49%	56,04
24	Nível Baixo no Sistema de Refrigeração do Mancal	17	0,69%	485:05:00	0,47%	2325,87
25	Erro no Posicionamento e Defeito nas Pás do Distribuidor	3	0,12%	463:43:00	0,45%	1872,83
26	Nível Alto no Mancal Guia da Turbina	1	0,04%	425:56:00	0,41%	3441,54
27	Vazamento no Conduto Adutor	5	0,20%	423:54:00	0,41%	1399,08
28	Parada Devido a Quebra do Parafuso que Suporta o Servomotor do Distribuidor	1	0,04%	414:05:00	0,40%	72,88
29	Fechou Válvula Borboleta do Conduto Forçado	4	0,16%	410:15:00	0,39%	2237,16
30	Testes de Automação	11	0,4%	409:07:00	0,39%	653,72
31	Problemas com a Casa de Válvulas	13	0,53%	399:25:00	0,38%	2042,03
32	Falçamento no Anel Coletor	11	0,4%	361:23:00	0,36%	740,07
33	Defeito no Regulador de Tensão e de Velocidade	1	0,04%	353:54:00	0,34%	897,83
34	Vazamento no Registro do Caracol	1	0,04%	348:18:00	0,33%	2082,83
35	Manutenção nos Freios	2	0,08%	334:12:00	0,32%	364,72
36	Tomada de Água Trancada	2	0,08%	317:43:00	0,31%	725,33
37	Pressão Baixa no Conduto Forçado	1	0,04%	302:00:00	0,29%	1513,02
38	Falha na Comunicação	1	0,04%	296:31:00	0,28%	1699,36
39	Defeito no Mancal na Guia Inferior	1	0,04%	278:19:00	0,27%	921,57
40	Baixo Fluxo no Sistema de Refrigeração	64	2,62%	263:32:00	0,25%	1612,52
41	Defeito no Servomotor da Válvula Gaveta do G2, Vazamento de Óleo	1	0,04%	238:31:00	0,23%	29,81
42	Manutenção	17	0,69%	231:57:00	0,22%	666,4
43	Vazamento de Óleo na Unidade Hidráulica do Regulador de Velocidade e Vazamento no Tampão da Turbina	1	0,04%	223:35:00	0,22%	1075,44
44	Revisão de Escovas	9	0,37%	220:15:00	0,21%	1317,1
45	Ficou Fora Devido a Defeito - Causa não Especificada	1	0,04%	215:48:00	0,21%	802,77
46	Desconexão do Sistema Supervisor	3	0,12%	201:53:00	0,19%	1130,36
47	Falha Hidráulica - Relé 4G30	3	0,12%	201:22:00	0,19%	1627,04
48	Barrido Excessivo nos Mancais Escora e no Guia Superior	1	0,04%	200:10:00	0,19%	152,12
49	Nível de Água na Câmara de Carga Baixo	11	0,45%	196:04:00	0,19%	943,08
50	Falçamento nas Escovas	1	0,04%	195:19:00	0,19%	644,64
51	Manutenção no bloco	1	0,04%	188:24:00	0,18%	746,06
52	Vazamento de Água no Labirinto	2	0,08%	172:45:00	0,17%	21,51
53	Tampa da Turbina com Nível de Água Muito Alto	1	0,04%	168:43:00	0,16%	973,5
54	Defeito no Cilindro do Servomotor do Distribuidor	1	0,04%	165:32:00	0,16%	66,23
55	Defeito no Isolador Sinalizador de Comando Queimado	1	0,04%	160:37:00	0,15%	59,43
56	Nível Ascendente Muito Alto	2	0,08%	150:23:00	0,14%	161,24
57	Temperatura Alta	8	0,33%	144:14:00	0,14%	476,04
58	Manutenção na Válvula esférica	1	0,04%	142:15:00	0,14%	536,31
59	Curto nos Pólos do Rotor do G2	1	0,04%	138:27:00	0,13%	304,59
60	Vazamento de Água no Sistema de Refrigeração	1	0,04%	109:50:00	0,11%	19,33
61	Ignorada	4	0,16%	109:37:00	0,11%	885,7
62	Barrido Excessivo Turbina	1	0,04%	109:35:00	0,11%	527,1
63	Grade Sujá	2	0,08%	97:44:00	0,09%	10,75
64	Defeito no Retificador	3	0,12%	92:25:00	0,09%	83,42
65	Vazamento na Gaveta da Agulha e Entrou Água no Regulador de Velocidade	1	0,04%	89:45:00	0,09%	355,41
66	Falha no R.V(Regulador de Velocidade)	27	1,10%	83:39:00	0,08%	19,7
67	Falha na Medição de Frequência	38	1,55%	78:29:00	0,08%	130,68
68	Defeito no Sensor de Comando da Válvula Borboleta	2	0,08%	78:36:00	0,08%	292,29
69	Queimou os Relés Compact Fletch	2	0,08%	78:34:00	0,08%	87,66
70	Defeito no Encoder	1	0,04%	74:09:00	0,07%	183,89
71	Grade Entupida no 1º Salto	1	0,04%	73:01:00	0,07%	8,76
72	Fusível do Drive de Potência Queimado	1	0,04%	65:13:00	0,06%	26,09
73	Defeito nos Pólos do D112	1	0,04%	64:14:00	0,06%	53,31
74	Pressão Baixa na U.H(Unidade Hidráulica)	1	0,04%	56:10:00	0,05%	205,22
75	Rompou Correla da Bomba do Trocador de Calor	1	0,04%	52:40:00	0,05%	119,61
76	Temperatura Alta na U.H(Unidade Hidráulica)	3	0,12%	51:09:00	0,05%	138,21
77	Manutenção na Saída de Sucção do G1	1	0,04%	47:22:00	0,05%	119,61
78	Queimou Bobina de Fechamento de Válvula Gaveta	2	0,08%	42:20:00	0,04%	5,29
79	Varistor Queimado	2	0,08%	41:50:00	0,04%	54,8
80	Oscilação na Rede	5	0,20%	38:00:00	0,03%	10,85
81	Temperatura Alta no Estator	1	0,04%	31:05:00	0,03%	155,73
82	Defeito no Comando de Fechamento do Disjuntor	1	0,04%	27:43:00	0,03%	105,05
83	Curto Circuito Entre Fase no Barramento de 23KV - Causa: Morcego	1	0,04%	26:55:00	0,03%	37,68
84	Falha de Sincronismo	1	0,04%	23:39:00	0,02%	87,27
85	Defeito na Bomba de Lubrificação	1	0,04%	22:30:00	0,02%	31,5
86	Desconhecido	7	0,29%	22:27:00	0,02%	694,2
87	Manutenção no Sistema de Refrigeração	3	0,12%	21:13:00	0,02%	80,41
88	Inundação no Poço de Drenagem/Alagamento	1	0,04%	20:50:00	0,02%	5
89	Nível Baixo de Óleo nos Mancais	4	0,16%	19:35:00	0,02%	18,16
90	Vedação da comporta da Tomada de Água	1	0,04%	18:18:00	0,02%	13,91
91	Sensor Travado, não Igualava	1	0,04%	17:59:00	0,02%	14,93
92	Cabo Rompido na Saída do TT-2 (Piraj)	1	0,04%	17:58:00	0,02%	3,77
93	Curto Circuito na Barra 34,5KV Devido a Rompimento de Cabo	1	0,04%	16:19:00	0,02%	60,21
94	Defeito na Bomba de Água Industrial	1	0,04%	12:40:00	0,01%	102,35
95	Faltou Serviço Auxiliar	1	0,04%	7:28:00	0,01%	28,3
96	Falha no Retificador de Baterias	1	0,04%	7:27:00	0,01%	12,51
97	Manutenção no Anel Coletor	5	0,20%	6:33:00	0,01%	15,38
98	Curto Circuito no Barramento de 950V	2	0,08%	5:15:00	0,01%	0,76
99	Filtro Sujá	1	0,04%	4:09:00	0,00%	23,95
100	Vazamento na U.H(Unidade Hidráulica)	1	0,04%	1:50:00	0,00%	1,52
101	Parada Manual	1	0,04%	0:56:00	0,00%	0,79
102	Sujeira no Canal de Adução	1	0,04%	0:52:00	0,00%	0,268
103	Abertura Automática do D112	1	0,04%	0:35:00	0,00%	0,5
Total		2447	100,00%	67255:14:00	100,00%	141297,578

Fonte: Banco de dados CELESC

Figura 39 - Ranking das ocorrências por número de registros cadastrados

Posição	Ocorrência	Registros	%Registros	Horas	%Horas	MWh não Gerado
1	Atuação de Proteção	1191	48,67%	9558:20:00	5,19%	8935,46
2	Chuva e Trovada	712	29,10%	2466:35:00	2,36%	2763,62
3	Atuação do R.T(Regulador de Tensão)	67	2,74%	2214:29:00	2,13%	6680,16
4	Baixo Fluxo no Sistema de Refrigeração	64	2,62%	263:32:00	0,25%	1612,52
5	Falha na Medição de Frequência	38	1,55%	79:29:00	0,08%	130,68
6	Temperatura Alta nos Mancais	30	1,23%	8361:29:00	8,04%	14685,1
7	Falha no R.V(Regulador de Velocidade)	27	1,10%	83:39:00	0,08%	19,7
8	Previsão na Vedação da Turbina Muito Baixa	26	1,06%	753:07:00	0,72%	4887,49
9	Enchente	21	0,86%	1868:51:00	1,80%	1592,11
10	Fluxo Baixo no Sistema de Refrigeração do Mancal	17	0,69%	485:06:00	0,47%	2975,87
11	Manutenção	17	0,69%	231:57:00	0,22%	566,4
12	Problemas com a Casa de Válvulas	13	0,53%	399:25:00	0,38%	2042,03
13	Defeito na U.H(Unidade Hidráulica)	12	0,49%	5254:57:00	5,06%	4922,76
14	Travou o CLP(Controlador Lógico Programável)	11	0,46%	559:34:00	0,54%	2260,69
15	Testes de Automação	11	0,45%	409:07:00	0,39%	653,72
16	Falçamento no Anel Coletor	11	0,46%	361:23:00	0,35%	740,07
17	Nível de Água na Câmara de Carga Baixo	11	0,45%	196:04:00	0,19%	943,08
18	Revisão de Escovas	9	0,37%	220:15:00	0,21%	1317,1
19	Temperatura Alta	8	0,33%	144:14:00	0,14%	476,04
20	Desconhecido	7	0,29%	22:27:00	0,02%	654,2
21	Vazamento no Conduto Adutor	5	0,20%	423:54:00	0,41%	1399,08
22	Oscilação na Rede	5	0,20%	33:02:00	0,03%	10,85
23	Manutenção no Anel Coletor	5	0,20%	6:33:00	0,01%	15,39
24	Tubo de Sucção da Unidade Geradora Solto	4	0,16%	1802:36:00	17,38%	4870,65
25	Água no Mancal Guia Inferior	4	0,16%	601:08:00	0,58%	1471,9
26	Fechou Válvula Borboleta do Conduto Forçado	4	0,16%	410:15:00	0,39%	2237,16
27	Ignorada	4	0,16%	109:37:00	0,11%	885,7
28	Nível Baixo de Óleo nos Mancais	4	0,16%	19:35:00	0,02%	18,16
29	Manutenção no Conduto Forçado de Madeira(Pery)	3	0,12%	18640:06:00	17,93%	10997,66
30	Vazamento de Água do Conduto Forçado	3	0,12%	746:55:00	0,72%	4209,38
31	Erro no Posicionamento e Defeito nas Pás do Distribuidor	3	0,12%	463:43:00	0,45%	1872,83
32	Desconexão do Sistema Supervisor	3	0,12%	201:53:00	0,19%	1110,36
33	Falha Hidráulica - Relé 4G30	3	0,12%	201:22:00	0,19%	1627,04
34	Defeito no Retificador	3	0,12%	92:25:00	0,09%	83,42
35	Temperatura Alta na U.H(Unidade Hidráulica)	3	0,12%	51:49:00	0,05%	118,21
36	Manutenção no Sistema de Refrigeração	3	0,12%	21:13:00	0,02%	80,41
37	Vibração Excessiva	2	0,08%	9541:15:00	5,38%	948,42
38	Defeito na Junta Rotativa	2	0,08%	1629:34:00	1,58%	13247,7
39	Defeito no Tráfico	2	0,08%	1464:18:00	1,41%	385,53
40	Desgaste no Mancal e Eixo	2	0,08%	1340:45:00	1,29%	321,76
41	Falha no Fechamento do Distribuidor	2	0,08%	1156:23:00	1,11%	5737,15
42	Vazamento de Água no Caracol da Turbina	2	0,08%	916:39:00	0,88%	4792,42
43	Simultâneo Queima Eio Fusível Chave 223F Fase C (São Lourenço)	2	0,08%	848:46:00	0,82%	817,74
44	Defeito na Válvula Síncrona	2	0,08%	581:42:00	0,56%	3476,75
45	Manutenção nos Fretos	2	0,08%	334:12:00	0,32%	364,72
46	Tomada de Água Trancada	2	0,08%	317:43:00	0,31%	725,33
47	Vazamento de Água no Labirinto	2	0,08%	172:05:00	0,17%	21,51
48	Nível Jacante Muito Alto	2	0,08%	150:23:00	0,14%	161,24
49	Grade Sujá	2	0,08%	97:44:00	0,09%	10,75
50	Defeito no Sensor de Comando da Válvula Borboleta	2	0,08%	78:36:00	0,08%	292,39
51	Queimou os Relés Compact Fletch	2	0,08%	78:34:00	0,08%	87,66
52	Queimou Bobina de Fechamento de Válvula Gaveta	2	0,08%	42:28:00	0,04%	5,29
53	Varistor Queimado	2	0,08%	41:59:00	0,04%	54,8
54	Curto Circuito no Barramento de 950V	2	0,08%	5:15:00	0,01%	0,78
55	Várias Pás do Distribuidor Quebradas	1	0,04%	8619:14:00	8,29%	2671,96
56	Desligamento Automático Devido a Queima no Eio Fusível TSA-1	1	0,04%	556:29:00	0,54%	63,21
57	Vazamento no Tubo Balpasse	1	0,04%	509:27:00	0,49%	56,04
58	Nível Alto no Mancal Guia da Turbina	1	0,04%	425:56:00	0,41%	3441,54
59	Parada Devido a Quebra do Parafuso que Suporta o Servomotor do Distribuidor	1	0,04%	414:05:00	0,40%	72,88
60	Defeito no Regulador de Tensão e de Velocidade	1	0,04%	353:54:00	0,34%	897,83
61	Vazamento no Registro do Caracol	1	0,04%	348:18:00	0,33%	2082,83
62	Pressão Baixa no Conduto Forçado	1	0,04%	302:00:00	0,29%	1513,02
63	Falha na Comunicação	1	0,04%	294:31:00	0,28%	1699,36
64	Defeito no Mancal na Guia Inferior	1	0,04%	278:19:00	0,27%	211,52
65	Defeito no Servomotor da Válvula Gaveta do G2, Vazamento de Óleo	1	0,04%	238:31:00	0,23%	29,81
66	Vazamento de Óleo na Unidade Hidráulica do Regulador de Velocidade e Vazamento no Tampão da Turbina	1	0,04%	223:35:00	0,22%	1075,44
67	Ficou Fora Devido a Defeito - Causa não Especificada	1	0,04%	215:48:00	0,21%	892,77
68	Banhuio Excessivo nos Mancais Escora e no Guia Superior	1	0,04%	200:10:00	0,19%	152,12
69	Falçamento nas Escovas	1	0,04%	195:19:00	0,19%	644,64
70	Manutenção no Bloco	1	0,04%	188:24:00	0,18%	746,06
71	Tampa da Turbina com Nível de Água Muito Alto	1	0,04%	168:43:00	0,16%	973,5
72	Defeito no Cilindro do Servomotor do Distribuidor	1	0,04%	166:32:00	0,16%	66,21
73	Defeito no Isolador Sinalizador de Comando Queimado	1	0,04%	160:37:00	0,15%	59,43
74	Manutenção na Válvula Esférica	1	0,04%	142:15:00	0,14%	536,31
75	Curto nos Pólos do Rotor do G2	1	0,04%	138:27:00	0,13%	304,59
76	Vazamento de Água no Sistema de Refrigeração	1	0,04%	109:50:00	0,11%	19,33
77	Banhuio Excessivo Turbina	1	0,04%	109:35:00	0,11%	527,1
78	Vazamento na Gaxeta da Agulha e Entrou Água no Regulador de Velocidade	1	0,04%	89:45:00	0,09%	355,41
79	Defeito no Encoder	1	0,04%	74:09:00	0,07%	183,89
80	Grade Entregida no 1º Salto	1	0,04%	73:01:00	0,07%	8,76
81	Fusível do Drive de Perda Queimado	1	0,04%	65:13:00	0,06%	26,09
82	Defeito nos Pólos do D1132	1	0,04%	64:14:00	0,06%	53,31
83	Pressão Baixa na U.H(Unidade Hidráulica)	1	0,04%	55:10:00	0,05%	205,22
84	Rompou Corria da Bomba do Trocador de Calor	1	0,04%	52:40:00	0,05%	119,61
85	Manutenção na Saída de Sucção do G1	1	0,04%	47:22:00	0,05%	119,61
86	Temperatura Alta no Estator	1	0,04%	31:05:00	0,03%	155,73
87	Defeito no Comando de Fechamento do Disjuntor	1	0,04%	27:43:00	0,03%	105,05
88	Curto Circuito Entre Fase no Barramento de 23KV - Causa: Morcego	1	0,04%	26:55:00	0,03%	37,68
89	Falha de Sincronismo	1	0,04%	23:39:00	0,02%	87,27
90	Defeito na Bomba de Lubrificação	1	0,04%	22:30:00	0,02%	31,5
91	Inundação no POCO de Drenagem/Afogamento	1	0,04%	20:50:00	0,02%	5
92	Vedação da comporta da Tomada de Água	1	0,04%	18:18:00	0,02%	13,91
93	Sensor Travado, não Equalizava	1	0,04%	17:59:00	0,02%	14,93
94	Cabo Rompido na Saída do TT-2 (Piraj)	1	0,04%	17:58:00	0,02%	3,77
95	Curto Circuito na Barra 34,5KV Devido a Rompimento de Cabo	1	0,04%	16:19:00	0,02%	80,21
96	Defeito na Bomba de Água Industrial	1	0,04%	12:40:00	0,01%	102,35
97	Falhas Serviço Auxiliar	1	0,04%	7:28:00	0,01%	28,3
98	Falha no Retificador de Baterias	1	0,04%	7:27:00	0,01%	17,51
99	Filtro Sujá	1	0,04%	4:09:00	0,00%	23,95
100	Vazamento na U.H(Unidade Hidráulica)	1	0,04%	1:50:00	0,00%	1,52
101	Parada Manual	1	0,04%	0:56:00	0,00%	0,79
102	Sujeira no Canal de Adução	1	0,04%	0:52:00	0,00%	0,268
103	Abertura Automática do D1132	1	0,04%	0:35:00	0,00%	0,5
104	Total	2447	100%	2802:301:89	100%	141297:57:8

Fonte: Banco de dados CELESC

3 CONCLUSÃO

Através do estudo realizado foi possível obter uma noção da operação de cada gerador das usinas retratadas do parque, entender o comportamento e as consequências de cada ocorrência e observar a existência de um padrão de duração de certas indisponibilidades e identificar ações para a extinção das mesmas. Além disso, foi realizada a análise de uma possibilidade de remanejamento da equipe que atua no parque como um todo. Uma das orientações propostas através deste estudo foi a realocação dos operadores das usinas com menor número de problemas para as usinas com maior número de defeitos, trazendo maior eficiência na erradicação dos problemas.

Outro ponto importante que foi colocado em destaque aos responsáveis pelo setor, foi a padronização das ocorrências. Ao longo do estudo foram observadas várias ocorrências de mesma natureza cadastradas de formas diferentes, podemos citar as ocorrências "Tomada de Água Trancada" e "Pressão Baixa no Conduto Forçado" grifadas em amarelo nas tabelas das ocorrências como exemplo. A falta de padronização acaba trazendo uma duplicidade em alguns casos, fazendo com que informações importantes como o número total das indisponibilidades cadastradas não seja condizente com a realidade. Além disso, foi possível perceber o agrupamento de várias ocorrências em uma só. Isso não só dificulta uma ação efetiva, mas também nos limita quando há uma necessidade de se traçar novas diretrizes. Podemos apontar como uma das causas a quantidade de trabalhadores do setor. Sem um manual de instrução, fica a cargo de cada um repassar as informações ao COG da maneira mais conveniente.

Sabendo disso, a proposta final deste trabalho foi a de utilizar as tabelas apresentadas neste documento para criar um "Manual de Cadastramento das Ocorrências". Assim, seria possível criar uma padronização e com isso, poderíamos eliminar as duplicidades evitando as perdas de informações por agrupamento. Ficou claro através deste estudo que quanto mais detalhado for a descrição da operação, mais rápido e assertivo será a ação reparatória. Quantificar e tabelar os problemas que podem vir a ocorrer no parque gerador é de grande importância para que a empresa possa traçar planos de ação para cada tipo de ocorrência quando acontecer e assim, minimizar ao máximo o risco de redução de sua GF.

REFERÊNCIAS

CELESC Distribuição. **Celesc**. Disponível em:

<<http://www.celesc.com.br/portal/index.php/celesc-holding>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

HIDRELÉTRICAS no Brasil. **Mundo Educação**. Disponível em:

<<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/hidreletricas-no-brasil.htm>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

HISTÓRICO de Geração. **Celesc**. Disponível em:

<<http://www.celesc.com.br/portal/index.php/celesc-geracao/sobre-a-celesc-geracao/historico-geracao>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

VISÃO Geral das Operações na CCEE. **UFJF**. Disponível em:

<http://www.ufjf.br/andre_marcato/files/2010/06/Visao_Geral_das_Operacoes_CCEE_2010.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2017.