



ESTUDO SOBRE A QUANTIDADE E O TEMPO DE RELIGAMENTOS APLICADOS NAS PROTEÇÕES DAS REDES DE DISTRIBUIÇÕES AÉREAS DA COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO ESTADO DA BAHIA (COELBA)

¹Camilo Nunes de Oliveira Neto e ²Oberdan Rocha Pinheiro

¹ SENAI CIMATEC, E-mail: camilo.nunes@outlook.com

² SENAI CIMATEC, E-mail: oberdan.pinheiro@fieb.org.br

STUDY ABOUT THE QUANTITY AND TIME OF RECLOSINGS APLIED TO PROTECTIONS OF AIR DISTRIBUTION GRID OF THE COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO ESTADO DA BAHIA (COELBA)

Resumo: Nos sistemas elétricos da distribuição a quantidade de curto circuitos temporários é superior ao número de defeitos permanentes, desta forma existe um grande desafio para os engenheiros de proteção definirem os melhores tempos e quantidades de religamentos, de maneira que defeitos temporários não interrompam o fornecimento de energia dos consumidores por longos períodos de tempo. Este artigo apresenta um estudo avaliando a taxa de sucesso dos religamentos para a eliminação de faltas temporárias adotados na companhia de eletricidade do estado da Bahia (COELBA) de 2014 até o primeiro semestre de 2017 e será comparado com a taxa de sucesso de novos ajustes de religamentos adotados a partir do segundo semestre de 2017.

Palavras-Chaves: *Religamento; Distribuição; Proteção*

Abstract: In electrical distribution systems the number of temporary short circuits is higher than the number of permanent defects, so there is a great challenge for protection engineers to define the best times and reclosing intervals, so that temporary defects do not interrupt the power supply of consumers for long periods of time. This paper presents a study evaluating the success rate of recloses for the elimination of temporary faults adopted by the Companhia de eletricidade do estado da Bahia (COELBA) from 2014 until the first half of 2017 and will be compared with the success rate of new adjustments of adopted since the second half of 2017.

Keywords: *Reclosing; Distribution; Protection*



1. INTRODUÇÃO

Nos sistemas elétricos aéreos da distribuição, o número de defeitos temporários na rede é superior aos defeitos permanentes e por causa disso para as concessionárias de energia evitarem as indisponibilidades da rede são utilizados religadores de rede, que tem como objetivo testar a rede através dos religamentos automáticos evitando assim a descontinuidade do serviço para defeitos temporários. O grande desafio para os engenheiros de proteção é definir o melhor número de religamentos e o tempo dos intervalos entre eles de maneira que os defeitos temporários não provoquem a abertura definitiva da proteção.

Na Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA) os engenheiros da unidade de proteção historicamente adotaram para proteção de alimentadores os ajustes de 2 religamentos um com tempo morto variando entre 2 a 7 segundos e o segundo religamento com tempo morto variando entre 10 a 20 segundos, estes ajuste foram adotados durante anos na empresa, porém quando os engenheiros iriam fazer as análises diárias das ocorrências do sistema, concluímos que mesmo após os religadores completarem o ciclo de religamento e irem a lockout, a operação realizava mais 1 ou 2 testes antes de mandar uma equipe em campo averiguar o problema da rede, quando questionados do porquê realizar mais testes após o completo ciclo de religamento automático a operação informou que nesses teste que eles fazem a grande maioria dos alimentadores aceitam, fazendo com que o DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) e o FEC (frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) sejam diminuídos e poupando gasto no deslocamento de turmas da manutenção, ao receber esta notícia a unidade de proteção percebeu que existia algo errado com o número e intervalos de religamentos, pois os adotados não estavam sendo eficazes nos testes da rede fazendo com que o alimentador fosse a lockout em condições de defeitos temporários.

Neste trabalho será apresentado um estudo avaliando a taxa de sucesso dos religamentos adotados até o primeiro semestre de 2017 e será comparado com a taxa de sucesso dos religamentos adotados a partir do segundo semestre de 2017.



2. CURTO-CIRCUITO NOS SISTEMAS ELÉTRICOS DA DISTRIBUIÇÃO

Uma falta em um circuito elétrico é alguma perda de energia com interferência no fluxo normal de corrente [1], estas faltas podem ser do tipo: Trifásicas, bifásicas, bifásicas a terra ou monofásicas.

2.1 Faltas monofásicas

As faltas monofásicas são o tipo de defeito onde apenas uma das fases tem contato com a terra. Ocorrem em cerca de 79% dos casos de defeito na rede e é umas das perturbações mais severas ao sistema [2].

2.2 Faltas bifásicas

Menos comum que a falta monofásica, porém considerada também uma perturbação severa ao sistema de potência, os curtos bifásicos se caracterizam por ser a intercepção de dois cabos no sistema, representando 11% dos curtos na rede [2].

2.3 Faltas bifásicas a terra

A falta fase-fase terra é o tipo de defeito que possui menor frequência no sistema elétrico, cerca de 8% e ocorre quando duas fases entram em contato com a terra [2].

2.4 Faltas trifásicas

As Faltas Trifásicas ocorrem quando as Três fases entram em contato com o solo, este tipo de falta ocorre com menos frequência no sistema elétrico, cerca de 2% das ocorrências de faltas [2].

Além da classificação dos tipos de faltas, os defeitos também podem ser classificados avaliando a sua duração que pode ser temporária ou permanente, as faltas temporárias são perturbações momentâneas que ocorrem na rede, porém rapidamente se alto eliminam voltando o sistema a operar normalmente, não havendo assim a necessidade



de reparos imediatos no sistema, as faltas permanentes são defeitos no sistema que provocam interrupções prolongadas e exigem reparos de uma equipe de manutenção para que sejam eliminadas [3].

A maioria das faltas em sistemas de distribuição de potência são de natureza temporária e são provocadas em sua grande maioria por agentes externos como: Descargas atmosféricas, vendavais, acidentes de trânsito e contato de galho de árvores e de animais. Nos sistemas de distribuição aéreos entre 80 a 90 % são defeitos temporários com duração de no máximo poucos ciclos [4]. Na tabela 1 temos os dados estatísticos comparando os tipos de defeitos com a classificação deles e sua ocorrência no sistema [2].

Tabela 1. Dados estatísticos Tipo de falta e sua classificação

Faltas	%	Permanentes %	Temporárias %
Trifásicas	2	95	5
Bifásicas	11	70	30
Fase-Terra	79	20	80
Outros	8	-	-

Fonte: (SOUZA,2008)

Como a maioria das faltas nos sistemas elétricos aéreos da distribuição são temporárias, para evitarem a constante interrupção do fornecimento de energia aos consumidores, as concessionárias de energia elétrica investiram em equipamentos de proteção que restabelecem o sistema automaticamente, melhorando assim a qualidade do fornecimento aos consumidores.

3. DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

A proteção dos sistemas elétricos tem a finalidade de isolar os defeitos do resto do sistema com rapidez, segurança e seletividade com o objetivo de se evitar perdas de energia, acidentes envolvendo pessoas e danos aos equipamentos que compõem o sistema [5].

Nas redes de distribuição os dispositivos mais utilizados são elos fusíveis, religadores e Seccionadores automáticos [4].



3.1 Elos fusíveis

Os elos fusíveis são os equipamentos de proteção mais simples e mais barato da rede de distribuição, são utilizados como proteção de sobrecorrente nos ramais dos alimentadores e na proteção primaria dos transformadores. Este equipamento de proteção é composto por estrutura de suporte, o elo fusível e um tubo para confinar o arco elétrico. O seu funcionamento é bastante simples, o elo fusível é diretamente aquecido pela passagem de corrente no sistema sendo queimado quando excede um valor predeterminado, portanto quando o elo é corretamente dimensionado o mesmo não opera quando o sistema está em operação normal, porém quando ocorre uma falta no sistema surge uma corrente de elevada intensidade que queima o elo fusível, seccionando a parte da rede com defeito do resto do sistema [4].

3.2 Religadores

Os religadores são dispositivos autocontrolados para automaticamente interromper e religar um circuito de corrente alternada [4], estes equipamentos são compostos por um relé de sobrecorrente com a função de religamento, um conjunto de Transformadores de corrente e um disjuntor que suporta religamentos sobre falta, estes equipamentos são utilizados nas saídas dos alimentadores na subestação, nos ramais dos alimentadores como também ao longo da linha tronco do alimentador. O religador funciona da seguinte maneira quando ocorre uma falta no sistema e é sensibilizado alguma função de proteção, o mesmo manda o comando de abertura ao disjuntor, que isola a parte com defeito do sistema, porém o disjuntor é mantido aberto por um determinado tempo chamado de tempo de religamento que é definido pelo usuário, após este tempo o disjuntor é religado automaticamente reenergizando o ponto interrompido. Se no momento do fechamento do disjuntor o defeito persistir no sistema a sequência de abertura e fechamento acontece até no máximo 3 vezes sendo que na última operação o disjuntor permanecerá aberto só podendo ser fechado manualmente [6].

Os ajustes de proteção do religador podem ser habilitados individualmente por ciclo de religamentos, ou seja o equipamento permite o usuário habilitar uma proteção instantânea na primeiro religamento e não habilitar esta proteção durante o segundo religamento, ou pode-se habilitar uma proteção temporizada com uma temporização



mais rápida na primeira operação e uma proteção temporizada com um temporização mais lenta durante o segundo religamento, desta maneira as proteções podem ser combinadas para operarem mais rápidas nos primeiros religamentos e mais lenta nos últimos religamentos ou vice versa a depender do estudo realizado pelo usuário.

Para as faltas temporárias que ocorrem no sistema a sequência de religamentos do religador é bem sucedida, restaurando rapidamente o fornecimento de energia as áreas afetadas, porém se a falta é permanente o religador irá seccionar a parte defeituosa do sistema, sendo necessário uma equipe de manutenção inspecionar o circuito defeituoso para corrigir o problema, e nesta inspeção a depender do tamanho do alimentador pode demorar minutos como horas para ser restabelecido o fornecimento de energia.

3.3 Seccionadores automáticos

São equipamentos utilizados para seccionar circuitos automaticamente, quando o circuito é desenergizado por um religador situado na retaguarda [4], portanto estes equipamentos não possuem capacidade de interrupção de correntes de falta, porém podem ser utilizados como chave de manobra comandadas remotamente ou localmente. Os seccionadores são compostos por um sensor de sobrecorrente, um mecanismo de contagem de desligamentos do religador de retaguarda e uma chave de seccionamento. O equipamento funciona da seguinte maneira, o usuário ajusta no seccionador em qual período do religamento da proteção de retaguarda o mesmo deverá abrir, quando ocorre uma falta no sistema, e esta corrente de falta passa pelo seccionador, o equipamento se prepara para iniciar a contagem do número de aberturas do religador de retaguarda. Quando o religador realiza o ciclo de religamento ajustado no seccionador, o mesmo espera o religador abrir e em seguida abre seus contatos seccionando a parte defeituosa do resto do sistema. Isto permite que o religador feche e restabeleça o suprimento para o restante do circuito. Se a falta é temporária não ocorrerá a atuação do seccionador, pois o curto será auto eliminado durante os ciclos de religamento do religador de retaguarda.



4. FILOSOFIA DE PROTEÇÃO ADOTADOS NOS ALIMENTADORES DE MEDIA TENSÃO COELBA

Um importante aspecto do sistema elétrico é a coordenação entre os dispositivos de proteção, pois para se garantir a qualidade do fornecimento de energia a proteção tem que garantir que a perda de suprimento causada por uma falta seja restrita a menor parte do sistema pelo menor tempo possível [4].

Os alimentadores de media tensão da rede de distribuição da COELBA são radiais, ou seja, com apenas uma fonte de suprimento, em sua maioria bastante ramificados. Para a realização da proteção deste alimentador a empresa coloca um religador na saída da subestação e ao longo da rede são colocados religadores, chaves fusíveis e seccionadores.

As filosofias existentes que são adotadas nos alimentadores da COELBA se classificam em três, que são sistemas seletivos, coordenados ou combinados.

Os sistemas seletivos é a filosofia aplicada ao equipamento de proteção de interromper e manter isolado o menor trecho defeituoso do sistema, provocado por qualquer tipo de falta (transitória ou permanente) sem interromper o fornecimento dos clientes instalados à montante dele [3]. Esta filosofia é aplicada na Coelba nas coordenações entre fusíveis, nas coordenações entre religadores de rede e em alimentadores que atendem a consumidores industriais em que seu processo é sensível a religamentos.

Os sistemas coordenados ou também conhecido como “salva fusível” é a filosofia aplicada a dois ou mais equipamentos de proteção operarem em uma determinada sequência de operação, previamente definida, quando em condição de falta no sistema [3]. Esta filosofia é muito aplicada na COELBA na coordenação entre religadores e elos fusíveis, onde na primeira operação o religador possui uma proteção instantânea ou uma temporizada mais rápida que a curva de proteção do elo fusível e na última operação do religador o mesmo possui uma proteção temporizada que coordena com a curva do elo fusível, dessa maneira as faltas temporárias que ocorrerem na zona de proteção do elo fusível será eliminada pelo religador e as faltas permanentes que ocorrerem na zona de proteção do elo fusível serão eliminadas pelo próprio elo fusível. A grande vantagem dessa filosofia em relação a filosofia seletiva é o ganho no custo do deslocamento de turmas para a troca dos elos fusíveis e na redução do número dos indicadores de qualidade DEC e FEC da empresa, pois as faltas temporárias não provocaram



interrupções de energia com o tempo necessário para a contabilização destes indicadores, em contra partida os religamentos dos religadores provocam interrupções em geral de curta duração em consumidores que não estão na parte defeituosa do sistema, não sendo uma boa pratica em alimentadores que atendem cargas industriais.

A filosofia de sistemas combinados consiste em aplicar a filosofia do sistema seletivo e coordenado no mesmo circuito de distribuição [3], Na COELBA é aplicado em alimentadores que uma parte atende consumidores industriais, que por acordo operacional não é permitido habilitar religamentos e, portanto, é aplicado o sistema seletivo e na outra parte do alimentador que atendem consumidores residenciais urbanos ou rurais é aplicado o sistema coordenado.

5. TAXA DE SUCESSO DOS RELIGAMENTOS APLICADOS NOS ALIMENTADORES DE MÉDIA TENSÃO ENTRE 2014 AO PRIMEIRO SEMESTRE DE 2017

A taxa de sucesso dos religamentos aplicados nos alimentadores da COELBA foi calculado através dos dados coletados do software SEL 5040. Este software coleta e guarda em um banco de dados todos os registros de proteção dos reles de todas as subestações da COELBA, devido à grande quantidade de alimentadores do banco, foi selecionado 200 alimentadores de média tensão (13,8kV, 34,5kV) instalados na saída da subestação, sendo 43 alimentadores que atendem somente cargas urbanas, 39 alimentadores que atendem somente cargas rurais e 118 alimentadores atendem ao longo de sua extensão tanto cargas urbanas como rurais.

A metodologia do cálculo foi feita da seguinte maneira, dos 200 alimentadores escolhidos, foram selecionados todos os eventos que provocaram abertura do disjuntor por atuação da proteção, desconsiderando apenas eventos em que o religamento automático do equipamento estava bloqueado no relé e a partir destes dados filtrados, foi-se contabilizado o número de faltas que se auto eliminaram no primeiro e no segundo religamento e o número de eventos que levaram o equipamento a lockout. Na tabela 2 está o resultado da pesquisa classificado por carga que os alimentadores atendem.

Tabela 2. Taxa de sucesso religamentos anos de 2014 a janeiro de 2017



	Misto		Urbano		Rural	
	QTD	%	QTD	%	QTD	%
Taxa de sucesso 1º religamento	3810	82,41	731	74,59	1287	83,19
Taxa de sucesso 2º religamento	367	7,94	139	14,18	102	6,59
Aberturas definitivas (Lockout)	446	9,65	110	11,22	158	10,21
Número total de ocorrências	4623	100,00	980	100,00	1547	100,00

Fonte: (COELBA,2018)

Analisando os dados da tabela 2 foi verificado que a taxa de sucesso do primeiro religamento para a eliminação das faltas temporárias é maior que o sucesso do segundo religamento em todos os alimentadores estudados, porém o número de faltas que levam o equipamento a lockout está maior que as faltas que são auto eliminadas no segundo religamento nos alimentadores com características de cargas rurais e mistos, nos alimentadores urbanos a quantidades de faltas que levam o equipamento a lockout está muito próxima a quantidade que são auto eliminadas no segundo religamento.

Diante dos dados apresentados foi verificado neste estudo que a equipe de operação da COELBA, tem razão em alegar que muitas faltas temporárias estão levando o equipamento a lockout, portanto foi-se repensado os ajustes do religamento automático de forma que evite que as faltas temporárias promovam interrupções de longos períodos no fornecimento de energia aos consumidores.

6. TAXA DE SUCESSO DOS AJUSTES DE RELIGAMENTOS ATUAIS

Os novos ajustes de religamento aplicados na Coelba foram definidos a partir dos dados obtidos da taxa de sucesso dos religamentos anteriores e dos ajustes aplicados na concessionária de energia elétrica Elektro que faz parte como a Coelba do grupo de empresas da Neoenergia. Estes ajustes foram pensados de forma que as faltas temporárias não provoquem a abertura definitiva dos religadores de rede, portanto os intervalos dos religamentos possuem temporizações maiores e foi acrescentado o terceiro religamento de forma a simular o teste feito pela equipe da operação no passado após os equipamentos irem a lockout.

Os ajustes foram feitos considerando a carga que alimentador supri e desta maneira ficaram com as temporizações conforme a tabela 3.

Tabela 3. Ajustes religamentos automáticos



	MISTO	URBANO	RURAL
Temporização 1º religamento (s)	10	5	30
Temporização 2º religamento (s)	20	20	20
Temporização 3º religamento (s)	20	40	30

Os novos ajustes de religamentos foi colocado no ano de 2017 em 700 alimentadores, sendo que em 300 foi feito o acompanhamento da taxa de sucesso dos novos ajustes, através dos registros dos relés de proteção no banco de dados do software SAGE (Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia) nos meses de novembro e dezembro de 2017.

A metodologia do cálculo da taxa de sucesso foi feita da mesma maneira que a contabilização da taxa de sucesso dos ajustes antigos, foram contabilizados todos os eventos que provocaram atuação da proteção desconsiderando os eventos no qual o religador estava com a função de religamento bloqueada. Na tabela 4 está o resultado da pesquisa classificado por carga que os alimentadores atendem.

Tabela 4. Taxa de sucesso religamentos novembro e dezembro de 2017

	MISTO		URBANO		RURAL	
	QTD	%	QTD	%	QTD	%
Taxa de sucesso 1º religamento	133	79,64	24	66,67	104	87,39
Taxa de sucesso 2º religamento	14	8,38	7	19,44	5	4,20
Taxa de sucesso 2º religamento	1	0,60	3	8,33	1	0,84
Aberturas definitivas (Lockout)	19	11,38	2	5,56	9	7,56
Número total de ocorrências	167	100	36	100	119	100

Fonte: (COELBA,2018)

Avaliando os dados da taxa de sucessos dos novos ajustes de religamentos na tabela 4 nos dois primeiros meses da pesquisa, verificou-se uma queda na taxa de sucesso no 1º religamento nos alimentadores que atendem cargas mistas e urbanas, pois se compararmos com os ajustes aplicados nos anos de 2014 a 2017, nos alimentadores urbanos foi utilizada a mesma filosofia de proteção do passado e nos alimentadores mistos houve um pequeno acréscimo na temporização, porém não muito significativa. Nos alimentadores rurais foi-se adotado uma temporização muito maior no primeiro religamento que na antiga filosofia de proteção aplicada entre os anos de 2014 a 2017, isto provocou um ganho na taxa de sucesso do primeiro religamento de 4,2%.



A taxa de sucesso do segundo religamento foi verificado um aumento em relação aos anos de 2014 a 2017 nos alimentadores que atendem cargas mistas e urbanas. Isto aconteceu porque a taxa de sucesso do 1º religamento foi menor nestes alimentadores sobrando assim muitas faltas temporárias para serem eliminadas no segundo religamento.

Nos alimentadores rurais houve uma redução na taxa de sucesso do 2º religamento em comparação aos anos de 2014 a 2017, pois houve um bom desempenho na eliminação das faltas temporárias no primeiro religamento o que ocasionou uma quantidade menor de faltas para ser eliminadas no segundo religamento.

Avaliando a taxa de sucesso do terceiro religamento nesses 2 primeiros meses, foi verificado que nos alimentadores que atendem cargas mistas e rurais o ganho do terceiro religamento foi pequeno, ficando menor que 1 % do total de faltas nestes alimentadores, porém no alimentador urbano o ganho do terceiro religamento na eliminação de faltas temporárias foi expressivo ficando em 8,33% do total de faltas que ocorreram no alimentador. Analisando mais detalhadamente o motivo do valor elevado do sucesso do 3º religamento no alimentador urbano, verificamos que o somatório da temporização do primeiro e do segundo religamento no alimentador urbano, é menor 5 segundos do que no alimentador misto e 25 segundos menor do que no alimentador rural, isto fez que a grande parte das faltas que não foram eliminadas no primeiro e no segundo religamentos que possuem temporizações menores, fossem eliminadas no terceiro com temporização maior.

Analisando as faltas que levaram o alimentador a abertura definitiva, ocorreu uma redução expressiva no número de faltas que levaram o alimentador a lockout nos alimentadores urbanos e rurais, todavia no alimentador misto houve um aumento no número de ocorrências que levaram o religador a lockout.

7. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi verificado que a taxa de sucesso do primeiro religamento para a eliminação de faltas temporárias é sempre a mais alta de que todos os demais religamentos. Foi observado também que os intervalos dos religamentos que possuíam temporizações mais elevadas nos ajustes novos, foram os que garantiram mais ganhos em relação aos ajustes aplicados em 2014 a janeiro de 2017, portanto quanto maior o



tempo dos intervalos dos religamentos maior será o ganho para a eliminação de faltas temporárias.

Durante o período avaliado o ganho do ajuste do terceiro religamento na eliminação de faltas temporárias só foi expressivo nos alimentadores que atendem cargas urbanas, pois nos alimentadores rurais e mistos o ganho foi menor que 1%, porém nos alimentadores urbanos foi onde se aplicou a menor temporização no intervalo do 1º religamento, e consequentemente isso impactou na taxa de sucesso das eliminações das faltas temporárias, fazendo com que estas faltas fossem eliminadas no segundo e terceiro religamento, portanto caso a temporização do primeiro religamento e do segundo seja baixa, a taxa de sucesso do terceiro será expressiva, desta forma considerando os ajustes antigos aplicados entre os anos de 2014 a janeiro de 2017, os controladores obtiveram mais sucesso nos testes manuais nos alimentadores que estavam graduados os menores tempos nos intervalos dos religamentos.

Analisando o percentual do número de faltas que levaram o religador a lockout dos ajustes novos de religamento, foi verificado que houve uma redução de 5,64% nos alimentadores urbanos em comparação aos ajustes antigos, e houve uma redução de 2,65% nos alimentadores rurais, mostrando assim que durante o período analisado, houve um ganho ao se aumentar os tempos e o número de religamentos. Nos alimentadores mistos a situação ficou diferente, pois houve uma quantidade maior de faltas levando o equipamento a lockout do que nos ajustes de religamentos passados, necessitando desta maneira uma análise mais aprofundada nestes dados, para se averiguar o motivo dos valores encontrados e o porquê deles estarem tão diferentes dos encontrados nos alimentadores rurais e urbanos.

Este trabalho avaliou o ganho na eliminação de faltas temporárias com o aumento dos tempos e do número de religamentos, porém será avaliado em trabalhos futuros os impactos do terceiro religamento nos equipamentos que compõe o sistema elétrico e o que afeta na questão da segurança quando ocorrer defeitos permanentes no sistema.



5. REFERÊNCIAS

¹ STENENSON, William. **Análise de sistema de potência**. 2. Ed. São Paulo: Mc Graw Hill, 1986.

² SOUZA, Fabiano Alves de. **Detecção de falhas em sistema de distribuição de energia elétrica usando dispositivos programáveis**. Ilha Solteira: [s.n], 2008.

³ FRANÇA, José Albini. **Proteção do sistema de distribuição**. Curitiba. [S.n].2010

⁴ LEÃO, Ruth P.S. et al. Avaliação do compromisso no uso de religadores em alimentadores com cargas sensíveis. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA, 6., 2003, Aracaju. Disponível em: <http://www.mfap.com.br/pesquisa/arquivos/20081215094034-aju_04_117.pdf>. Acesso em: 17 out. 2017.

⁵ ALMEIDA, Marcos A. Dias. **Apostila de proteção de sistemas elétricos**. 1. ed. Natal. [S.n]. 2000. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfZ4cAD/protecao-sistemas-eletricos#>> . Acesso em: 13 set. 2017.

⁶ FILHO, João Mamede, MAMEDE, Daniel Ribeiro. **Proteção de sistemas elétricos de potência**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

⁷ COELBA. Dados coletados do banco de dados e controle das subestações do sistema COELBA. Salvador, 2018.