

## TRABAJO

Título	<b>Um Novo Modelo de Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição para Atender as Exigências Regulatórias Brasileiras.</b>
--------	---

Registration Nº: (Abstract)	181
-----------------------------	-----

Empresa o Entidad
Daimon Engenharia e Sistemas

Autores del Trabajo		
Nombre	País	e-mail
André Meffe	Brasil	<a href="mailto:andre.meffe@daimon.com.br">andre.meffe@daimon.com.br</a>
Marcus Rodrigo Carvalho	Brasil	<a href="mailto:marcus@daimon.com.br">marcus@daimon.com.br</a>
Mário Miguel Filho	Brasil	<a href="mailto:mario@daimon.com.br">mario@daimon.com.br</a>
Alden Uehara Antunes	Brasil	<a href="mailto:alden@daimon.com.br">alden@daimon.com.br</a>
Carlos Cesar Barioni de Oliveira	Brasil	<a href="mailto:barioni@daimon.com.br">barioni@daimon.com.br</a>

Palabras Clave
Plano de investimentos, Priorização de Obras, Método de Otimização, Programação em Dois Níveis

O planejamento da expansão do sistema distribuição de energia elétrica é uma tarefa extremamente complexa. Em um ambiente fortemente regulado, como é o caso do Brasil, muitas vezes há objetivos conflitantes. De um lado, os consumidores exigem níveis de qualidade cada vez mais elevados. Por outro lado, as concessionárias precisam realizar investimentos em expansão para atender ao crescimento do mercado, algumas vezes com restrições orçamentárias. E o órgão regulador estabelece as exigências de níveis de qualidade que devem ser cumpridas pelas distribuidoras, além de arbitrar os investimentos realizados que poderão ser repassados para as tarifas dos consumidores, estabelecendo o conceito de “investimentos prudentes”.

Recentemente, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL –, o órgão regulador brasileiro, publicou um conjunto de documentos que normatizam e padronizam as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia – PRODIST. O PRODIST é composto de oito módulos e um deles estabelece as diretrizes para o planejamento da expansão do sistema de distribuição.

Entre os aspectos que devem ser contemplados estão as perdas, previsão de demanda em horizonte de 5 anos, utilização de curvas típicas de carga, níveis de tensão e de carregamento, confiabilidade. Ao longo do horizonte de planejamento e com o crescimento da carga, a qualidade do fornecimento pode se deteriorar. Assim, o planejador deve propor obras com o objetivo de manter o atendimento dos critérios técnicos mencionados durante a expansão da rede. Entretanto, devido ao orçamento restrito, nem todas as obras propostas podem ser executadas, de modo que há necessidade de priorizar as obras propostas seguindo critérios técnico-econômicos para distribuir o orçamento previsto entre as diversas regionais da empresa.

O objetivo deste artigo é apresentar as exigências impostas pelo órgão regulador e um novo modelo de planejamento que contemple todos os aspectos constantes do PRODIST, além de apresentar a ferramenta computacional desenvolvida que utiliza o modelo proposto.

### INTRODUÇÃO

É imprescindível que as concessionárias de energia elétrica lancem mão das mais atuais ferramentas disponíveis e inovem na maneira de obter resultados, visando o melhor aproveitamento de sua infra-estrutura e o melhor suporte possível para a tomada de decisões. A partir desta premissa o planejamento dos sistemas elétricos adquire um papel fundamental, sendo responsável pela análise de projetos que devem ser elegíveis segundo critérios técnicos e de benefício/custo.

Com a nova regulamentação do setor elétrico brasileiro, em especial o Módulo 2 – Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição – do PRODIST – Procedimentos de Distribuição [1] –, tornou-se obrigatório o envio do Plano de Obras do Sistema de Distribuição de Média Tensão através do PDD – Plano de Desenvolvimento da Distribuição. Para elaborar um plano eficiente técnico-economicamente devem-se considerar os ganhos nos indicadores técnicos, de forma a se atender as metas e valores limites estabelecidos no PRODIST, bem como analisar os custos necessários para melhorias adicionais, garantindo assim investimentos “prudentes” e o reconhecimento destes na parcela que formará a base de remuneração.

Esse novo cenário obrigou as concessionárias a observarem outros aspectos para a alocação e priorização de seus investimentos, além dos tradicionais. Fatores como recursos financeiros e os índices de continuidade passaram a ser decisivos sobre quando, onde e como se deve intervir no sistema de distribuição.

Para realizar o plano de obras, sob um montante de investimentos específico, foi desenvolvido um software que engloba um novo conceito de módulos de obras, alinhado ao PDD, além de uma metodologia matemática que permite a comparação entre as alternativas de obras propostas e classificar as melhores delas para atender ao objetivo do planejamento, que são melhorias do sistema que garantam um nível mínimo de qualidade de serviço (continuidade e faixa de regulação de tensão), respeitando o limite orçamentário aprovado pela empresa.

O problema de priorização de obras apresenta, por definição, o objetivo de obter a máxima melhoria no fornecimento de energia, com menor investimento possível através da realização de um conjunto de obras. Esses objetivos são conflitantes entre si, isto é, é impossível melhorar um sem deterioração do segundo. Portanto desenvolveu-se um método multi-critério, sendo assim possível dar prioridades para cada indicador técnico. O modelo de priorização desenvolvido está associado a uma metodologia multi-

objetivo, que utiliza o conceito de soluções dominadas e não-dominadas para determinar o conjunto ótimo de Pareto. O algoritmo de classificação proposto [2][3], foi utilizado para encontrar os conjuntos de solução. A otimização pode ser feita pelo modo clássico, ou seja, um único objetivo, como minimizar investimento. Isso, através de otimização linear inteira (PLI).

Também foram aplicados procedimentos heurísticos com o objetivo de limitar o número das possíveis combinações de soluções, pois um número muito elevado poderia inviabilizar a solução do problema.

Dessa forma torna-se possível justificar os investimentos de forma eficaz, consolidando a maximização do lucro à realidade regulatória, e trazendo assim maior segurança aos investidores.

O modelo desenvolvido garante a otimização dos recursos aplicados na melhoria dos sistemas, através de um algoritmo eficiente e robusto, com baixo tempo de execução.

### PROPOSIÇÃO DAS OBRAS

O modelo de planejamento trata, basicamente, de obras de expansão, caracterizadas como ações de reforço e melhoria que propiciam acréscimo adicional de capacidade de atendimento ao sistema elétrico. Neste contexto, são definidos os tipos de obras possíveis de serem contempladas nas simulações de planejamento, constituídos por conjuntos de módulos estruturais requeridos para sua instalação efetiva no sistema de distribuição.

É possível realizar projeção da demanda máxima de cada componente elétrico (subestações, alimentadores e equipamentos conectados a rede de distribuição) para cada ano do período de planejamento. Em seguida, deve-se realizar o diagnóstico da rede executando o fluxo de potência, que apresenta como resultado para cada ano de planejamento, as respectivas condições de carregamento dos alimentadores e transformadores de força das subestações, bem como o perfil de conformidade nos alimentadores primários, fornecendo as informações necessárias para indicação de necessidades de obras de reforço no sistema elétrico.

### Alternativas de Obras

O aplicativo desenvolvido permite efetuar o diagnóstico do sistema elétrico em cada ano do período de planejamento, viabilizando a geração das *alternativas de obras* cabíveis para resolução das violações de critérios técnicos identificados (basicamente, carregamento de transformadores de força e alimentadores; queda de tensão máxima nos circuitos). Esse procedimento foi concebido para apresentar elevado grau de flexibilidade nas quais não

haverá limitação no que tange aos seguintes aspectos:

- indicação da quantidade de alternativas;
- competição entre alternativas individualizadas;
- eventual consideração de alternativas que incluem obras concorrentes;
- conceito de definição abrangente que permita estabelecer alternativas constituídas por conjuntos de diversas obras.

Os Planos de Obras são compostos por um conjunto de alternativas, como mostrado na Figura 1. Dessa forma, o planejador pode criar as alternativas para em seguida compará-los. Dois planos de obras podem compartilhar algumas alternativas em comum como as alternativas 10 e 11 derivadas da 4.

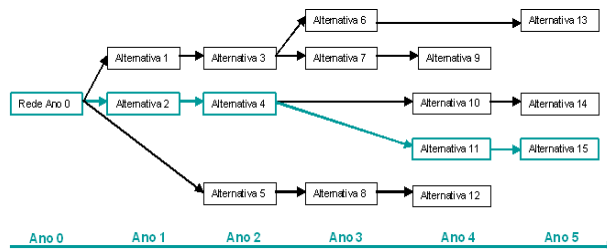


Figura 1 – Formação do plano de obras através do conceito de alternativas

### Custos Modulares

Além da proposição de obras distintas dentro da mesma alternativa é possível atribuir a elas:

- Custo Modular: Refere-se a uma unidade de custo de compra e de instalação do equipamento;
- Taxa anual de operação e manutenção (O&M): Representa um valor percentual anual aplicado ao investimento associado ao custo modular e exprime a cobertura das despesas de O&M;
- Taxa anual de depreciação: Representa um valor percentual anual aplicado ao investimento associado ao custo modular e que exprime a sua depreciação. São utilizados os valores indicados na Resolução ANEEL 240/2006.

Os cadastros dos custos modulares e das taxas estão alinhados ao PDD. O custo modular de cada obra é calculado através de parâmetros médios e podem ser atualizados caso seja necessário.

### Valoração dos Benefícios

Para tornar o conjunto de obras distintas passíveis de comparação e, desse modo, de priorização foram avaliados diversos indicadores técnicos, econômicos e comerciais a serem contemplados no cálculo dos benefícios no horizonte de planejamento. A valoração é obtida pela soma das parcelas a seguir:

- Perdas:

$$B_P = \Delta E_P \cdot C_C + \Delta D_P \cdot C_{ME} \quad (1)$$

Na qual:

$B_P$ : Benefício em perdas técnicas [\\$];  
 $\Delta E_P$ : Variação das perdas de energia [MWh];  
 $C_C$ : Custo de compra [\$/MWh];  
 $\Delta D_P$ : Variação das perdas de demanda [MW];  
 $C_{ME}$ : Custo Marginal de Expansão [\$/MW].

- Tensão:

$$B_T = \Delta E_V \cdot C_L + \Delta D_V \cdot C_L \quad (2)$$

Na qual:

$B_T$ : Benefício com aumento do nível de tensão (ganho de mercado) [\\$];  
 $\Delta E_V$ : Variação da energia consumida [MWh];  
 $C_L$ : Custo líquido (venda menos compra) [\$/MWh];  
 $\Delta D_V$ : Variação de demanda [MW];  
 $C_{ME}$ : Custo Marginal de Expansão [\$/MW].

- Carregamento:

$$B_C = \Delta E_T \cdot C_C + \Delta D_T \cdot C_{ME} + \Delta D_{TR} \cdot C_{ME} \quad (3)$$

Na qual:

$B_C$ : Benefício de carregamento (demanda reprimida) [\\$];  
 $\Delta E_T$ : Variação de energia no trecho com maior carregamento [MWh];  
 $C_C$ : Custo de compra de energia [\$/MWh];  
 $\Delta D_P$ : Variação de demanda no trecho com maior carregamento [MW];  
 $C_{ME}$ : Custo Marginal de Expansão [\$/MW];  
 $\Delta D_{TR}$ : Variação de demanda no transformador da SE [MW].

Os benefícios de perdas e carregamento são calculados a partir do ano da proposição até o horizonte de estudo considerando o crescimento de mercado. A partir desse ponto congela-se o crescimento do mercado e extrapola-se o benefício do último ano até a vida útil contábil do equipamento proposto. Já para a queda de tensão, o benefício é calculado pelo ganho de mercado, ou seja, apenas para o ano em que a obra foi proposta. Em todos os casos os benefícios são calculados através da melhoria (diferença) entre a rede com e a rede sem proposição de obras.

O benefício econômico auferido pelas obras foi equacionado num contexto integrado, agregando-se as valorações de todos os indicadores melhorados. Assim, todas as obras são trazidas para o mesmo patamar e podem ser comparadas entre si.

### Indicadores Econômicos

Os índices de mérito a seguir são utilizados para avaliação do conjunto de obras passível de

priorização no sistema de distribuição.

### Taxa de Rentabilidade Inicial do Investimento - TRII

Este índice de mérito combina o benefício econômico auferido pelas obras no ano inicial de operação, com o custo anual correspondente. A formulação deste índice é dada por (4):

$$TRII = \frac{BT \text{ 1º ano}}{CA} \quad (4)$$

$$CA = I \cdot FRC$$

Na qual,

*BT 1º ano*: Benefício econômico total auferido pelas obras no 1º ano de operação [\$];

*CA*: Custo Anualizado (durante a vida útil da obra), referente ao respectivo investimento global [\$];

*I*: Investimento total associado à obra [\$];

*FRC*: Fator de recuperação do capital.

### Relação Benefício/Custo

O cálculo do índice técnico-econômico de benefício/custo realizado pelo módulo de planejamento da expansão contempla horizontes de estudos pré-definidos pelo usuário, basicamente, alinhado com o período de tempo no qual estarão disponíveis informações topológicas confiáveis referentes às redes de distribuição. O índice benefício/custo pode ser calculado como em (5):

$$B/C = \frac{BEN_{pres}}{INV_{pres}} = \frac{\sum_{a=1}^{AR} \frac{ben_a}{(1+i)^a}}{\sum_{a=1}^{AR} \frac{inv_a}{(1+i)^a}} \quad (5)$$

Na qual,

*INV<sub>pres</sub>*: Investimento total na data presente [\$];

*BEN<sub>pres</sub>*: Benefício total na data presente [\$];

*Inv<sub>a</sub>*: Investimento total para o ano *a* [\$];

*ben<sub>a</sub>*: Benefício total para o ano *a* [\$];

*i*: Taxa de atualização do capital;

*n*: Ano da análise;

*AR*: Ano limite para análise;

*B/C*: Índice benefício/custo.

### Período de Retorno

O cálculo do período de retorno, diferentemente da avaliação do índice de (benefício/custo), utiliza um período igual à vida útil dos equipamentos envolvidos na análise. Isto é feito de acordo com as seguintes considerações:

- Os Benefícios e Investimentos para os anos de análise são calculados através dos dados topológicos de redes;
- Os Investimentos anualizados para os anos subsequentes ao ano de referência (limite para análise) são obtidos por extrapolação sendo iguais

ao deste último;

- Os Benefícios são extrapolados de acordo com os benefícios totais do ano de referência adicionados de um crescimento anual linear referente ao crescimento de cargas para a extrapolação. Este crescimento somente será realizado para *i* períodos subsequentes ao ano de referência.

O cálculo do investimento total, com extrapolação para um período igual ao da vida útil dos equipamentos, na data presente é realizado segundo a equação abaixo.

$$IEXT_{pres} = \sum_{n=1}^{VIDA \text{ UTIL}} \frac{inv_a}{(1+i)^n} \quad (6)$$

Na qual,

*IEXT<sub>pres</sub>*: Investimento total na data presente por extrapolação [\$];

*inv<sub>a</sub>*: Investimento total para o ano *a* [\$];

*i*: Taxa de atualização do capital;

*n*: Ano da análise.

O cálculo do período de retorno, finalmente, é realizado segundo a lógica:

$$\begin{cases} \text{enquanto } \sum_{n=1}^{VIDA \text{ UTIL}} \frac{ben_n}{(1+j)^n} < IEXT_{pres}, P_{retorno} = 21 \\ \text{caso contrário, } P_{retorno} = n \text{ e finaliza-se o processo} \end{cases} \quad (7)$$

Na qual:

*Ben<sub>n</sub>*: Benefício total do ano *a* com extrapolação [\$];

*i*: Taxa de atualização do capital;

*n*: Ano da análise;

*P<sub>retorno</sub>*: Período de retorno do investimento total.

### Custos Marginais de Expansão:

Pode-se inferir que um sistema de tarifas de energia elétrica construída com base nos custos marginais proporcionará o ótimo para a sociedade. Além disso, as tarifas formadas a partir dos custos marginais:

- Fornecem o sinal econômico adequado para o mercado relativo ao custo de seu atendimento – eficiência;
- Respeitam o princípio de igualdade de tratamento ou de neutralidade entre os usuários.

A metodologia implementada foi o cálculo através do Custo Incremental Médio de Longo Prazo (CIMLP): “Aproximação do custo marginal com base no custo médio da expansão prevista”.

$$CIMLP = \sum_{a=1}^h \frac{\Delta Ia \cdot (1+j)^{-a}}{\Delta Pa \cdot (1+j)^{-a}} \quad (8)$$

Na qual:

*a*: Ano de estudo;

*h*: Horizonte de estudo;  
*ΔIa*: Investimentos no sistema para o ano *a* [\$];  
*ΔPa*: Acréscimo de demanda para o ano *a* [MW];  
*j*: Taxa de atualização do capital (%).

## METODOLOGIA

Conhecido o custo das alternativas e o correspondente benefício econômico auferido (ambos globais e anualizados), viabilizou-se a criação dos módulos de otimização mono e multi-objetivo. No processo de otimização com um único objetivo o planejador têm como resultado a melhor solução que, por exemplo, minimize o investimento ou a relação Custo/Benefício. Nesse processo é utilizado um algoritmo de otimização linear e inteiro (PLI) para encontrar a melhor solução. O software gera uma formulação padrão, que pode ser visualizada em um arquivo de log e o algoritmo de enumeração implícita implementado resolve o problema. O método de enumeração baseou-se no algoritmo de Balas descrito a seguir.

Como na otimização multi-objetivo não existe uma única solução, para a tomada de decisão o planejador deverá selecionar qual das soluções não-dominadas, que pertencem ao conjunto ótimo de Pareto, melhor atende os objetivos prioritários. Na formulação desse problema foi utilizada a articulação de preferências do usuário para facilitar o processo de tomada de decisão, através da atribuição de uma ponderação para cada função objetivo.

### Enumeração Implícita (Método de Balas)

A programação linear inteira binária surge com a necessidade de modelagem dos problemas através de variáveis de decisão, onde cada variável pode assumir o valor 0 ou 1, que aplicada ao problema de priorização corresponde a “realizar” ou “não realizar” a obra. Para resolver o PLI foi utilizado o método de enumeração implícita (Método de Balas) devido a sua maior velocidade de processamento e simplicidade de programação.

A enumeração implícita consiste em um processo de resolução de problemas de otimização para variáveis de decisão que assumem valores 0 ou 1, conforme é apresentado nas equações (9):

$$\begin{aligned}
 \min Z &= \sum_{j=1}^n c_j x_j \\
 \text{s.a.} & \\
 \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + S_i &= b_i \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 x_j &= 0 \text{ ou } 1 \\
 S_i &\in R^+
 \end{aligned} \tag{9}$$

A ideia básica é utilizar o método de busca em

profundidade em árvore com *backtrack*, no qual devem ser enumeradas todas as  $2^n$  possíveis soluções do problema, sendo que muitas soluções podem ser descartadas automaticamente sem serem investigadas explicitamente. Um nó corresponde a uma possível solução binária para *x* e dois nós interligados possuem a mudança no valor de uma variável. Cada variável pode ter um de três estados: fixado em 1, fixado em 0 ou livre. Para aplicação deste algoritmo o problema deve obedecer a algumas restrições:

- Todas as restrições devem ser do tipo “ $\leq$ ”;
- Todos os coeficientes ( $c_j$ ) da função objetivo devem ser positivos. Caso  $c_j \leq 0$ , substitui-se a variável  $x_j$  por  $x_j' = 1 - x_j$  na função objetivo e nas restrições.

O algoritmo básico pode ser definido como:

1. Fixa-se uma variável livre no valor 1;
2. Resolve-se o subproblema com as demais variáveis livres;
3. Fixa-se a mesma variável no valor 0 e repete-se o processo para o subproblema com  $x_j = 0$ .

Os testes para seleção das variáveis são:

**Teste 1:** para cada variável livre  $x_i$ , se  $a_{it} \geq 0$  para todo  $i$  correspondente a  $S_i < 0$ , então  $x_i$  não pode melhorar a inviabilidade do problema e deve ser descartada;

**Teste 2:** para cada variável livre  $x_i$ , se  $c_i + z^t \geq \bar{Z}$  então  $x_i$  não pode levar a uma solução melhor e deve ser descartada;

**Teste 3:** para o conjunto  $N_i$  de variáveis livres não descartadas nos Testes 1 e 2, se para pelo menos uma das variáveis de folga  $S_i < 0$  se verificar:  $\sum_{i \in N_i} \min\{0, a_{ij}\} > S_i$ , então o conjunto não pode levar

a uma solução viável e todas as suas variáveis devem ser descartadas em conjunto;

**Teste 4:** se  $N_i \neq \emptyset$  a nova variável  $x_k$  para ramificação será:

$$v_k = \max_{j \in N_i} v_j \tag{10}$$

Na qual:

$$v_j = \sum_{i=1}^m \min\{0, S_i - a_{ij}\} \tag{11}$$

## TESTES E RESULTADOS

Com base na metodologia apresentada foi desenvolvido um módulo computacional de planejamento integrado ao software Interplan [6]. Foi realizado um estudo de caso em uma rede com a seguinte configuração: 20 barras, 15 cargas e 25 transformadores, conforme mostrado na Figura 2. A

rede da figura representa a situação da rede no ano 0, ou seja, situação atual da rede durante a noite, momento de maior carregamento.

Após 10 anos, sem proposição de reforços na rede, o crescimento da carga acarretará em uma piora dos indicadores de critérios técnicos, como por exemplo, o carregamento do sistema apresentado na Figura 2. Para evitar tal situação, ao longo desses 10 anos foram propostas obras de melhoria e expansão de rede para reduzir o carregamento nos transformadores, condutores e disjuntores, melhorar a queda de tensão e diminuir as perdas.

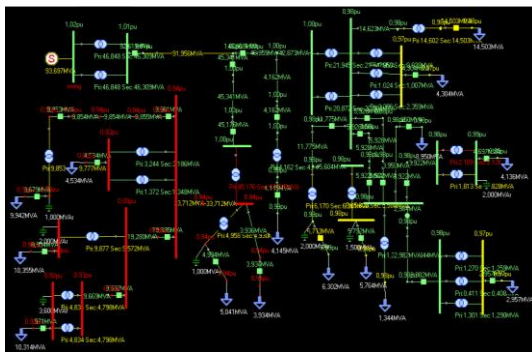


Figura 2 – Carregamento no ano 10

As representações de cores nas barras são verdes para tensão adequada, amarela para precária e vermelha para nível de tensão crítica. Já as representações de cores nos trechos são verdes para pouco carregado, amarelo para carregamento elevado (acima de 0,7 pu) e vermelho para sobrecarregado.

### Planejamento Anual

Feito o planejamento de obras ano a ano, obtém-se os investimentos anual e total apresentados na Tabela 1. Nesta solução, verifica-se que não foi necessário executar obras nos anos 7, 9 e 10, como observado no relatório gerado pelo Interplan.

Tabela 1 – Relatório de Investimentos

Ano	Investimento	VPL
1 (2010)	2.500.000,00	2.232.142,86
2 (2011)	4.000.000,00	3.188.775,51
3 (2012)	3.000.000,00	2.135.340,74
4 (2013)	1.000.000,00	635.518,08
5 (2014)	500.000,00	283.713,43
6 (2015)	1.500.000,00	759.946,68
8 (2017)	1.000.000,00	403.883,23
<b>Total</b>	<b>13.500.000,00</b>	<b>9.639.320,53</b>

O módulo de planejamento permite criar diversos cenários, portanto, é possível propor novas alternativas em planos de obras distintos entre si. Dessa forma, podem-se comparar os planos de obras para a escolha do melhor.

Neste caso, foi feito apenas um plano de obras. No caso de vários planos de obras, o Interplan gera um relatório com os menores investimentos e/ou maiores benefícios.

Esta simulação também pode ser feita em redes de média tensão.

### CONCLUSÃO

Como resultado dessa análise concluiu-se que os melhores indicadores para simulação do desempenho técnico e valoração dos benefícios auferidos pela melhoria da rede são: nível de tensão, carregamento e perdas técnicas. Assim, para cada conjunto de obras a mensuração dos benefícios por ano em kW, kWh e \$ é obtida através dos equacionamentos apresentados.

A união da análise de investimentos em valor presente com a valoração dos benefícios tratados neste artigo permite ao planejador fazer uma análise aprofundada da situação, permitindo a criação e comparação de diversos cenários diferentes. Dessa forma o planejador tem em suas mãos uma ferramenta poderosa que auxilia na escolha da solução desejada sem transpor os limites financeiros e adequando-os aos limites técnicos.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANEEL. “PRODIST – Procedimentos de Distribuição”, site: [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br).
- [2] M. Zeleny. “Multiple Criteria Decision Making”, McGraw-Hill, USA, 1982.
- [3] N. Kagan. “Electrical power distribution systems planning using multiobjective and fuzzy mathematical programming”, Queen Mary & Westfield College, University of London, 1992.
- [4] C. L. S. Pinto. “Otimização em dois níveis aplicada à priorização de obras do sistema de distribuição, voltada ao cumprimento dos índices de continuidade”, EPUSP, São Paulo, 2008.
- [5] N. Kagan. “Planejamento de redes de distribuição secundária”, EPUSP, 1988.
- [6] N. Kagan, C. C. B. Oliveira, J. C. Guaraldo, F. S. HAGE, A. Meffe, M. M. FILHO. “INTERPLAN – A Tool for Planning High, Medium and Low Voltage Networks”, In: IEEE/PES T&D.
- [7] ANEEL. Resolução 024/2000.
- [8] ANEEL. Resolução 505/2001.
- [9] C. C. B. Oliveira. “Configuração de redes de distribuição de energia elétrica com múltiplos objetivos e incertezas através de procedimentos heurísticos”, EPUSP, São Paulo, 1997.