

# Manutenção do Perfil de Tensão Dentro dos Limites Estabelecidos em Alimentadores com Altas Inserções de Geração Distribuída

Talisson de Souza Barbosa\*. Ernesto Ruppert Filho\*\*

\*Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil (e-mail:talissonssouza27@gmail.com)

\*\* Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil (e-mail:ruppert@unicamp.br)

---

**Abstract:** In recent years there has been a great growth in the use of Distributed Generation (DG) in the Brazilian electrical system, driven by the numerous incentives given by the government in order to diversify the Brazilian electrical matrix. However, the massive insertion of DG directly into the electricity distribution systems can cause numerous operational problems, such as, difficulty in maintaining voltage levels within the limits provided by law, considerable increase in short-circuit currents, difficulties in adjusting protection systems and increased losses. Thus, in this project it is proposed to study the impacts of the insertion of GD in the primary distribution system of the substation Interconnection in the city of Poços de Caldas, especially in the voltage profile in the bars of the same, since this problem has been shown to be more prominent. Therefore, an optimum power flow (FPO) algorithm was developed based on the interior points (PI) method, with the objective of reducing the active power losses of the system, where the main operational constraint will be the maintenance of the profile voltage within the limits established in PRODIST module 8.

**Resumo:** Nos últimos anos houve um grande crescimento na utilização de Geração Distribuída (GD) no sistema elétrico brasileiro, impulsionado pelos inúmeros incentivos dados pelo governo a fim de diversificar a matriz elétrica brasileira. No entanto, a inserção massiva de GD nos sistemas de distribuição de energia elétrica pode causar inúmeros problemas de ordem operacional, como, dificuldade em se manter os níveis de tensão dentro dos limites previstos em lei, aumento considerável nas correntes de curto-circuito, dificuldades em se ajustar os sistemas de proteção e considerável aumento nas perdas. Desta forma, neste projeto propõe-se o estudo dos impactos da inserção de GD no sistema de distribuição primária da subestação Interligação da cidade de Poços de Caldas, sobretudo no perfil de tensão nas barras da mesma, já que tal problema tem se mostrado mais proeminente. Sendo assim, foi elaborado um algoritmo de fluxo de potência ótimo (FPO) baseado no método de pontos interiores (MPI), com o objetivo de determinar os parâmetros de operação do sistema de distribuição para que o mesmo opere dentro dos limites de tensão dados pelo módulo 8 do PRODIST, ao mesmo tempo que mantém as perdas no sistema em um nível aceitável.

**Keywords:** Optimal Power Flow; Interior Points Method; Elevation of the voltage profile; Active Power Losses; Distributed generation.

**Palavras-chaves:** Fluxo de Potência Ótimo; Método dos Pontos Interiores; Elevação do Perfil de Tensão; Geração Distribuída.

---

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a resolução normativa ANEEL 482/2012 regulamentou a inserção de geração, a partir de fontes renováveis ou de cogeração qualificada, por consumidores conectados diretamente nos sistemas de distribuição de energia elétrica, conhecidos como geradores distribuídos (GD) (ANEEL, 2012). A resolução normativa ANEEL 687/2015, atualizou a anterior e instituiu que seriam considerados microgeradores distribuídos, estações geradores de até 75 kW de potência, provenientes de fontes renováveis ou de cogeração qualificadas, e que se consideraria minigeradores distribuídos, estações geradores de até 3 MW de potência

instalada, para fontes hídricas, e até 5 MW de potência instalada para cogeração qualificadas (ANEEL, 2015).

As resoluções normativas também instituíram o sistema de compensação de energia elétrica, onde, nos meses em que a energia gerada for maior do que a energia consumida, o consumidor fornecerá o excedente para a rede elétrica de distribuição e receberá créditos para posterior abatimento em sua fatura de energia elétrica, sendo possível, também, realizar o abatimento em outras estações consumidoras, que não possuam GD, onde as únicas exigências são que sejam do mesmo titular e estejam na área de cobertura da mesma empresa responsável pela distribuição.

Segundo (ANEEL, 2020), a potência instalada no Brasil, provinda de geradores distribuídos supera 2,2 GW, com mais de 180 mil unidades operando. Tais número são aproximadamente 3 vezes maiores que os do ano anterior, mostrando um crescimento significativo e importante para o setor.

O crescimento no volume de inserção de GD também se mostrou proeminente na cidade de Poços de Caldas, que conta com mais de 900 kW de potência instalada, com aproximadamente 120 geradores distribuídos, número quase 6 vezes maior que o ano anterior, mostrando a mesma tendência de crescimento acelerado em comparação com o restante do país. Os níveis de penetração de geração distribuídas estão crescendo tão rapidamente que, mesmo as projeções mais otimistas feitas pela ANEEL (MATTAR, 2019) ficaram abaixo da potência realmente instalada.

A cidade de Poços de Caldas é escolhida para esse estudo, pois, é uma cidade importante do Sul de Minas, tanto no campo do turismo como no campo industrial. E mostra proeminente elevação na conexão de GDs em seus alimentadores.

Desta forma pode-se observar que o nível de conexão de GD está crescendo de maneira muito rápida. E, com níveis altos de penetração de GD, o problema do perfil de tensão fora dos níveis especificados pode prejudicar a operação segura do sistema, como veremos adiante.

Neste trabalho, o problema da elevação do perfil de tensão em decorrência da alta penetração de GD será analisado e será proposta uma ferramenta de fluxo de potência ótimo (FPO), resolvido pelo método dos pontos interiores (MPI), desenvolvida em *MatLab*. Esta ferramenta, tem o intuito de auxiliar as distribuidoras na tomada de decisão referentes a operação segura do sistema, dentro dos padrões de perfil de tensão estabelecidos.

No Brasil, os limites do perfil de tensão para distribuição primária em 13,8 kV, que é o caso do alimentador C42 a ser estudado, deve estar entre 93 e 105 (ANEEL, 2018a).

## 2. O PROBLEMA DO PERFIL DE TENSÃO

O problema do perfil de tensão ocorre principalmente quando a potência do gerador distribuído é maior que a potência consumida pela unidade consumidora com GD e essa energia tem de ser escoada para a rede de distribuição. Este problema é um dos mais aparentes quando se trata de altas penetrações de GD e pode impossibilitar a operação com qualidade do sistema (ELRAYYAH et al, 2017; COSTER et al, 2011).

Como mostrado por AYRES (2010), quando o fluxo se dá do ponto de conexão da GD para a subestação, como mostrado na Figura 1. O aumento de tensão é tão maior quanto maior for o nível de injeção de potência ativa na rede, como é mostrado na equação 1 e 2.

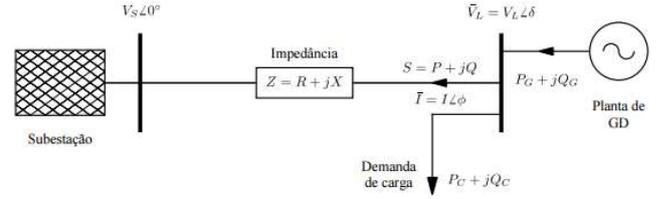


Fig. 1 Sistema de distribuição simplificado de duas barras com GD.

$$|\Delta \bar{V}| \cong \frac{RP + XQ}{V_L} \quad (1)$$

$$\Delta \bar{V} = \bar{V}_L - V_s \quad (2)$$

## 3. FLUXO DE POTÊNCIA ÓTIMO

O método de Fluxo de Potência Ótimo é um problema de programação matemática não linear e não convexo, que obtém a solução otimizada da operação do sistema de energia elétrica, dado um critério de desempenho, com um conjunto de restrições que definem a região de operação. Estas restrições estão relacionadas com o balanço de potência, limites operacionais de equipamentos e limites relacionados à qualidade de operação do sistema. O FPO é amplamente utilizado como ferramenta de planejamento da operação em sistemas de transmissão de energia elétrica, adquirindo informações que permitem identificar problemas operacionais, possibilitando o desenvolvimento de estratégias que melhorem a operação do sistema (STOTT et al, 1980; DOMMEL e TINNEY, 1968).

Variados métodos de otimização têm sido aplicados na resolução do FPO, onde, o método dos pontos interiores (PI) tem-se apresentado como uma estratégia bastante eficiente na resolução do problema (SALGADO et al, 1980; WU et al, 1994). Destacando-se, principalmente, na resolução de sistemas maiores (DHIVYA e VIGNESWARAN, 2013). Todavia, avaliações feitas por (MENG et al, 2016), abordando inserções massivas de GD nos sistemas de distribuição, mostraram que o método também resulta em convergência rápida para sistemas de pequeno e de médio portes.

Abaixo é formulada a resolução do problema do FPO via MPI. O critério de otimização utilizado, ou seja, a função objetivo a ser alcançada será a minimização das perdas de potência ativa no sistema

$$\min \sum_{\text{Ramos}} g_{km} [t_{km}^2 V_k^2 + V_m^2 - 2V_k V_m t_{km} \cos \theta_{km} + \varphi_{km}]$$

s. a.

$$P_k^{esp} - P_k = 0$$

$$Q_k^{esp} - Q_k = 0$$

$$P_k^{g.min} \leq P_k^c + P_k \leq P_k^{g.max}$$

$$Q_k^{g.min} \leq Q_k^c + Q_k \leq Q_k^{g.max}$$

$$\begin{aligned} V_k^{min} &\leq V_k \leq V_k^{max} \\ -P_{km}^{max} &\leq P_{km} \leq P_{km}^{max} \\ \theta_k &= 0 \end{aligned}$$

Onde:

- $P_k^{esp} = P_k^g - P_k^c$  – Injeção líquida de potência ativa na barra k. Característica constante da rede;
- $Q_k^{esp} = Q_k^g - Q_k^c$  – Injeção líquida de potência reativa na barra k. Característica constante da rede;
- $P^k = V_k \sum_{m \in k} V_m (G_{km} \cos \theta_{km} + B_{km} \sin \theta_{km})$ ;
- $Q^k = V_k \sum_{m \in k} V_m (G_{km} \sin \theta_{km} - B_{km} \cos \theta_{km})$ ;
- $P_{km} = t_{km}^2 V_k^2 g_{km} - t_{km} V_k V_m [g_{km} \cos(\theta_{km} + \phi_{km}) + b_{km} \sin(\theta_{km} + \phi_{km})]$ .

Na modelagem do FPO pelo MPI as restrições de desigualdade são transformadas em restrições de igualdade adicionando-se variáveis de folga, como pode ser visto abaixo.

$$\begin{aligned} P_k^c + P_k - P_k^{g,max} + s_{1k} &= 0 \\ -P_k^c - P_k + P_k^{g,min} + s_{2k} &= 0 \\ Q_k^c + Q_k - Q_k^{g,max} + s_{3k} &= 0 \\ -Q_k^c - Q_k + Q_k^{g,min} + s_{4k} &= 0 \\ V_k - V_k^{max} + s_{5k} &= 0 \\ -V_k - V_k^{min} + s_{6k} &= 0 \\ P_{km} - P_{km}^{max} + s_{7k} &= 0 \\ -P_{km} - P_{km}^{max} + s_{8k} &= 0 \end{aligned}$$

Para assegurar que a busca pelo ponto ótimo esteja sempre seguindo pelo interior da região factível de solução, utiliza-se na função objetivo uma barreira logarítmica, fazendo com que a cada iteração, a solução intermediária permaneça no interior da região factível. Como é mostrado abaixo genericamente.

$$\min f(x) - \mu \sum_{j=1}^m \ln s_j - \mu \sum_{j=1}^m \ln u_j - \mu \sum_{j=1}^m \ln l_j$$

$$\begin{aligned} s. a. \\ g(x) &= 0 \\ h(x) + s &= 0 \\ x - x^{max} + u &= 0 \\ x^{min} - x + l &= 0 \\ s &\geq 0 \\ l &\geq 0 \\ u &\geq 0 \end{aligned}$$

O Lagrangeano do problema acima, que o torna um problema irrestrito é o seguinte:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} \\ = f(x) - \mu \sum_{j=1}^m \ln s_j - \mu \sum_{j=1}^m \ln u_j - \mu \sum_{j=1}^m \ln l_j + \lambda_1^t f(x) \\ + \lambda_2^t [h(x) + s] + \lambda_3^t [x - x^{max} + u] + \lambda_4^t [x^{min} - x + l] \end{aligned}$$

- Onde  $\lambda$  são os multiplicadores de Lagrange.

A condição necessária de primeira ordem de KKT (Karush-Kuhn-Tucker) equivale a:

$$\nabla \mathcal{L}(x) = 0$$

O problema pode ser resolvido pelo método de Newton, da seguinte forma.

$$\begin{aligned} \nabla_x \mathcal{L}(x) &= 0 \\ \nabla_x \mathcal{L}(x) + \nabla_x^2 \mathcal{L}(x) \Delta x &= 0 \\ \Delta x &= -[\nabla_x^2 \mathcal{L}(x)]^{-1} \nabla_x \mathcal{L}(x) \\ [\nabla_x^2 \mathcal{L}(x)] \Delta x &= -\Delta_x \mathcal{L}(x) \end{aligned}$$

Com objetivo de auxiliar as empresas de distribuição, que possuam em sua rede alta penetração de geração distribuída e, conseqüentemente, dificuldade na manutenção do perfil de tensão dentro dos níveis predeterminados pela ANEEL. Foi desenvolvida uma ferramenta de Fluxo de Potência Ótimo (FPO), resolvido pelo Método dos Pontos Interiores (MPI), onde, a manutenção do perfil de tensão é a principal restrição operativa a ser atendida, mantendo-se sempre as perdas de potência ativa dentro de limites aceitáveis.

#### 4. RESULTADOS

O alimentador a ser estudado neste trabalho é mostrado na Fig. 2. O alimentador C42, composto de 17 barras, onde, seu circuito é mostrado na Figura 5. Já a Figura 3 mostra a curva de demanda do mesmo. As simulações se concentrarão nos pontos extremos de operação, sendo o de demanda máxima igual a 3,8 MW e o de demanda mínima 1 MW.

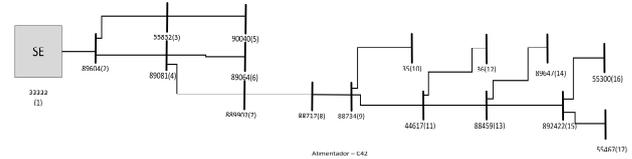


Fig. 2. Alimentador C42 da SE Interligação Poços de Caldas.



Fig. 3 Curva de demanda do Alimentador C42.

Para se saber qual é o nível de penetração que acarreta a operação fora dos padrões estipulados, utilizou-se de variados fluxos de potência, onde foi feito um *loop* de incremento de potência de 100 kW e limite de 5 MW. Onde, a GD opera com FP unitário, pois, a compensação é feita em termos de potência ativa e, desta forma, as barras não possuem, em princípio, qualquer forma de suporte de reativos (modelada como barra PQ). As barras elencadas foram a 90040 (5 no gráfico), 55300 (16 no gráfico) e 88717 (8 no gráfico).

A Fig. 4 mostra o resultado obtido através dos repetidos fluxos de potência, para o caso de máxima demanda do alimentador, que no caso do problema da elevação de tensão é a melhor

condição. Pois, como comprovado pela equação 1, quanto maior for o consumo, próximo ao ponto de conexão da GD, menor serão seus efeitos sobre a elevação de tensão neste ponto. Neste caso, o maior valor de tensão encontrado foi de 1,499 pu na barra 16, que está dentro dos padrões estipulados pelo PRODIST. Também na Fig. 4 é mostrado o caso base, que diz respeito a operação sem nenhuma penetração de GD.

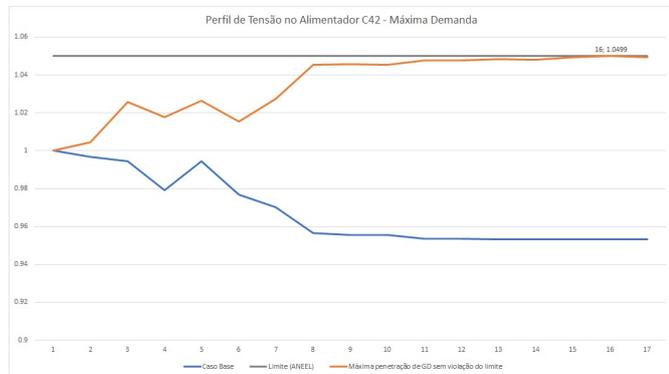


Fig. 4. Perfil de Tensão no Alimentador C42 – caso de máxima demanda – Inserção de 5MW nas barras 5 e 16 e 3,42 MW na barra 8.

Mantendo o mesmo nível de penetração, no entanto, agora com o alimentador operando com demanda mínima, que é o pior caso, segundo a equação 1. A Fig. 5 mostra os níveis de tensão nesta situação, podendo-se observar que os níveis de tensão extrapolaram bastante o especificado, chegando próximo a 1,08 pu, prejudicando a qualidade da energia fornecida aos consumidores.

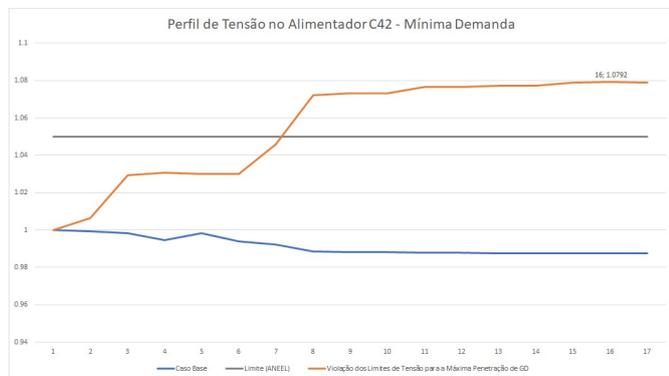


Fig. 5. Perfil de Tensão no Alimentador C42 – caso de mínima demanda - Inserção de 5MW nas barras 5 e 16 e 3,42 MW na barra 8.

Uma alternativa para a manter o perfil de tensão de tensão dentro dos limites operacionais, seria as barras onde há conexão de GD poderem dar suporte de reativos, pois, como visto na equação 1, para dado valor de inserção de potência ativa, se a barra consumir o mesmo valor em reativos a tensão na mesma não será alterado. No entanto a legislação vigente não prevê nenhuma compensação financeira para que os geradores distribuídos operem fora do seu fator de potência unitário, o que torna difícil utilizar este tipo de correção como a única forma de se manter o perfil de tensão dentro estipulado. A Fig. 6 mostra o perfil de tensão do alimentador, onde as barras que possuem GD foram modeladas como barras PV, ou

seja, que possuem suporte de reativos. Nesta imagem é possível observar que, com esta estratégia consegue-se manter o perfil de tensão dentro do esperado, no entanto seu efeito sobre as perdas do sistema, que serão comentadas posteriormente, mostram que esta alternativa não possui grande eficiência.

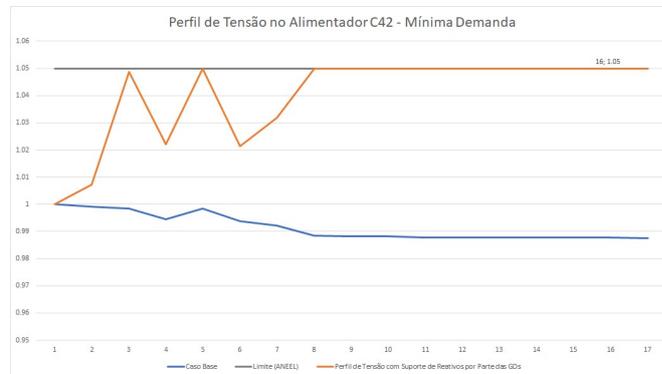


Fig. 6: Perfil de Tensão no Alimentador C42 – GD com suporte de reativos

Aplicando a ferramenta de FPO, para o caso de mínima demanda, impondo como restrição principal a manutenção do perfil de tensão dentro dos limites operacionais, onde se almeja encontrar a alternativa mais viável economicamente por parte da distribuidora para se manter o perfil de tensão dentro dos limites estabelecidos, mas ainda sim mantendo as perdas em níveis aceitáveis do ponto de vista de eficiência energética e econômica, já que segundo (ANEEL, 2018b), os consumidores juntamente com as distribuidora irão arcar com o custo das perdas no sistema. Desta forma, como dito anteriormente a Função objetivo do FPO será a redução das perdas de potência ativa no sistema.

A Fig. 7 mostra os resultados obtidos com a ferramenta de FPO (curva amarela) proposta, com ela pode-se obter o estado operativo otimizado dentro dos parâmetros de tensão estipulados de 1,05pu. Para tanto o tap da Subestação Interligação, a qual o alimentador C42 faz parte, foi reduzido a 0,9688 pu, que é a alternativa mais economicamente viável, já que não necessita de nenhum equipamento novo. A ferramenta de FPO pode ser utilizada ciclicamente dentro do período operativo dado pela curva de carga da Fig. 3, mostrando assim qual deverá ser o valor do tap em todos os períodos de operação crítica.

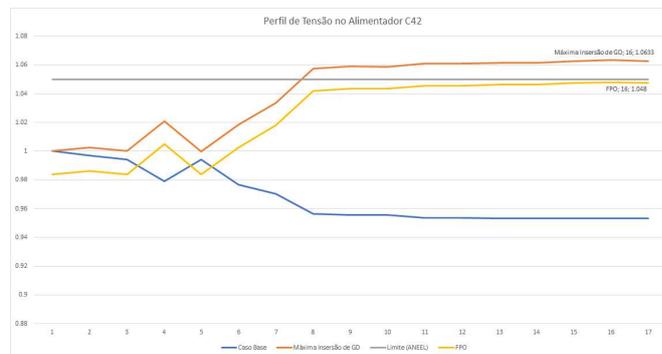


Fig. 7. : Perfil de Tensão no Alimentador C42 – FPO

Quanto ao alcance da função objetivo, a Tabela 1, mostra que o método utilizando o FPO é realmente mais eficiente do ponto de vista das perdas elétricas e que a função objetivo foi realmente alcançada.

**Tabela 1. Perdas de Potência Ativa**

	MW
Suporte de reativos	0,9067
FPO	0,7956

Outro ponto a se destacar é que, para a manutenção do perfil de tensão através da compensação de reativos por parte do gerador distribuído acarreta em uma aquisição de equipamentos mais robustos por parte do mesmo, que poderiam inviabilizar o empreendimento. Tendo como exemplo a barra 16, para que a mesma possa manter a tensão no ponto de conexão em 1,05 pu, a mesma terá de consumir 4,056 MVar, que resultaria em um equipamento com 35% mais capacidade de potência aparente.

## 5. CONCLUSÕES

A ferramenta de FPO proposta, como visto, realmente auxiliou na manutenção de perfil de tensão e na redução das perdas de energia elétrica. Fazendo com que o sistema opere de maneira mais economicamente eficiente. Tanto a distribuidora, quanto o consumido com GD são favorecidos, pois, a distribuidora pode postergar reforços na rede, como cabeamento e suportes de reativos e o gerador distribuído não necessita investir em um equipamento de potência aparente e mais complexo, para a manutenção da tensão no ponto de conexão.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por todas as bênçãos em minha vida. Ao meu Orientador, Prof. Dr. Ernesto Ruppert Filho pelo apoio em todas as horas difíceis, por todas as palavras de incentivo e atenção. À CAPES pelo financiamento da bolsa de estudos sem a qual seria impossível a realização do mesmo. A minha família por serem sempre o meu porto seguro.

## REFERÊNCIAS

ANEEL. Geração Distribuída. Brasília: Aneel, 2019. Disponível em: < <https://bit.ly/2H3o0OQ>>. Acesso em: 2/2019

ANEEL. PRODIST – MÓDULO 7: Cálculo de Perdas na Distribuição. Brasília: Aneel, 2018.

ANEEL. PRODIST – MÓDULO 8: Qualidade da Energia Elétrica. Brasília: Aneel, 2018. Disponível em: <<http://bit.do/e6ifK>>. Acesso em: 12/2019.

ANEEL. Resolução Normativa nº 482/12, 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em:

<<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>> Acesso em 01/20.

ANEEL. Resolução Normativa nº 687/15, 2015. Altera a Resolução Normativa ANEEL nº 482/12, de 17 de abril de 2012 e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição. Disponível em: <[www2.aneel.gov.br/cedo/ren2015687.pdf](http://www2.aneel.gov.br/cedo/ren2015687.pdf)>. Acesso em 01/20.

AYRES, Hugo Murici. Desenvolvimento De Metodologias De Análise De Geradores Distribuídos Em Sistemas De Distribuição De Energia Elétrica. 2010. 191 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Unicamp, Campinas, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/261207>>. Acesso em: 1 maio 2019

COSTER, E. J. et al., 2011, “Integration Issues of Distributed Generation in Distribution Grids,” Proceedings of the IEEE, pp. 28-39,

DOMMEL, H. W.; TINNEY, W. F. *Optimal Power Flow Solutions. IEEE Transactions on PAS*, PAS-87(n. 10):pp. 1866–1876, Outubro 1968.

ELRAYYAH, A. Y. et al., 2017, “Simplified Approach to Analyze Voltage Rise in LV Systems With PV Installations Using Equivalent Power Systems Diagrams”, IEEE Transactions on Power Delivery (Volume: 32, acesso em 1/2019)

MATTAR, Carlos Alberto Calixto. Geração Distribuída no Brasil: regulação atual e desafios. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE MIRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA, 1., 2018, Brasília. Geração Distribuída no Brasil: regulação atual e desafios. Brasília: Aneel, 2018. p. 1 - 10. Disponível em: < <https://bit.ly/2SilFEE> >. Acesso em: 12/2019.

MENG, FANJUN; CHOWDHURY, BADRUL; CHAMANA, MANOHAR. Three-Phase Optimal Power Flow for Market-based Con-trol and Optimization of Distributed Generations. IEEE Transactions on Smart Grid, VOL. PP: pp. 1-1. December, 2016.

S., DHIVYA; T., VIGNESWARAN. Primal Dual Interior Point Algorithm for Constrained Economic Load Dispatch and Optimal Power Flow. International Conference on Power, Energy and Control. IEEE, 2013.

SALGADO, R.; BRAMELLER, A.; AITCHISON, P. Optimal power flow solutions using the gradient projection method. II. Modelling of the power system equations. IEE Proceedings on Generation, Transmission and Distribution, vol. 137(n. 6):pp. 429–435, 1990.

STOTT, B.; ALSAC, O.; MARINHO, J. L. *The Optimal Power Flow Problem, In: Erisman, A. M. et al. (editores), Electric Power Problems: The Mathematical Challenge. SIAM, 1980.*

WU, Y.; DEBS, A.; MARSTEN, R. A Direct Nonlinear Predictor-Corrector Primal-Dual Interior Point Algorithm for Optimal Power Flows. IEEE Transactions on PWRs, vol. 9(n. 2), Maio 1994.

## APÊNDICE A

A Tabela 2 mostra dos dados do sistema simulado.

**Tabela 2. Dados do Alimentado C42**

Barra	Nome	Pg(MW)	Qg(MVar)	Barra k	Barra m	R(pu)	X(pu)
33333	ref--sat	0	0	33333	89604	0.0612	0.0664
89604	carga-01	0.081	0.03	89604	55832	0.4941	0.5359
55832	carga-02	0.207	0.083	89604	89081	0.3928	0.426
89081	carga-03	0.267	0.109	55832	90040	0.0151	0.0164
90040	carga-04	0.151	0.06	89081	889902	0.2332	0.2529
89064	carga-05	0.158	0.062	89081	89064	1.0923	1.1847
889902	carga-06	0.242	0.098	889902	88717	0.389	0.4219
88717	carga-07	0.189	0.076	88717	88734	0.025	0.0271
88734	carga-08	0.14	0.055	88734	35	0.0333	0.0361
35	carga-09	0.323	0.132	88734	44617	0.085	0.0922
44617	carga-10	0.161	0.064	44617	36	0.0097	0.0106
36	carga-11	0.568	0.237	44617	88459	0.0159	0.0173
88459	carga-12	0.365	0.15	88459	89647	0.0115	0.0125
89647	carga-13	0.224	0.091	88459	892422	0.0322	0.0349
892422	carga-14	0.175	0.07	892422	55300	0.0092	0.01
55300	carga-15	0.158	0.062	892422	55467	0.0498	0.054
55467	carga-16	0.095	0.036				