

Um Método de Análise Multicritério para Priorização de Atendimentos Comerciais e Emergenciais de uma Distribuidora de Energia Elétrica

Paulo H. Baumann; Tiago M. Miranda; Fábio Romero; João Castilho Neto; Alden U. Antunes; Dário Takahata; Leonardo H. T. Ferreira Neto
Daimon Engenharia e Sistemas
São Paulo, Brasil
paulo@daimon.com.br

Ângelo C. L. Alves; Luisa M. Azevedo; Sérgio L. P. Valinho
Companhia Energética do Maranhão
São Luis, Brasil
angelo.alves@cemar-ma.com.br

Resumo— Este artigo apresenta a aplicação de um método de análise multicritério para priorização de atendimentos comerciais e emergenciais de uma empresa de distribuição de energia elétrica. A metodologia se baseia no algoritmo de Macbeth e em uma grande quantidade de parâmetros de entrada para avaliação da melhor tomada de decisão quanto à priorização dos atendimentos. Esse estudo é de grande relevância e complexidade, pois otimiza a capacidade de atendimento das equipes de campo disponíveis de forma dinâmica (em tempo real), aumentando sua eficiência, reduzindo custos e tornando a empresa mais capaz para reagir a cenários de contingência. A aplicação do algoritmo de priorização de atendimento a ocorrências faz parte do software PRIOS, desenvolvido no âmbito desta pesquisa, e que mostrou resultados superiores àqueles do protocolo atualmente aplicado pela Distribuidora e de outros métodos disponíveis na literatura.

Palavras-chave—método Macbeth, priorização de atendimentos, serviços comerciais, serviços emergenciais.

I. INTRODUÇÃO

Os estudos apresentados neste artigo fazem parte de um projeto de P&D ANEEL proposto pela Companhia Energética do Maranhão (CEMAR) e desenvolvido pela Daimon Engenharia e Sistemas.

Atualmente, na prática da CEMAR (e de muitas outras distribuidoras do setor elétrico), um conjunto limitado de variáveis é considerado pelos controladores do centro de operações (COI), que tomam decisões com base em conhecimento tácito, frequentemente de maneira intuitiva ou por métodos *ad hoc*. Além disso, as decisões tomadas não costumam ser reavaliadas, mesmo com a mudança de cenário.

Para contornar este problema, foi utilizado o método de análise multicritério Macbeth (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) [1]. Existem várias outras técnicas [2] [3], porém o Macbeth possui diversas vantagens e tem se mostrado muito promissor, inclusive com aplicações em diversas áreas como agricultura, esportes, saúde etc. [4].

A metodologia apresentada neste artigo é original e inédita no setor elétrico pela capacidade de avaliar – através de um método de análise multicritério e de forma totalmente automática e em tempo real – todas as variáveis emergenciais e

comerciais julgadas relevantes pelo COI, constituindo-se em um ferramental sofisticado para tomadas de decisão mais adequadas de priorização das ordens de serviço (OS's).

II. MÉTODO MACBETH

Dado um conjunto de elementos e um indivíduo, quer-se que este compare, dentre os elementos do conjunto, a importância relativa de cada um deles [1].

Determinar uma ordem de preferência para os objetos do conjunto analisando-os qualitativamente é uma tarefa simples. Porém, o problema é que, em uma análise multicritério, conclusões são baseadas em uma soma de valores, cada um representando o valor de um atributo em um critério específico que, somados, levam a um índice que representa sua importância relativa global. Sendo assim, é necessário que se faça uma comparação não apenas qualitativa dos elementos, mas também quantitativa, processo não tão simples quanto o primeiro [1].

Essa dificuldade inspirou o desenvolvimento do método Macbeth. Nesse procedimento, pede-se que o indivíduo compare apenas dois elementos hipotéticos por vez, onde cada um se sobressai em um dos múltiplos critérios. Para cada par de elementos, ele dirá qual é mais importante (julgamento ordinal). Posteriormente, caso os objetos não possuam igual importância, pede-se que o indivíduo informe também a diferença entre as respectivas importâncias. Para facilitar o processo, é oferecido a ele um conjunto de categorias semânticas que representem essa diferença de importância, por exemplo: “muito fraca”, “fraca”, “moderada”, “forte”, “muito forte” ou “extrema” [1]. A partir dessas informações, é construída uma escala numérica em que cada nível de um determinado atributo recebe um valor. Para todos os atributos, essa escala possui os mesmos limites inferior e superior.

III. METODOLOGIA

Foram identificadas, junto à equipe da gerência do COI da CEMAR, 30 variáveis que exercem grande influência na percepção da urgência (prioridade) do atendimento em um universo de 7 diferentes tipos de serviço. Estas variáveis representam múltiplos objetivos, possivelmente conflitantes, que devem ser ponderados na priorização das OS's. Para

serviços comerciais, tem-se, por exemplo, objetivos de diminuir o crédito por violação do prazo de atendimento e de atender tipos de clientes mais importantes, o que pode ser, em determinado cenário, conflitante. Já serviços emergenciais, são avaliados por variáveis tais como motivo da abertura da ocorrência e número de chamadas. Deseja-se priorizar serviços cujo motivo da abertura é o mais crítico possível, e também cujo número de chamadas é o maior possível. Contudo, ordens de serviço com motivos críticos podem não ser aqueles com grande número de chamadas.

Para definir um compromisso entre os diversos objetivos identificados, foram usados descritores e funções de valor. Descritor é o conjunto dos valores que a variável pode assumir, ordenado da menor para a maior prioridade. Para cada descritor, gerou-se uma função de valor. Uma função de valor é uma escala intervalar (i.e., que permite avaliar ordem e diferença, mas não razão, tal como a escala Celsius de temperatura) adimensional (pois seu valor representa um score de prioridade) [5]. Cada nível de um descritor é mapeado para um valor nesta escala numérica. Esta escala é calculada de forma que (a) níveis mais prioritários do descritor terão um valor maior que níveis menos prioritários (informação ordinal) e (b) as distâncias relativas entre os valores da escala refletirão as diferenças relativas de prioridade entre os níveis do descritor (informação cardinal). Uma função de valor permite quantificar a intensidade da prioridade de uma OS, em termos da variável avaliada, em relação a uma OS hipotética que não possui criticidade alguma.

Assim como a escala Celsius de temperatura possui dois níveis de referência (0°C para congelamento e 100°C para ebulição), a construção de uma função de valor também requer a identificação de dois níveis de referência no seu descritor, que servirão de âncora para a escala: 0 para o nível “neutro” (OS pouco prioritária em termos da variável em questão) e 100 para o nível “alerta” (OS urgente). Para localizar na escala os demais níveis que compõem o descritor, duas abordagens serão utilizadas, em função da natureza da variável.

Para variáveis contínuas, será assumido que as funções de valor são lineares. Isto significa que a prioridade aumenta de forma constante com o crescimento (ou decréscimo) do valor da variável, sem saturar nem intensificar [2]. Já para variáveis qualitativas e discretas, será então adotado o método do julgamento semântico Macbeth. Neste, a função de valor é obtida através de modelos de programação linear aplicados a comparações par-a-par da diferença de prioridade entre OS's hipotéticas potenciais [1]. Assim, a função de valor pode ter um comportamento não linear. Tais comparações são feitas solicitando aos controladores que expressem qualitativamente, através de uma escala ordinal semântica, isto é, com palavras, a diferença entre a prioridade de uma ação sobre a outra. A escala semântica é composta pelas seguintes categorias:

- T0: não há diferença de prioridade (indiferença);
- T1: diferença de prioridade é muito fraca;
- T2: diferença de prioridade é fraca;
- T3: diferença de prioridade é moderada;
- T4: diferença de prioridade é forte;
- T5: diferença de prioridade é muito forte;

- T6: diferença de prioridade é extrema.

A seguir, são descritas as metodologias aplicadas aos três tipos diferentes de serviços: (1) serviços comerciais, (2) suspensão de fornecimento (cortes) e (3) serviços emergenciais. E, ao final, como é calculado o índice de prioridade (IP) global para se comparar diferentes tipos de serviços.

A. Serviços Comerciais

Com exceção dos cortes (CT), que são tratados nos itens a seguir, os demais tipos de serviços comerciais são avaliados usando um mesmo conjunto de variáveis para priorização. Os tipos de serviços tratados com os mesmos critérios são:

- Troca de Padrão (TR);
- Ligação Nova (LG);
- Religação (RI);
- Desligamento (DS), e;
- Miscelânea (MS).

As seguintes variáveis foram identificadas como importantes para a priorização das OS's desses tipos de serviço:

- Importância do cliente;
- Crédito por violação de prazo de atendimento;
- Origem da solicitação;
- Taxa de atendimentos no prazo deste tipo de serviço no distrito para atender meta mensal;
- Taxa de atendimentos no prazo deste tipo de serviço na regional para atender meta mensal;
- Taxa de atendimentos no prazo deste tipo de serviço no estado para atender meta mensal;
- Taxa de atendimentos no prazo deste tipo de serviço no distrito para atender meta anual;
- Taxa de atendimentos no prazo deste tipo de serviço na regional para atender meta anual;
- Taxa de atendimentos no prazo deste tipo de serviço no estado para atender meta anual;
- Taxa de atendimentos deste tipo de serviço no distrito para atender meta de produção mensal;
- Taxa de atendimentos deste tipo de serviço na regional para atender meta de produção mensal;
- Taxa de atendimentos deste tipo de serviço no estado para atender meta de produção mensal;
- Taxa de atendimentos deste tipo de serviço no distrito para atender meta de produção anual;
- Taxa de atendimentos deste tipo de serviço na regional para atender meta de produção anual, e;
- Taxa de atendimentos deste tipo de serviço no estado para atender meta de produção anual.

O crédito por violação de prazo de atendimento pode ser calculado de acordo com [6]. As possíveis origens da solicitação podem ser organizadas em ordem crescente de prioridade da seguinte maneira: Reclamação / Solicitação Normal, Ouvidoria, Aneel, Arcon, Procon, Judicial.

As taxas de atendimentos no prazo para atender meta mensal e sua equivalente anual (TAP) reflete a quantidade de

OS's a serem atendidas no prazo em função da quantidade de OS's em aberto, para que se atinja a meta de prazo mensal (ou anual). As Eqs. 1, 2 e 3 formulam a TAP e são apresentadas abaixo:

$$MAP_{t,k,p} = \frac{QEP_{t,k,p} + QP_{t,k}}{QS_{t,k,p} + QA_{t,k}} \quad (1)$$

$$QP_{t,k} = MAP_{t,k,p} \cdot (QS_{t,k,p} + QA_{t,k}) - QEP_{t,k,p} \quad (2)$$

$$\Rightarrow TAP_{t,k,p} = \min\left(1, \frac{QP_{t,k}}{QA_{t,k}}\right) \quad (3)$$

em que:

- t é um índice que indica o tipo de serviço desta OS;
- k é um índice que indica qual a abrangência geográfica (distrito, regional ou estado);
- p é um índice que indica o período de análise (mensal ou anual);
- $MAP_{t,k,p}$ é a meta de atendimentos no prazo para OS's do tipo t contidas na região k ao longo do período p ;
- $QEP_{t,k,p}$ é a quantidade de OS's executadas no prazo (engloba tanto as OS's do referido tipo executadas no prazo ao longo do período de análise quanto as OS's já executadas no prazo no dia atual) para OS's do tipo t contidas na região k ao longo do período p ;
- $QP_{t,k}$ é a quantidade de OS's do tipo t contidas na região k que estão abertas e que deveriam ser planejadas para serem atendidas no dia corrente para se adequar à meta $MAP_{t,k,p}$;
- $QS_{t,k,p}$ é a quantidade solicitada de OS's do tipo t contidas na região k ao longo do período p (engloba tanto as OS's solicitadas ao longo de p quanto as OS's já atendidas no dia atual, no prazo ou não);
- $QA_{t,k}$ é a quantidade de OS's do tipo t contidas na região k que estão abertas no instante atual e que podem ou não serem atendidas, e;
- $TAP_{t,k,p}$ é proporção da quantidade de OS's abertas do tipo t contidas na região k ao longo do período p que deveriam ser atendidas no dia corrente para se adequar à meta $MAP_{t,k,p}$.

A taxa $TAP_{t,k,p}$ não pode ser maior do que a unidade pois é conceitualmente incoerente $QP_{t,k}$ ser maior que $QA_{t,k}$ (visto que não se pode realizar mais atendimentos no prazo do que a quantidade de OS's em aberto).

As taxas de atendimentos (TA) deste tipo de serviço para atender meta de produção mensal e sua equivalente anual também serão tratadas de forma similar, mas elas referem-se à proporção de OS's atendidas (no prazo ou não) do tipo de serviço avaliado pelo número total de OS's abertas (independentemente do tipo de serviço). A formulação é dada pelas Eqs. 4 a 6:

$$MA_{t,k,p} = \frac{QE_{t,k,p} + QP_{t,k}}{QS_{t,k,p} + QA_{t,k}} \quad (4)$$

$$QP_{t,k} = MA_{t,k,p} \cdot (QS_{t,k,p} + QA_{t,k}) - QE_{t,k,p} \quad (5)$$

$$\Rightarrow TA_{t,k,p} = \min\left(1, \frac{QP_{t,k}}{QA_{t,k}}\right) \quad (6)$$

em que:

- t é um índice que indica o tipo de serviço desta OS;
- k é um índice que indica qual a abrangência geográfica (distrito, regional ou estado);
- p é um índice que indica o período de análise (mensal ou anual);
- $MA_{t,k,p}$ é a meta de atendimentos (no prazo ou não) para OS's do tipo t contidas na região k ao longo do período p ;
- $QE_{t,k,p}$ é a quantidade de OS's executadas (no prazo ou não, e engloba tanto as OS's do referido tipo executadas no prazo ao longo do período de análise quanto as OS's já executadas no prazo no dia atual) para OS's do tipo t contidas na região k ao longo do período p ;
- $QP_{t,k}$ é a quantidade de OS's do tipo t contidas na região k que estão abertas e que deveriam ser planejadas para serem atendidas no dia corrente para se adequar à meta $MA_{t,k,p}$;
- $QS_{t,k,p}$ é a quantidade solicitada de OS's do tipo t contidas na região k ao longo do período p (engloba tanto as OSs solicitadas ao longo de p quanto as OSs já atendidas no dia atual, no prazo ou não);
- $QA_{t,k}$ é a quantidade de OS's do tipo t contidas na região k que estão abertas no instante atual e que podem ou não serem atendidas, e;
- $TA_{t,k,p}$ é proporção da quantidade de OS's abertas do tipo t contidas na região k ao longo do período p que deveriam ser atendidas no dia corrente para se adequar à meta $MA_{t,k,p}$.

A taxa $TA_{t,k,p}$ não pode ser maior do que a unidade pois é conceitualmente incoerente $QP_{t,k}$ ser maior que $QA_{t,k}$ (visto que não se pode realizar mais atendimentos do que a quantidade de OS's em aberto). Estas variáveis representam múltiplos objetivos, possivelmente conflitantes, que devem ser considerados na priorização das OS's.

Na Fig. 1 são apresentados em destaque os descritores (apenas os níveis neutro e alerta) dos objetivos associados à priorização das OS's de religação. Também aparecem os demais tipos de serviço, que deverão ser detalhados da mesma

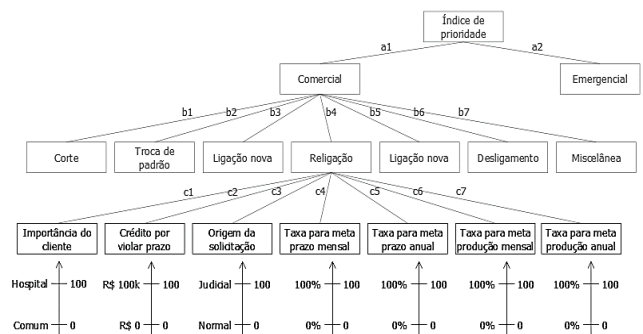


Fig. 1. Esquema do modelo de cálculo do índice de prioridade, com ênfase nos objetivos relacionados ao serviço de religação.

forma, e os pesos que permitirão calcular um índice de prioridade global. É através deste índice que OS's de diferentes tipos poderão ser comparadas, sejam elas comerciais ou emergenciais.

Pela Fig. 1, uma OS de religação o_i cujo alvo seja uma unidade consumidora de importância comum, cujo prazo de atendimento ainda não foi violado (e, portanto, não enseja crédito compensatório), cuja origem seja judicial, e em um momento em que seja preciso atender todas as OSs de religação (e no prazo) para que se atinjam as metas mensais e anuais de produção e de prazo teria o seguinte índice de prioridade de acordo com as Eqs. 7a, 7b e 7c:

$$IP(o_i) = [\text{Imp}(Comum) \cdot c_1 + \text{Cred}(R\$ 0) \cdot c_2 + \text{Orig}(Judicial) \cdot c_3 + \text{TxPrazoMes}(100\%) \cdot c_4 + \text{TxPrazoAno}(100\%) \cdot c_5 + \text{TxProdMes}(100\%) \cdot c_6 + \text{TxProdAno}(100\%) \cdot c_7] \cdot b_4 \cdot a_1 \quad (7a)$$

$$IP(o_i) = [0 \cdot c_1 + 0 \cdot c_2 + 100 \cdot c_3 + 100 \cdot c_4 + 100 \cdot c_5 + 100 \cdot c_6 + 100 \cdot c_7] \cdot b_4 \cdot a_1 \quad (7b)$$

$$IP(o_i) = 100 \cdot (c_3 + c_4 + c_5 + c_6 + c_7) \cdot b_4 \cdot a_1 \quad (7c)$$

B. Serviços de Suspensão de Fornecimento (Cortes)

Apesar de também serem serviços comerciais, os cortes (CT) serão analisados utilizando outro conjunto de variáveis para o cálculo do seu índice de prioridade:

- Valor total do débito;
- Taxa da quantidade de atendimentos de corte no distrito;
- Taxa da quantidade de atendimentos de corte na regional;
- Taxa da quantidade de atendimentos de corte no estado;
- Taxa do valor dos atendimentos de corte no distrito;
- Taxa do valor dos atendimentos de corte na regional, e;
- Taxa do valor dos atendimentos de corte no estado.

O valor total do débito é dado em reais (R\$). Já as demais variáveis são calculadas de maneira semelhante às taxas que são utilizadas na avaliação dos serviços comerciais, apresentados anteriormente. As taxas de quantidade TQ , subdivididas em 3 níveis de abrangência geográfica, são definidas nas Eqs. 8 a 10:

$$MPQ_{CT,k} = \frac{QE_{CT,k} + QP_{CT,k}}{QS_{CT,k} + QA_{CT,k}} \quad (8)$$

$$QP_{CT,k} = MPQ_{CT,k} \cdot (QS_{CT,k} + QA_{CT,k}) - QE_{CT,k} \quad (9)$$

$$\Rightarrow TQ_{CT,k} = \min\left(1, \frac{\max(0, QP_{CT,k})}{\max(1, QA_{CT,k})}\right) \quad (10)$$

em que:

- k é um índice que indica qual a abrangência geográfica (distrito, regional ou estado);
- CT indica que o tipo de serviço em questão é corte;
- $MPQ_{CT,k}$ é a meta de produtividade de corte por quantidade para a região k ;
- $QE_{CT,k}$ é a quantidade de cortes executados (engloba todos os cortes já executados no passado dentro do

período de análise na região k até os cortes já executados no dia atual);

- $QP_{CT,k}$ é a quantidade de cortes abertos na região k que deveriam ser planejados para serem realizados hoje para que se adequar à meta $MPQ_{CT,k}$;
- $QS_{CT,k}$ é a quantidade de cortes solicitados na região k (engloba todos os cortes já solicitados no passado dentro do período de análise até os cortes já executados no dia atual);
- $QA_{CT,k}$ é a quantidade de cortes que estão abertos no instante atual na região k e que podem ou não serem executados, e;
- $TQ_{CT,k}$ é proporção da quantidade de cortes abertos que deveriam ser realizados hoje na região k para se adequar à meta $MPQ_{CT,k}$.

A taxa $TQ_{CT,k}$ não pode ser maior do que a unidade pois é conceitualmente incoerente QP_{CT} ser maior que QA_{CT} (visto que não se pode realizar mais cortes do que a quantidade de cortes em aberto).

As taxas de valor (TV), também subdivididas em 3 níveis de abrangência geográfica, são calculadas nas Eqs. 11 a 13:

$$MPV_{CT,k} = \frac{VE_{CT,k} + VP_{CT,k}}{VS_{CT,k} + VA_{CT,k}} \quad (11)$$

$$VP_{CT,k} = MPV_{CT,k} \cdot (VS_{CT,k} + VA_{CT,k}) - VE_{CT,k} \quad (12)$$

$$\Rightarrow TV_{CT,k} = \min\left(1, \frac{VP_{CT,k}}{VA_{CT,k}}\right) \quad (13)$$

De forma análoga às variáveis por quantidade apresentadas anteriormente, tem-se:

- k é um índice que indica qual a abrangência geográfica (distrito, regional ou estado);
- CT indica que o tipo de serviço em questão é corte;
- $MPV_{CT,k}$ é a meta de produtividade de corte por valor na região k ;
- $VE_{CT,k}$ é o valor de cortes executados em reais na região k (engloba o valor de todos os cortes já executados no passado dentro do período de análise até o valor dos cortes já executados no dia atual);
- $VP_{CT,k}$ é o valor dos cortes abertos na região k que deveriam ser planejados para serem realizados hoje para que se adequar à meta $MPV_{CT,k}$;
- $VS_{CT,k}$ é o valor dos cortes solicitados na região k (engloba o valor de todos os cortes já solicitados no passado dentro do período de análise até o valor dos cortes já executados no dia atual);
- $VA_{CT,k}$ é o valor dos cortes na região k que estão abertos no instante atual e que podem ou não serem executados, e;
- $TV_{CT,k}$ é proporção do valor de cortes abertos na região k que deveriam ser realizados hoje para se adequar à meta $MPV_{CT,k}$.

A taxa $TV_{CT,k}$ não pode ser maior do que a unidade pois é conceitualmente incoerente $VP_{CT,k}$ ser maior que $VA_{CT,k}$ (visto

que não se pode realizar um valor de corte maior do que o valor total de cortes em aberto).

Por fim, é calculado um IP de forma análoga ao que foi feito para o caso de serviços comerciais.

C. Serviços Emergenciais

As seguintes variáveis foram identificadas como importantes para priorização das OS's deste tipo de serviço:

- DEC mensal;
- DEC anual;
- compensação por violação de limites de continuidade;
- motivo da abertura da ocorrência;
- importância do cliente;
- número de rechamadas;
- número de reincidências, e;
- tempo para violar prazo de 24h.

A compensação considera a violação dos limites de DIC, DMIC e DICRI. O cálculo da compensação é dada conforme definido pela ANEEL [7].

Por fim, é calculado um IP de forma análoga ao que foi feito para os casos anteriores.

Finalmente, para comparar OS's de serviços diferentes, é necessário calcular taxas de substituição (pesos). Elas são indispensáveis pois, dificilmente uma OS é mais prioritária que outra em todas as dimensões avaliadas. Assim, tais taxas servem para converter valores locais (que permite comparar OS's de apenas um único tipo) em valores globais (que permite comparar OS's de todos os tipos), levando em conta o julgamento dos próprios controladores. Na Fig. 1, estes pesos estão representados pelas linhas que unem as caixas (e letras *a*, *b* e *c* nas Eqs. 7a, 7b e 7c).

Os pesos devem ser definidos após a elaboração dos descritores e funções de valor de todas as variáveis utilizadas na avaliação dos diversos tipos de serviço. Além disso, há 3 tipos de modelo: um para o cenário normal, outro para cenário de contingência comercial e outro para contingência emergencial. A diferença entre eles é apenas nos pesos, pois eles são formados pelos mesmos descritores e funções de valor. Dessa forma, o modelo se adapta melhor à situação que está sendo enfrentada pela empresa. Por exemplo, o modelo de contingência comercial reduzirá a prioridade de serviços emergenciais quando comparados com serviços comerciais. Ainda, poderá haver também mudança de prioridade entre diferentes tipos de serviços comerciais. Serviços de corte, por exemplo, também teriam sua prioridade reduzida, visto que provocam a surgimento de outra ordem de serviço (religação).

IV. RESULTADOS

Para a exposição dos resultados, foi criado um cenário fictício simplificado. Para ele, foram criadas 15 OS's e definidos pesos para o método Macbeth levando-se em conta aquilo que foi considerado mais importante para um Operador também fictício.

Em geral, os pesos foram definidos de forma que as emergências fossem consideradas mais prioritárias. Dentre as emergências foi dada mais prioridade às emergências com mais reincidência do que à importância do cliente. Após as

emergências, vêm, em ordem de importância, os serviços comerciais, sendo que seu principal atributo é a origem da solicitação. Por último, ficaram os serviços de corte. Neles foi considerado apenas o valor do débito.

Estes resultados são comparados com o do protocolo atual da CEMAR, que segue abaixo, em ordem decrescente de prioridade:

- Ocorrências emergenciais coletivas;
- Ocorrências emergenciais ou comerciais de origem judicial;
- Religação com prazo inferior à 2 horas;
- Ocorrências emergenciais ou comerciais de clientes especiais;
- Religação com prazo inferior à 4 horas;
- Ocorrências emergenciais individuais;
- Religação com prazo superior à 4 horas;
- Ligação Nova;
- Desligamento (corte), e;
- Demais OS's.

Nos casos não especificados, cabe ao líder COI determinar a prioridade de atendimento.

As ordens de serviço e suas características são as seguintes:

- Corte de débito igual a 200 reais;
- Corte de débito igual a 200 reais;
- Corte de débito igual a 200 reais;
- Corte de débito igual a 200 reais;
- Corte de débito igual a 1000 reais;
- Emergência em cliente de importância 20 e 10 reincidências;
- Emergência em cliente de importância 20 e 0 reincidências;
- Emergência em cliente de importância 15 e 2 reincidências;
- Emergência em cliente de importância 5 e 3 reincidências;
- Emergência em cliente de importância 2 e 5 reincidências;
- Ligação nova de solicitação normal;
- Ligação nova de solicitação do Procon;
- Troca de padrão de solicitação normal;
- Troca de padrão de solicitação judicial, e;
- Religação de solicitação normal.

Foi então implementada uma simulação que chegou aos resultados abaixo, em ordem decrescente de prioridade, com os respectivos valores do IP calculado:

- 1) Emergência em cliente de importância 20 e 10 reincidências. IP = 74.4;
- 2) Emergência em cliente de importância 2 e 5 reincidências. IP = 38.7;
- 3) Emergência em cliente de importância 15 e 2 reincidências. IP = 38.1;
- 4) Emergência em cliente de importância 5 e 3 reincidências. IP = 36.7;

- 5) Emergência em cliente de importância 20 e 0 reincidências. IP = 36.6;
- 6) Troca de padrão de solicitação judicial. IP = 32.1;
- 7) Ligação nova de solicitação do Procon. IP = 22.8;
- 8) Troca de padrão de solicitação normal. IP = 8.3;
- 9) Ligação nova de solicitação normal. IP = 6.9;
- 10) Religação de solicitação normal. IP = 5.5;
- 11) Corte de débito igual a 1000 reais. IP = 1.4;
- 12) Corte de débito igual a 200 reais. IP = 0.2;
- 13) Corte de débito igual a 200 reais. IP = 0.2;
- 14) Corte de débito igual a 200 reais. IP = 0.2, e;
- 15) Corte de débito igual a 200 reais. IP = 0.2.

Caso fosse utilizado o protocolo atual, as prioridades seriam dadas na ordem abaixo:

- 1) Emergência em cliente de importância 20 e 10 reincidências; Emergência em cliente de importância 20 e 0 reincidências; Emergência em cliente de importância 15 e 2 reincidências;
- 4) Ligação nova de solicitação do Procon; Troca de padrão de solicitação judicial;
- 6) Emergência em cliente de importância 5 e 3 reincidências;
- 7) Emergência em cliente de importância 2 e 5 reincidências;
- 8) Religação de solicitação normal;
- 9) Ligação nova de solicitação normal;
- 10) Corte de débito igual a 1000 reais; Corte de débito igual a 200 reais; Corte de débito igual a 200 reais; Corte de débito igual a 200 reais; Corte de débito igual a 200 reais, e;
- 15) Troca de padrão de solicitação normal.

Pode-se então perceber que a ordem das prioridades mudou para cada método utilizado, de forma que o novo método atendeu melhor às exigências do COI. O método atual, por sua vez, apresentou alguns problemas como o empate entre alguns serviços, que precisariam ser desempatados pelo Operador e também um serviço que não está contemplado no protocolo (troca de padrão de solicitação normal) que entraria como menos prioritário ou teria que ser avaliado pelo Operador. Além disso, o resultado obtido pelo protocolo atual não está de acordo com as preferências do Operador. Deve-se ressaltar ainda que esse é um cenário fictício simplificado, não levando em conta todas as variáveis comerciais e emergenciais encontradas no dia-a-dia da Distribuidora, o que se torna um problema muito mais complexo de ser resolvido por um Operador sem a nova ferramenta.

Sendo assim, é notório que o novo produto se trata de um avanço pois, além de ser automático (não dependendo da decisão do Operador a todo instante), ele também é mais flexível, permitindo mudanças (nos pesos) de acordo com o que for de interesse da distribuidora em determinado momento (como por exemplo em um cenário de contingência), além de levar em conta diversas variáveis não contempladas pelo protocolo atual e as mudanças no cenário em tempo real.

V.CONCLUSÃO

Este artigo apresentou um novo modelo para a priorização de atendimentos comerciais e emergenciais de uma distribuidora do setor elétrico. Tal procedimento é essencial para que se possa ter eficiência no atendimento e para que a empresa possa ter força de reação em cenários desfavoráveis.

Baseado em análise do Operador de operação do COI/CEMAR, os resultados obtidos com o método desenvolvido neste trabalho foram considerados superiores àqueles alcançados com o protocolo atual da CEMAR. Além disso, o modelo desenvolvido se mostra mais flexível para a mudança de cenário, leva em consideração uma grande quantidade de variáveis nas análises (quantas forem definidas pelo Operador), avalia o cenário em tempo real e de forma automatizada, liberando, desta forma, o Controlador para tomada de outras decisões relevantes.

Ressalta-se que, além da priorização do atendimento às ocorrências, o software PRIOS (produto deste Projeto de P&D) trata de forma sistemática a questão da designação automatizada de equipes de campo para atendimento a estas ocorrências. A apresentação desta metodologia e dos respectivos resultados está publicada em outros artigos técnicos dos autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. A. Bana e Costa, Jean-Marie Corte, and Jean-Claude Vansnick. On the mathematical foundation of MACBETH. In: Figueira, Jose, Greco, Salvatore and Ehrgott, Matthias, (eds.) Multiple Criteria Decision Analysis: the State of the Art Surveys. International series in operations research & management science. Springer, New York, USA, pp. 409-442. ISBN 038723067X, 2005.
- [2] J. S. Dodgson, M. Spackman, A. Pearman, and L. D. Phillips. Multi-criteria analysis: a manual, p.41. [S.l.]: Department for Communities and Local Government: London, 2009. Disponível em: <http://eprints.lse.ac.uk/12761/1/Multi-criteria_Analysis.pdf>.
- [3] D. Bouyssou, T. Marchant, M. Pirlot, A. Tsoukiàs, and P. Vincke, Eds., Evaluation and decision models with multiple criteria: Stepping stones for the analyst, 1st ed., vol. 86. Springer Science & Business Media, 2006.
- [4] C. A. Bana e Costa, L. Ângulo-Meza, and M. D. Oliveira. (2013). "O método Macbeth e aplicação no Brasil." Engevista. [On-line]. 15(1). Available: <http://www.uff.br/engevista/seer/index.php/engevista/article/viewArticle/484>
- [5] L. Enssilin, NETO, G. Montibeller, and S. M. Noronha. Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas, p. 145. Florianópolis: Insular, 2001.
- [6] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL). Resolução normativa no 414, p. 94. Brasília, 9 set. 2010. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414comp.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2015.
- [7] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL). Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST), Módulo 8 - Qualidade da energia elétrica, p. 53. Brasília, 1 jan. 2015. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Módulo8_Revisão_6_Retificação_1.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2015.