Unisanta Science and Technology, **2016, 16, December**
Published Online 2016 Vol.5 N°3 http://periodicos.unisanta.br/index.php/sat)

UNISANTA
Science and Technology
ISSN 2317-1316

Metodologia de Avaliação de Topologias em Redes de Distribuição por Critério de Tensão utilizando o Conceito de *Smart Grid*

Alexandre Shozo Onuki, Heleno Severino Da Silva, Leonardo Cenedesi Tulio, Luiz Felipe Rodrigues Noro, Murillo Rodrigues D'Olim Marote e Renan Izar Genezini

UNISANTA - Universidade Santa Cecília
Departamento de Engenharia Elétrica
Rua Oswaldo Cruz, 266 – Santos-SP, Brasil

E-mail*:* shozo@unisanta.com

Received march, 2015

Resumo: Este trabalho realizou o desenvolvimento de uma metodologia que possibilita qualificar diversas amostras de tensão levantadas em uma determinada rede de distribuição elétrica ou sistema equivalente. Esta ferramenta poderá orientar o grupo técnico na decisão de ajustar, ou não, os reguladores de tensão, vale citar que, com o auxílio de um aplicativo que realize a estimação dos níveis das tensões em função das características da rede de distribuição será possível indicar a melhor topologia a ser utilizada para o fornecimento de energia.

Palavras chave: Regulação de Tensão, Smart Grid, Automação de Sistemas Elétricos e Avaliação por Multi Critérios.

Topology evaluation methodology in distribution Networks for voltage Criterion using the concept of Smart Grid

Abstract: This work developed a methodology that allows to qualify several samples of voltage in an electrical distribution network or an equivalent system. This tool can guide technical groups to decide whether or not to adjust the voltage regulators, it is worth mentioning that with the help of an application that estimates the voltage levels according to the characteristics of the distribution network, it is possible to indicate the best topology to be used for the power supply.

Keywords*:* Voltage Regulation, Smart Grid, Electrical Systems Automation and Multi Criteria Evaluation.

1. Introdução

As empresas de distribuição de energia elétrica devem garantir aos seus consumidores o fornecimento de energia contínuo e de qualidade. Porém, as mesmas enfrentam diversos problemas como as perdas inerentes do sistema, a oscilações e regulação do nível de tensão, etc.. Com o intuito de garantir melhor eficiência e qualidade de energia, cada vez mais as distribuidoras buscam uma modernização de suas tecnologias, utilizando o conceito de *Smart Grid* que permite novas possibilidades, como analisar em tempo real parâmetros com tensões, correntes, fluxos de potências, entre outras. Devido a grande quantidade de variáveis supervisionadas é quase impossível à realização de uma análise de forma manual, portanto é de suma importância o desenvolvimento de algoritmos que possam avaliar de forma automática ou com o mínimo de interferência humana a qualidade da energia fornecida pela rede elétrica.

O estudo em questão tem por objetivo desenvolver uma metodologia que possa classificar diversos conjuntos de valores de tensão medidos em uma rede de distribuição de energia, possibilitando assim aferir a qualidade de fornecimento de energia.

Copyright © 2016 ISESC.

1.1 Desenvolvimento realizado

O desenvolvimento da metodologia para a classificação de um conjunto de amostras de tensões de uma determinada topologia foi apresentada nos itens a seguir.

2.1 Definições dos critérios para classificações das tensões

O processo classificatório dos conjuntos de amostras de tensão presentes em uma determinada topologia inicia-se descartando as que apresentam valores abaixo ou acima dos limites estabelecidos pelo usuário, dessa forma, é garantido que seja indicado um conjunto de valores com índices adequados, após definido os limites de funcionamento, foram formuladas as equações que definem valores adimensionais referentes às distâncias de cada amostra em relação à referência adotada conforme indicado na figura 1 (neste exemplo é possível visualizar além dos limites de operação as distâncias entre os valores das amostras e a referência em questão). E para tal classificação é realizado um somatório das distâncias de cada amostra de tensão em relação à referência, sendo a topologia mais adequada a que possuir menor valor.

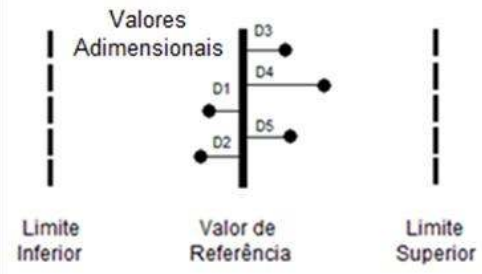


Figura 01. Representação visual da determinação das distâncias.

2.2 Desenvolvimento dos algoritmos de análise

O conceito de distância utilizado na metodologia em questão permite encontrar topologias com valores de tensão mais próximos a referência, porém para atender as diferentes necessidades operacionais, foram desenvolvidos diferentes critérios que priorizaram grupos de valores tensão que possuem índices superiores ou inferiores a referência, os mesmos foram apresentados nos itens a seguir:

- Critério 01 – O conjunto de tensão terá melhor classificação quando o mesmo possuir amostras com valores mais próximas a referência, indiferentemente a qualquer critério;
- Critério 02 – Nesta avaliação, o grupo de amostras de tensão terá melhor classificação quando os valores em questão estiverem mais próximos à referência adotada, porém os índices que forem superiores a este valor terão maior peso no processo de classificatório;
- Critério 03 – De forma inversa ao citado no item anterior, o critério em questão também avalia a melhor topologia quando os valores em questão estiverem mais próximos à referência adotada, porém os índices que forem inferiores ao fator em questão terão maior peso no procedimento de avaliação.

Nos itens descritos a seguir foram apresentadas as metodologias adotadas para cada critério de forma detalhada.

2.2.1 Critério 1 – Classificação de grupo de amostras de tensão utilizando curva com características de parábola

Com objetivo de classificar as topologias conforme a proximidade de seus valores de tensão com a referência, foi utilizado uma parábola para atribuir pesos aos índices em questão, na figura 02 é apresentado um exemplo de tal curva, na mesma é possível verificar que no eixo das ordenadas foram inseridos valores que variam entre 0 e 1 (representam aos pesos que serão associados aos valores de tensão analisados) e na abscissa foram inseridos os limites das tensões que serão considerados. No caso os índices adotados foram de 0,93 e 1,05 PU (referência aos valores determinados como adequados pelo PRODIST - Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional), vale citar que, tais variáveis podem ser adaptadas as necessidades operacionais do sistema a ser implantado. Também na figura 02, é possível verificar como é atribuído um peso a uma respectiva tensão para este método, em tal exemplo para uma tensão de 0,98 PU é associado um valor de 0,93 que resulta uma distância em relação à referência de Δ_1=0,07 e para uma tensão de 1,05 a resultante é de Δ_2=0,50.

2.2.2 Critério 2–Classificação de grupo de amostras de tensão utilizando a equação de reta crescente

Esta metodologia também tem por objetivo classificar conjuntos de amostras de tensão que possuem valores mais próximos à referência, porém atribui maiores pesos aos parâmetros que possuírem índices superiores da referência adotada, para tanto, foram utilizadas duas retas, sendo que, em uma delas apresenta um ajuste de inclinação destacada na figura 03, vale lembrar que, de forma análoga ao critério anterior a metodologia continua com o mesmo objetivo de atribuir pesos às amostras de tensão.

Copyright © 2016 ISESC

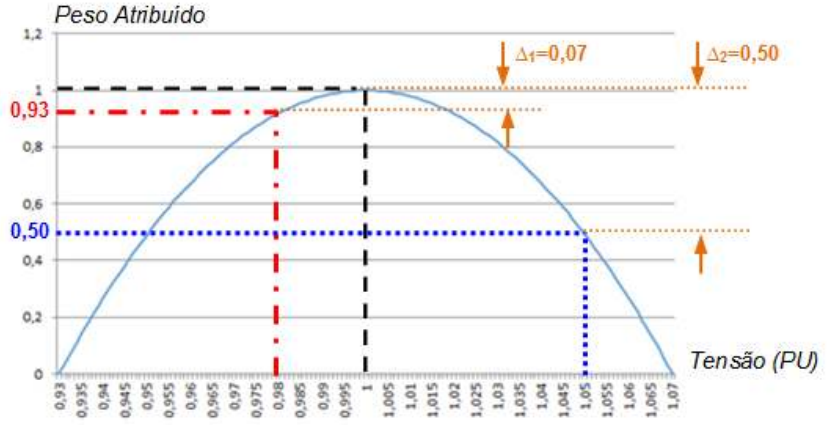


Figura 02. Classificação utilizando parábola.

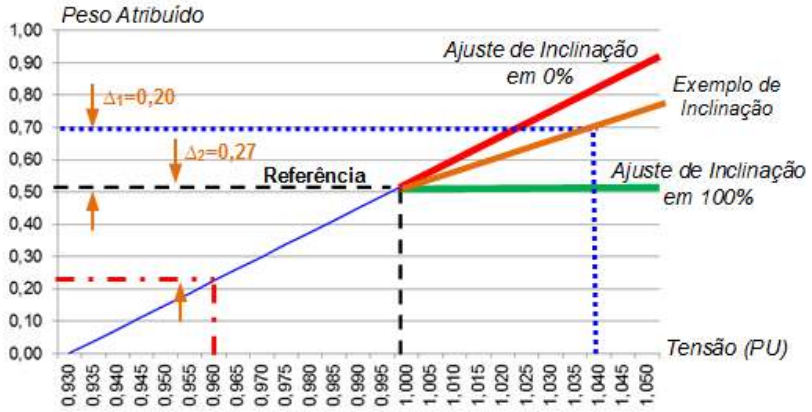


Figura 03. Classificação utilizando reta crescente.

No exemplo em questão, foram adotados os mesmos limites do item anterior e atribuído pesos a cada valor de tensão conforme as inclinações das curvas apresentadas. Os limites para ajuste da inclinação podem ser realizados na faixa de 0 a 100%, conforme as necessidades operacionais. Também é possível verificar na mesma figura um exemplo de aplicação da metodologia, onde são atribuídos pesos a dois valores de tensão simétricos em relação referência. O valor de tensão 0,70 PU é associado a 0,7 que resulta uma distância em relação à referência de Δ_1=0,20 e para uma tensão de 0,96 PU possui uma ordenada de 0,23 resultando assim um valor de Δ_2=0,27, é possível verificar que a menor distância está associada ao maior valor de tensão tendo assim maior relevância no critério de escolha. E o quão menor será essa distância em relação à de um valor de tensão simetricamente abaixo da referência, depende exclusivamente da inclinação da reta.

2.2.3 Critério 3 – Classificação de grupo de amostras de tensão utilizando a equação de reta decrescente

De forma semelhante ao critério citado anteriormente o terceiro método tem por objetivo de classificar grupos de amostras de tensão conforme a proximidade de seus valores com a referência, porém atribuindo maiores pesos aos índices inferiores a referência adotada, para tanto, foram utilizadas também duas retas, sendo que, uma apresenta ângulo ajustável para atribuir pesos às amostras de tensão de forma inversa ao critério apresentado ante-

Copyright © 2016 ISESC

riormente, conforme figura 04 é possível verificar um exemplo de aplicação da metodologia, onde são atribuídos pesos a dois valores de tensão simétricos em relação referência. A tensão de 0,97 PU é associada a um valor de 0,62 que resulta em uma distância em relação à referência de Δ_1=0,12 e o valor da tensão de 1,03 PU é relacionada a um índice de 0,27 resultando assim em Δ_2=0,23, é possível verificar que a menor distância está associada à tensão inferior a referência, tendo assim maior relevância no critério de escolha. E o quão menor será essa distância em relação à de um valor de tensão simetricamente acima da referência, depende exclusivamente da inclinação da reta.

3. Desenvolvimento do Aplicativo de Análise

Após a finalização do desenvolvimento da metodologia, foi criado um aplicativo na plataforma Microsoft Excel que possibilitou a avaliação do algoritmo através de estudos de casos.

3.1 Características do Aplicativo

Primeiramente, foi criada uma interface para inserir os dados de entrada do algoritmo. Nesta versão foi desenvolvido um sistema que possibilita a avaliação de até oito topologias, sendo que em cada uma é possível à inserção de até dez valores de tensão, na figura 05 é apresentada parte de tal interface.

Também foi desenvolvido um conjunto de telas que possibilitam realizar os ajustes das curvas referentes aos critérios apresentados e assim como os limites operacionais desejados, na figura 06 é ilustrada tal *interface.*

4. Avaliação do comportamento dos Algoritmos

A partir do desenvolvimento do aplicativo foram iniciados os testes de desempenho dos algoritmos, para tanto, foi desenvolvida uma rede de distribuição elétrica hipotética onde foi possível levantar dez níveis de tensão em diversas topologias.

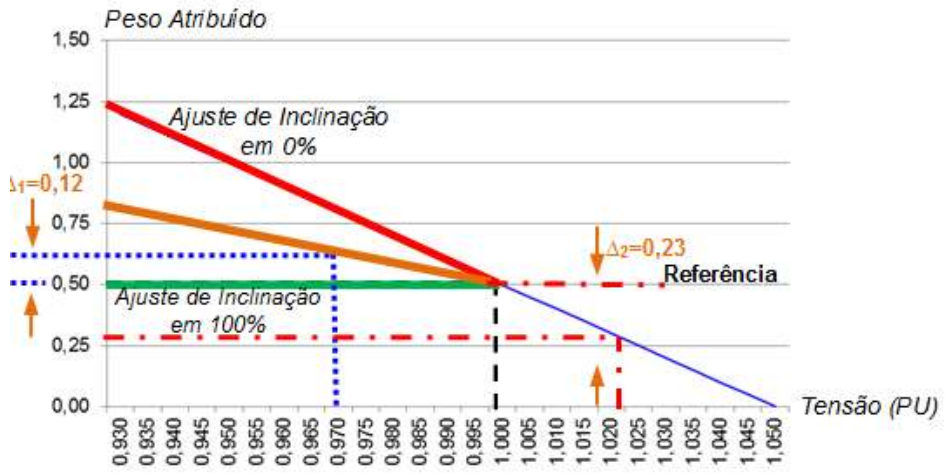


Figura 04. Classificação utilizando reta decrescente.

Topologia 1	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,75000
2	13,75000
3	13,75000
4	13,75000
5	13,75000
6	13,77000
7	13,77000
8	13,77000
9	13,77000
10	13,77000

Topologia 2	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,75000
2	13,75000
3	13,75000
4	13,75000
5	13,75000
6	13,86000
7	13,86000
8	13,86000
9	13,86000
10	13,86000

Topologia 3	
Barras	Valores medidos (kV)
1	14,05000
2	14,05000
3	14,05000
4	14,05000
5	14,05000
6	14,15000
7	14,15000
8	14,15000
9	14,15000
10	14,15000

Topologia 4	
Barras	Valores medidos (kV)
1	12,90000
2	12,90000
3	12,90000
4	12,90000
5	12,90000
6	12,94000
7	12,94000
8	12,94000
9	12,94000
10	12,94000

Figura 05. Interface para os dados de entrada.

Copyright © 2016 ISESC

Set Point	
kV	13,8

Limites de operação (PRODIST)	
Limite superior	12,834
Limite inferior	14,49

Escolha do peso percentual (%)	
Critério 2 (> 1 p.u.)	80
Critério 3 (< 1 p.u.)	80

Percentual de análise das topologias pelos critérios 2 e 3 (%)
100

Figura 06. *Interface* de parametrização e apresentação dos resultados.

4.1 Descrição da rede hipotética

Foi utilizado o programa denominado *ATPDraw* para desenvolver o modelo equivalente de uma rede de distribuição. No circuito em questão, se utilizou dois troncos alimentadores que representam uma rede com diversas chaves e cargas, o que possibilitou a simulação de diferentes topologias, o diagrama unifilar do modelo desenvolvido pode ser observado na figura 07, vale citar que, foi denominada como "barra 1" o ponto de conexão da carga 1, "barra 2" referente a carga 2 e assim sucessivamente.

4.2 Descrição do estudo de caso

Com a utilização da rede hipotética, foi possível levantar os dados necessários para avaliação do algoritmo em questão.

4.2.1 Definição dos casos

Para definição do estudo em questão foram desenvolvidos três casos com oito topologias, na tabela 01 foram apresentadas as características dos mesmos.

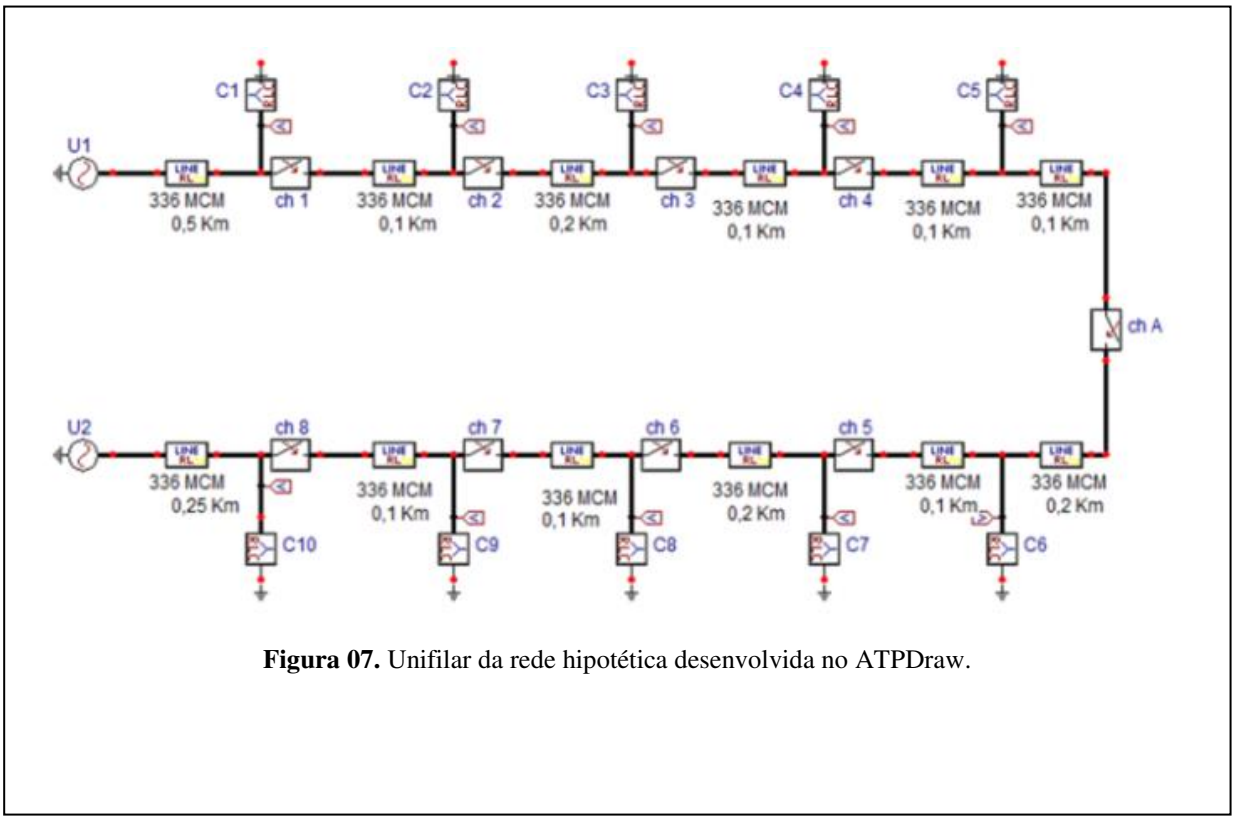


Figura 07. Unifilar da rede hipotética desenvolvida no ATPDraw.

Copyright © 2016 ISESC

Tabela 01. Características das cargas e fontes dos casos simulados.

		Caso		
		1	2	3
Fonte (PU)	1	1,00	1,01	1,02
	2	1,00	1,00	1,01
Carga (KVA) FP=0,92 indutivo	1	145	270	270
	2	145	250	250
	3	145	220	145
	4	145	220	95
	5	145	145	70
	6	145	145	70
	7	145	220	95
	8	145	220	145
	9	145	250	250
	10	145	270	270

4.2.1 Definição das Topologias

Para cada caso apresentado no item anterior foram simuladas oito diferentes topologias conforme ilustrado na tabela 02, vale citar que, as mesmas foram configuradas através das combinações de estados das chaves ch1, ch2, etc. do diagrama apresentado na figura 07.

4.3 Análise dos Resultados Obtidos nas Simulações

Os resultados obtidos das simulações e dos algoritmos foram apresentados nos itens descritos a seguir.

4.3.1 Análise dos Resultados do Caso 1

Os resultados obtidos nas simulações para o caso 1 foram apresentados na figura 8.

Tabela 02. Características das topologias dos casos simulados.

	ch 1	ch 2	ch 3	ch 4	ch 5	ch 6	ch 7	ch 8	ch A
Tpo 1	Desl	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado
Tpo 2	Ligado	Desl	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado
Tpo 3	Ligado	Ligado	Desl	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado
Tpo 4	Ligado	Ligado	Ligado	Desl	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado
Tpo 5	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Desl	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado
Tpo 6	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Desl	Ligado	Ligado	Ligado
Tpo 7	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Desl	Ligado	Ligado
Tpo 8	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Desl	Ligado

Topologia 1	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,79896
2	13,78561
3	13,78597
4	13,78646
5	13,78695
6	13,78928
7	13,79026
8	13,79259
9	13,79406
10	13,79553

Topologia 2	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,79798
2	13,79785
3	13,78842
4	13,78867
5	13,78904
6	13,79075
7	13,79161
8	13,79357
9	13,79467
10	13,79602

Topologia 3	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,79712
2	13,79663
3	13,79626
4	13,79087
5	13,79112
6	13,79222
7	13,79283
8	13,79442
9	13,79540
10	13,79651

Topologia 4	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,79614
2	13,79553
3	13,79467
4	13,79455
5	13,79320
6	13,79369
7	13,79418
8	13,79528
9	13,79602
10	13,79700

Topologia 5	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,79418
2	13,79320
3	13,79161
4	13,79099
5	13,79063
6	13,79001
7	13,79663
8	13,79700
9	13,79749
10	13,79798

Topologia 6	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,79319922
2	13,79197447
3	13,79001488
4	13,78928003
5	13,78866766
6	13,78756539
7	13,78732044
8	13,79797572
9	13,7980982
10	13,79846562

Topologia 7	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,79222
2	13,79087
3	13,78842
4	13,78757
5	13,78671
6	13,78499
7	13,78463
8	13,78426
9	13,79883
10	13,79896

Topologia 8	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,79124
2	13,78965
3	13,78695
4	13,78573
5	13,78475
6	13,78242
7	13,78193
8	13,78107
9	13,78095
10	13,79945

Figura 8. Valores de tensão obtidos na simulação do caso 1.

Copyright © 2016 ISESC

As simulações referentes ao caso 1 apresentaram resultados de tensão inferiores ao parâmetro definido pela referência em todas as topologias, sendo que tal índice é de 13,8 kV.

O aplicativo indicou que a topologia 4 obteve melhor classificação nos três métodos, na figura 9 são apresentados todos os valores das tensões em forma gráfica, assim como a referência adotada.

Como todos os valores foram inferiores a referência definida, portanto não existirá influência da inclinação das retas na diferenciação dos pesos para os critérios 2 e 3, portanto todos os resultados foram iguais. A topologia escolhida foi a que possuía valores mais próximos à referência adotada, conforme é possível verificar em destaque no gráfico apresentado na figura 9.

4.3.2 Análise dos Resultados do Caso 2

Os resultados obtidos nas simulações para o caso 2 foram apresentados na figura 10.

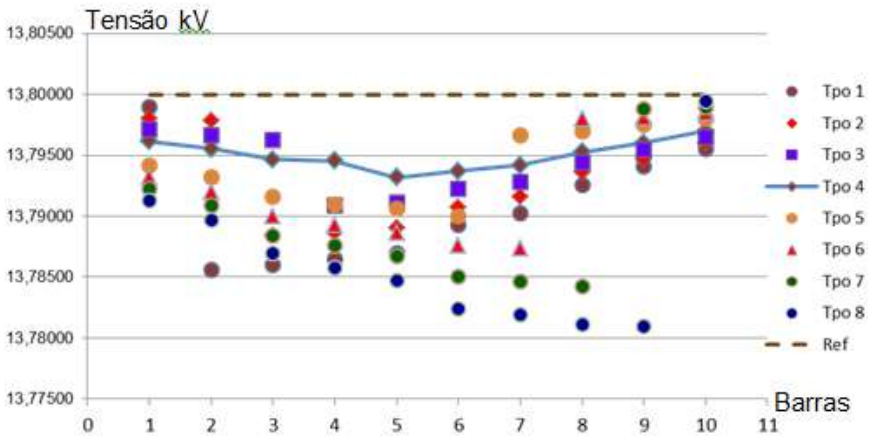


Figura 9. Gráfico referente às tensões da simulação do caso 1.

Topologia 1	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,79822
2	13,82033
3	13,82094
4	13,82167
5	13,78225
6	13,78258
7	13,82719
8	13,83025
9	13,78318
10	13,78336

Topologia 2	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,79651
2	13,79614
3	13,78252
4	13,78256
5	13,78261
6	13,82841
7	13,82838
8	13,83172
9	13,83307
10	13,83441

Topologia 3	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,78503633
2	13,78442386
3	13,78381159
4	13,82802342
5	13,82826837
6	13,83073807
7	13,83135044
8	13,78330651
9	13,78340449
10	13,78351471

Topologia 4	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,78369
2	13,80832
3	13,81729
4	13,81485
5	13,83186
6	13,83269
7	13,83307
8	13,83429
9	13,83502
10	13,83576

Topologia 5	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,81607
2	13,80259
3	13,78830
4	13,78769
5	13,78719
6	13,78671
7	13,83588
8	13,83613
9	13,83648
10	13,83686

Topologia 6	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,78074873
2	13,78828003
3	13,78707548
4	13,78621817
5	13,78560579
6	13,84626002
7	13,84381053
8	13,83686179
9	13,83688426
10	13,83722821

Topologia 7	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,80137
2	13,88545
3	13,86086
4	13,78512
5	13,84381
6	13,78281
7	13,78267
8	13,78242
9	13,83747
10	13,83759

Topologia 8	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,88647
2	13,80553
3	13,85238
4	13,78426
5	13,83401
6	13,81687
7	13,78132
8	13,78083
9	13,78083
10	13,83784

Figura 10. Valores de tensão obtidos na simulação do caso 2.

Copyright © 2016 ISESC

A simulação do caso 2 apresentou valores de tensão tanto abaixo como acima da referência, sendo que o resultado do aplicativo indicou que seria escolhida a topologia 1 conforme critérios 1 e 3 e a topologia 4 para o critério 2, na figura 11 são apresentados todos os valores das tensões em forma gráfica, assim como a referência adotada.
Analisando os resultados obtidos é possível citar:

- A escolha da topologia 1 pelo critério 1 foi realizada pelo algoritmo em virtude dos valores de tensão estarem mais próximos a referência;
- Em relação à definição da topologia 4 pelo critério 2 deu-se pela existência de uma maior quantidade de amostras que estão acima do valor adotado como referência;
- E finalmente a definição da topologia 1 pelo critério 3 foi resultado da associação de dois fatores, primeiro que os valores de tensão estão centralizados e de que existem quatro amostras com índices abaixo de referência em questão.

4.3.3 Análise dos Resultados do Caso 3

Os resultados obtidos nas simulações para o caso 3 foram apresentados na figura 12.

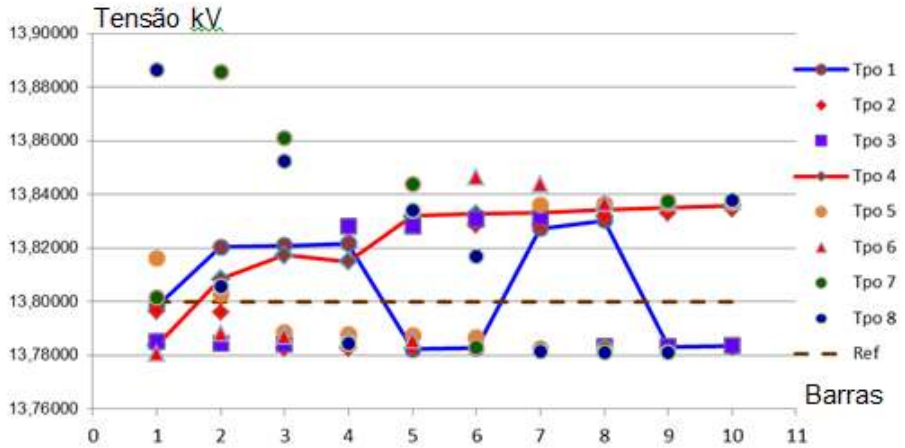


Figura 11. Resultado do aplicativo de análise para o caso 2.

Topologia 1	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,93625
2	13,91273
3	13,91335
4	13,91408
5	13,91518
6	13,91923
7	13,92094
8	13,92498
9	13,92743
10	13,93013

Topologia 2	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,93453
2	13,93429
3	13,91763
4	13,91800
5	13,91874
6	13,92180
7	13,92314
8	13,92657
9	13,92866
10	13,93098

Topologia 3	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,93269766
2	13,93208528
3	13,93135044
4	13,92228733
5	13,92265475
6	13,92461434
7	13,92559414
8	13,92828858
9	13,92988074
10	13,93196281

Topologia 4	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,93098
2	13,92988
3	13,92841
4	13,92804
5	13,92645
6	13,92743
7	13,92804
8	13,92988
9	13,93123
10	13,93294

Topologia 5	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,92792
2	13,92633
3	13,92363
4	13,92265
5	13,92204
6	13,92119
7	13,93196
8	13,93258
9	13,93331
10	13,93441

Topologia 6	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,92608403
2	13,92412444
3	13,92069516
4	13,91934794
5	13,91836814
6	13,91640855
7	13,91604113
8	13,93428983
9	13,93465725
10	13,9353921

Topologia 7	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,92425
2	13,92192
3	13,91776
4	13,91604
5	13,91469
6	13,91163
7	13,91090
8	13,91016
9	13,93588
10	13,93625

Topologia 8	
Barras	Valores medidos (kV)
1	13,92253
2	13,91984
3	13,91506
4	13,91298
5	13,91139
6	13,90722
7	13,90624
8	13,90477
9	13,90441
10	13,93711

Figura 12. Valores de tensão obtidos na simulação do caso 3.

Copyright © 2016 ISESC

As simulações referentes ao caso 3 apresentaram somente valores de tensão superiores ao parâmetro definido pela referência em todas as topologias.

O aplicativo indicou que a topologia 3 obteve melhor classificação nos três métodos, na figura 13 são apresentados todos os valores das tensões em forma gráfica, assim como a referência adotada.

Como todos os valores foram superiores a referência definida, não existirá influência da inclinação das retas na diferenciação dos pesos para os critérios 2 e 3, portanto todos os resultados foram iguais.

A topologia escolhida foi a que possui valores mais próximos à referência adotada, conforme é possível verificar no gráfico apresentado na figura 13.

4.4 Análises dos resultados

Após a simulação dos casos propostos, o algoritmo desenvolvido apresentou um comportamento coerente com as expectativas iniciais.

As topologias indicadas em cada um dos critérios foram, de fato, as que possuem as características buscadas. Com isso, conclui-se que o método baseado em distâncias através de equações de primeiro e segundo grau se mostrou eficiente para o objetivo proposto.

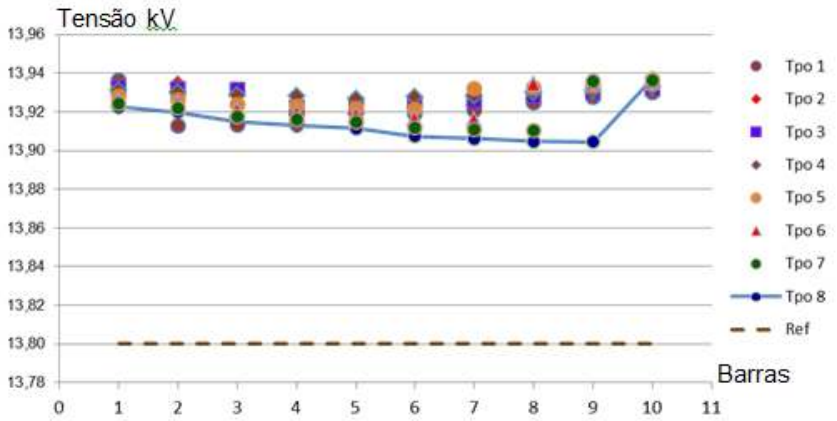


Figura 13. Resultado do aplicativo de análise para o caso 3.

5. Conclusões Finais

Ao final dos testes realizados foi possível concluir que a metodologia para avaliação de um conjunto de amostras de tensão baseada em distâncias ao valor adotado como referência pode ser considerada eficaz. Ao analisar as simulações realizadas, as topologias indicadas são, de fato, as que possuem as características que cada critério busca. Porém, deve ser ressaltado que todo o estudo realizado não se aplicou a rede de distribuição real, mostrando que o algoritmo desenvolvido é, a princípio, eficiente para redes reduzidas.

Referências

[1] ABRADEE. **Perdas na Distribuição: Baixa Tensão Altos Prejuízos**. Out. 2013. Disponível em<http://www.abradee.com.br/imprensa/artigos-e-releases/1018-perdas-na-distribuicao-baixa-tensao-altos-prejuizos-reportagem-especial-canal-energia> Acesso em 20 de março. 2016.

[2] SANTOS, A. C.. **Algoritmo Evolutivo Computacionalmente Eficiente para Reconfiguração de Sistemas de Distribuição**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos.

[3] FERREIRA, F. A. L.. **Metodologia para Reconfiguração de Redes de Distribuição Trifásicas Assimétricas e Não Balanceadas com Geração Distribuída**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUC, Porto Alegre.

[4] BENTO, E. P.; KAGAN, N. **Algoritmos Genéticos e Variantes na Solução de Problemas de Configuração de Redes de Distribuição.** Ago. 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ca/v19n3/06.pdf> Acesso em 6 de março. 2016.

Copyright © 2016 ISESC

[5] PRODIST. **Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/M%c3%b3dulo8_Revis%c3%a3o_7.pdf> 2016.

[6] ABNT. **NBR 5440 – Transformadores para Redes Aéreas de Distribuição**. Pg. 30. Jul. 1999.

[7] Coleção Elétrica. **As histórias e Personagens do Mundo das Instalações Elétricas**. Disponível em:<http://www.instalacoeseletricas.com/download/colecao_eletrica1.pdf> Acesso em 8 de maio. 2016.

[8] ISONI, M.. **Arranjos de Sistema de Distribuição Elétrica para Instalações de Médio e Grande Porte**. Disponível em <http://www.engeparc.com.br/cariboost_files/7-Sistemas_Distribuicao.pdf>Acesso em 9 de maio. 2016.

[9] SCHNEIDER. **Chave RL**. Disponível em: <http://www.schneider-electric.com.br/pt/product-range/1408-chave-rl> Acesso em 9 de maio. 2016.

[10] EATON. **Types NOVA 15, NOVA 27 & NOVA 38**. Disponível em: <http://www.cooperindustries.com/content/public/en/power_systems/products/overhead_distributionequipment/reclosers/three-phase_reclosers/types_nova_15_nova27_nova38.brands.nova.html> Acesso em 9 de maio. 2016.

Copyright © 2016 ISESC