



Evento: XXVI Jornada de Pesquisa

USO DO MÉTODO AHP NA PRIORIDADE DE AÇÕES DE COMBATE A PERDAS NÃO TÉCNICAS¹

USE OF THE AHP METHOD IN THE PRIORITY OF ACTIONS TO COMBAT NON-TECHNICAL LOSSES

Joelson Lopes da Paixão², Diomar A. Copetti Lima³, Francisco Gasparin Fabrin⁴, Gabriel Calvaitis Santana⁵, Luciano Bonato Baldissera⁶, Rodrigo Niederauer da Silva⁷

¹ Pesquisa desenvolvida no programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da UFSM, no Centro de Excelência em Energia e Sistemas de Potência (CEESP).

² Doutorando em Engenharia Elétrica - UFSM. E-mail: joelson.paixao@hotmail.com

³ Doutorando em Engenharia Elétrica - UFSM. E-mail: diomarlima@gmail.com

⁴ Mestrando em Engenharia Elétrica - UFSM. E-mail: engenheirofabrin@gmail.com

⁵ Mestrando em Engenharia Elétrica - UFSM. E-mail: ro.dns@hotmail.com

⁶ Doutorando em Engenharia Elétrica - UFSM. E-mail: lucianobonato@bol.com.br

⁷ Mestrando em Engenharia Elétrica - UFSM. E-mail: gabriel_csantana@hotmail.com

RESUMO

Empresas fornecedoras de energia elétrica como desafio reduzir o máximo possível suas perdas de energia, sejam elas técnicas ou não técnicas. Por não ser possível reduzir de forma significativa às perdas técnicas, as empresas procuram reduzir ao máximo as perdas não técnicas, sempre buscando novas estratégias. Este trabalho visa apresentar o emprego do Método AHP como ferramenta de auxílio, na tomada de decisão ao eleger ações de combate a perdas não técnicas nos municípios na área de concessão de uma distribuidora de energia.

Palavras-chave: Perdas não técnicas. Análise hierárquica. Método AHP. Tomada de decisão multicritério.

ABSTRACT

Electric energy supplier companies face the challenge of reducing as much as possible their energy losses, whether technical or non-technical. As it is not possible to significantly reduce technical losses, companies seek to reduce non-technical losses as much as possible, always seeking new strategies. This work aims to present the use of the AHP Method as an aid tool in decision making when electing actions to combat non-technical losses in municipalities in the concession area of an energy distributor.

Keywords: Non-technical losses. Hierarchical analysis. AHP method. Multicriteria decision making.

INTRODUÇÃO

As empresas fornecedoras de energia possuem um vasto e complexo sistema elétrico de potência. No seu dia a dia, existe uma vasta quantidade de tarefas a serem executadas, onde



é necessário a todo o momento a tomada de decisão para definir prioridades de atendimentos a serem realizados, isto com base em recursos financeiros, capacidade de atendimento, etc.

Um dos principais desafios destas empresas é o combate as perdas de energia, para isso, as empresas possuem departamentos específicos para realizar estudos com o objetivo de minimizar o máximo possível, as perdas definidas como técnicas (PT) e não técnicas (PNT).

O foco nesse trabalho serão as PNT, conhecidas como perdas comerciais. Em 2019, as PNT chegaram a 6,6%, ou seja, 33,3 TWh, esses valores permanecendo praticamente constante no período de 2008 a 2018 no Brasil. Na região Sul do Brasil chega a um valor de 3,5% de perda não técnica real sobre a energia injetada no mesmo período (ANEEL, 2019).

Devido a custos operacionais, as empresas não possuem equipes suficientes para realizar ao mesmo tempo o combate as perdas comerciais em todos os municípios da sua área de atuação. Desta forma, torna-se extremamente interessante a utilização de um método que auxilie na definição da prioridade de ações de combate as perdas não técnicas. Os argumentos principais para a definição da prioridade são: perdas totais do conjunto, erro de leitura, falta ou falha de aferição, denuncia no 0800 e despesas de deslocamento. Para auxílio na tomada de decisão será empregado o método AHP desenvolvido pelo professor Thomas L. Saaty em meados da década de 1970. Este método é desenvolvido no ambiente das Decisões Multicritério Discretas, onde o problema de decisão é desmembrado em níveis hierárquicos, facilitando desta forma, sua compreensão e avaliação.

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O sistema elétrico brasileiro se destaca pela sua complexidade e dimensão. Atualmente o sistema pode ser dividido em 03 partes: Geração, Transmissão e Distribuição. As perdas neste sistema, consistem na diferença entre a energia injetada (geração) e a energia entregue pelas distribuidoras aos consumidores finais (residencial, comercial, industrial, poder público e rural), mensurada pelo sistema de medição.

A perda é intrínseca ao sistema de potência, isto deve-se as características dos componentes do sistema, onde parte da energia é dissipada no processo de transporte, transformação de tensão e medição. A Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel, prevê o rateio dos custos referentes as perdas no transporte de energia entre os agentes envolvidos:



As perdas na Rede Básica são calculadas pela diferença da energia gerada e entregue nas redes de distribuição. Essas perdas são apuradas mensalmente pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e o seu custo, definido anualmente nos processos tarifários, é rateado em 50% para geração e 50% para os consumidores (ANEEL, 2019).

Além das perdas inerentes ao sistema de transporte da energia, ocorrem perdas no sistema de distribuição, que podem ser técnicas ou não técnicas. Perdas técnicas correspondem à parcela das perdas na distribuição inerente ao processo (transporte, transformação de tensão e medição) na rede da concessionária. As perdas não técnicas, ou comerciais são apuradas pela diferença entre as perdas totais e as perdas técnicas. Sua origem é resultado principalmente de erros de leitura, medição, faturamento, fraudes (adulteração o medidor ou desvios) e furtos (ligação clandestina, desvio direto da rede).

Cabe à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) definir a um referencial regulatório de perdas, o qual leve em consideração o desempenho da concessionária nos segmentos de perdas. Assim as perdas não técnicas podem impactar significativamente no desenvolvimento das atividades da empresa concessionária, muitas vezes com a diminuição da qualidade do serviço prestado e sua saúde financeira.

MÉTODO AHP

Segundo Abreu et al. (2000) o método de análise hierárquica, conhecido como método AHP (*Analytic Hierarchy Process*), consiste em um dos primeiros métodos desenvolvidos no ambiente das Decisões Multicritério Discretas, onde o problema de decisão é desmembrado em níveis hierárquico, facilitando desta forma sua compreensão e avaliação. Enquanto Lyra (2009) descreve este método de forma simplificada, onde nos diz que o objetivo final deste método é a determinação das prioridades, desde fatores elementares por meio de comparações paritárias gerando uma medida global para cada alternativa, priorizando-as ou classificando-as ao finalizar o método (BERNARDON et al., 2011; RIBEIRO; ALVES, 2017).

A. ESCALA DE INTENSIDADE DE IMPORTÂNCIA

Este método é analisado e estruturado de forma hierárquica, onde no nível mais alto encontra-se o objetivo principal, o que se pretende atingir com o resultado (DA SILVA; BELDERRAIN; PANTOJA, 2010). Nos níveis seguintes estão os critérios, onde estão as



informações as quais será definido o grau de importância entre eles, e no nível mais baixo estão as alternativas, as quais são os “objetos” que serão classificados quem é o mais importante, ou seja, quem tem maior prioridade, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura do método AHP.



A operacionalização do método depende diretamente da definição de importância entre os critérios, entre elementos e entre ambos. Para definição destas hierarquias é empregada a escala qualitativa definida conforme a Tabela 1 (SAATY, 1990, 1991).

Tabela 1 – Escala de comparação.

Escala Fundamental de Saaty	
1	Igual importância
3	Importância pequena de uma sobre a outra
5	Importância grande ou essencial
7	Importância muito grande ou demonstrada
9	Importância absoluta
2, 4, 6, 8	Valores intermediários

B. MATRIZ DE PRIORIDADE

Esta etapa é de suma importância para o bom desenvolvimento do método, pois neste ponto se fará a estruturação do problema construção hierárquica, permitindo posterior comparação entre critérios e alternativas (DA SILVA; BELDERRAIN; PANTOJA, 2010).

A Figura 1 apresenta a estrutura hierárquica genérica, pode-se observar que no topo situa-se o objetivo, logo abaixo encontram-se os critérios associados aos problemas de decisão e na parte inferior as alternativas de decisão e os cenários.

Nesta etapa os critérios são comparados aos pares, sendo agrupados em uma matriz. Esta comparação baseia-se na escala apresentada na Tabela 1. Na segunda etapa as alternativas



são comparadas paritariamente considerando cada critério individual. De acordo com (SAATY, 1990, 1991) uma matriz de comparação é definida por:

$$A = (a_{ij}) \quad (1)$$

Sendo $(i,j=1, 2, 3...n)$, onde α representa valor da escala de comparação, quando comparados os critérios C_i e C_j . Deve-se seguir as seguintes regras:

$$\text{Se } C_i \neq C_j, \text{ então } a_{ij} = \alpha \text{ e } a_{ji} = \frac{1}{\alpha}, \alpha \neq 0$$

$$\text{Se } C_i = C_j, \text{ então } a_{ij} = a_{ji} = 1$$

$$\text{Se } i = j, \text{ então } a_{ij} = 1$$

Assim, a matriz de critérios será representada por:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \left(\begin{array}{cccc} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{array} \right) \end{matrix} \quad (2)$$

Desta forma, as comparações paritárias é que determinarão as prioridades entre os elementos da matriz, no entanto são os pesos que definirão a importância relativa de cada elemento.

C. MATRIZES DE PRIORIDADES RELATIVAS

O passo seguinte será a definição do Auto Vetor, este por sua vez é definido através da média geométrica dos valores definidos por linha da matriz, ou seja, é obtido através dos valores estabelecidos em cada linha da matriz, como demonstra (3).

$$\text{Autovetor} = W = (a_{11} \times a_{12} \times \dots \times a_{1n})^{\frac{1}{n}} \quad (3)$$

Sendo realizado a multiplicação de todos os valores da linha e levado ao expoente o inverso da quantidade de colunas. Ao encontrar o autovetor de cada linha e realizando a soma de todos os valores, é encontrado Auto Vetor Total (AVT). O Autovetor Normalizado (AVN) é calculado através



do resultado obtido do autovetor, sendo este dividido pelo somatório do total da coluna de autovetor, e o valor expresso em percentual em relação ao AVT encontrado.

$$AVN = \frac{\text{Autovetor}}{\sum \text{Autovetor}} = \frac{\text{Autovetor}}{AVT} \quad (4)$$

O AVN é a soma igual a 100%, ou seja, caso não estiver definido em porcentagem este deve ser sempre igual a 1,00. Com o valor obtido em AVN, se tem a definição do critério mais importante, quanto maior o valor maior e a importância.

D. CONSISTÊNCIA DAS MATRIZES

O AHP oferece uma maneira para analisar a consistência dos julgamentos realizados, baseada no autovalor principal da matriz de comparações. Esse autovalor é obtido a partir da propriedade matricial demonstrada em (5) (GOMES et al., 2004).

$$A \times w = \lambda \times w \quad (5)$$

Os autovalores λ_i são calculados conforme (6) (GOMES et al., 2004).

$$\lambda_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} \times w_j}{w_i} \quad (6)$$

E o valor aproximado de λ_{max} será, finalmente, a média aritmética entre os valores λ_i conforme (7) (GOMES et al., 2004).

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{n} \quad (7)$$

Ou seja, o Autovalor máximo (λ_{max}) é definido pela multiplicação do somatório de cada coluna da matriz (somatório da coluna dos critérios) de comparação, pelos valores encontrados em AVN.

Conforme (SAATY, 1990, 1991), observa-se que pequenas variações em a_{ij} implicam pequenas variações em λ_{max} , em que o desvio do autovetor em relação a n (número de ordem da matriz) é considerado uma medida de consistência. Assim, a inconsistência pode ser medida pelo desvio do autovalor principal em relação à matriz consistente correspondente, conforme descrito em (8) (GOMES et al., 2004).

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (8)$$

Onde:



IC = índice de consistência geral da avaliação do especialista;

n = quantidade de critérios avaliados;

λ_{max} = média aritmética dos autovalores da matriz.

O índice de consistência (IC) determina a coerência geral das informações prestadas, porém deve-se considerar que quanto mais critérios forem avaliados, mais difícil é de se manter a consistência alta em função da grande quantidade e complexidade das comparações par a par. Saaty propõe o cálculo de Razão de Consistência (RC), obtida por (9) (GOMES et al., 2004).

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (9)$$

Onde o IC corresponde ao índice de Consistência, ou pode ser ainda definido como Índice de Coerência, calculado a partir de (8), que usa um autovalor λ_{max} obtido por meio da multiplicação do autovetor direto, w , pela matriz original, A . O cálculo da razão de consistência fornece como resultado um novo vetor, em que cada elemento é dividido pelo elemento correspondente no autovetor, e os resultados são somados calculando-se, em seguida a média (GOMES et al., 2004).

Quanto maior for o RC , maior será a inconsistência. Quando $n=2$, RC é nulo (0%); quando o $n=3$, RC deve ser menor que 0,05 (5%); quando $n=4$, RC deve ser menor que 0,09 (9%). Em geral, uma inconsistência considerada aceitável para $n > 4$ é $RC \leq 0,10$ (10%) (GOMES et al., 2004).

Por sua vez, o IR é um índice randômico, calculado para matrizes quadradas de ordem n , que representa o quão bem os resultados obtidos dos julgamentos representam a realidade. A Tabela 2 apresenta os IR calculados a partir de uma amostra aleatória de 500 matrizes recíprocas positivas (SAATY, 1990, 1991).

Tabela 2 – Índices randômicos (IR).

Número de Critérios	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IR	0	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48

O valor de IR indicado na Tabela 2 depende da quantidade de critérios avaliados e também do nível máximo admissível de RC para validar as comparações par a par, determinado a consistência final das informações realizadas pelos especialistas.



E. DECISÃO DAS ALTERNATIVAS ENTRE AS PRIORIDADES

Após a elaboração da matriz A, onde possui as comparações entre os critérios e confirmado sua consistência, é aplicado o mesmo método individualmente tendo como objetivo o critério e realizando as comparações entre as alternativas, ou seja, deve ser construída uma matriz de comparação, onde as alternativas entre si serão comparadas o grau de importância, tendo como objetivo cada critério. Para cada matriz deve ser realizado a confirmação da consistência, se há viabilidade, caso contrário deve ser revisado a análise das paridades. Também deve ser definido o Autovalor e o AVN novamente (HILLIER; PRICE; AUSTIN, 2012).

F. DECISÃO FINAL DAS ALTERNATIVAS

A decisão final, de qual alternativa possui maior prioridade, será definido através da realização do cálculo da Soma do Produto dos AVN da matriz principal onde constam os critérios, em relação a cada resultado do AVN das matrizes das alternativas. Ou seja, com o valor obtido do AVN da matriz principal (matriz dos critérios) será realizado a soma do produto com o valor AVN encontrado na matriz da alternativa 01, repetindo o processo até a matriz da enésima alternativa. Assim, terá um valor definido para cada alternativa, sendo a que possui maior valor encontrado, possui a maior prioridade (SAATY, 1990, 1994, 2003).

APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP

Para iniciar a resolução do problema e definir a prioridade deve-se ter bem claro os Critérios, estes são os itens que devem ser analisados e que são relevantes para a definição de ações de combate as perdas não técnicas. Estes Critérios são os itens que compõem os problemas, igualmente em cada argumento em discussão, assim, está enumerado de 01 a 05 na Tabela 3, bem como a descrição de cada um, que assim será identificado neste trabalho.

Tabela 3 – Critérios utilizados para a hierarquização.

Critérios	Descrição
01	Perdas Totais (Técnica + Não Comerciais)



Critérios	Descrição
02	Erro de leitura
03	Falta ou Falha de aferição dos medidores
04	Denúncia 0800
05	Despesas de deslocamento

Na Tabela 4 é mostrada a matriz A, de comparação dos critérios (01 ao 05), na qual todos os critérios têm seu peso atribuído em relação aos demais conforme dado na Tabela 1.

Tabela 4 – Matriz principal de comparação dos critérios.

Critérios	1	2	3	4	5	Autovetor	AVN [%]
1	1	9	9	3	9	4,66	54,31%
2	1/9	1	3	1/9	3	0,64	7,52%
3	1/9	1/3	1	1/5	2	0,43	5,02%
4	1/3	9	5	1	7	2,54	29,59%
5	1/9	1/3	1/2	1/7	1	0,31	3,56%
Soma	1,67	19,67	18,50	4,45	22,00	8,57	100,00%

Definição dos valores encontrados na matriz principal. Abaixo da diagonal principal da matriz estão os valores inverso dos valores postados acima da diagonal principal.

Para saber se está coerente o valor encontrado na matriz é realizado e calculado o Autovalor máximo, estando definido como $\lambda_{\max} = 5,4140$. Este é obtido através da multiplicação dos valores encontrados na soma das colunas dos critérios pelos valores encontrados no AVN. Cálculo realizado da seguinte forma, com base nas informações mostradas na Matriz Principal:

$$\lambda_{\max} = \frac{(1,67 \times 54,31) + (19,67 \times 7,52) + (18,50 \times 5,02) + (4,45 \times 29,59) + (22,0 \times 3,56)}{100} = 5,4140 \quad (10)$$

Da mesma forma será realizado os cálculos para encontrar Autovalor das matrizes abaixo.

Os valores calculados para o Índice de Coerência:

$$IC = \frac{(\lambda_{\max} - 5)}{(5 - 1)} = 0,01035 \quad (11)$$

Os valores calculados para Razão de Coerência, é:



$$RC = \frac{IC}{IR} = \frac{0,01035}{1,12} = 9,3\% \quad (12)$$

IR Índice Randômico obtido através Tabela 2. Este valor deve ser <10%, conforme (SAATY, 1990, 1991). Este valor mostra que está 9,3% incoerente as informações postas na matriz, sendo assim coerente as informações postas na matriz principal. Assim, em cada matriz montada é calculado o autovalor, Índice de Consistência (pode ser definido também como Coerência) e o Índice Randômico.

Na Tabela 5 são apresentadas as alternativas possíveis para a realização de inspeções afim de reduzir o montante de PNT.

Os valores obtidos na coluna AVN da Matriz principal, serão inseridos na Matriz de decisão, Tabela 11, na linha onde constam os Critérios. E os valores obtidos nas Matrizes das Alternativas serão postos em formas de colunas, de modo que cada coluna representa cada uma das alternativas.

Tabela 5 – Alternativas possíveis.

Alternativas	Cidades
1	Bento Gonçalves
2	Caxias do Sul
3	Canoas
4	Passo Fundo

Na Tabela 6 é montada a matriz de comparação das alternativas levando em consideração o critério 1, que são as Perdas Totais. Em seguida, são calculados o autovalor máximo, o IC e o RC para verificar a coerência dos pesos atribuídos no julgamento das alternativas.

Tabela 6 – Matriz alternativa, considerando o critério 1.

Perdas Totais (Técnicas + Não Técnicas)						
Alternativas	1	2	3	4	Autovetor	AVN [%]
1	1	3	5	7	3,20	57,45%
2	1/3	1	3	3	1,32	23,62%
3	1/5	1/3	1	3	0,67	12,00%
4	1/5	1/3	1/3	1	0,39	6,93%
Soma	1,73	4,67	9,33	14,00	5,57	100%



$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{(1,73 \times 57,45) + (4,67 \times 23,62) + (9,33 \times 12,0) + (14,0 \times 6,93)}{100} = 4,188 \quad (13)$$

$$IC = \frac{(4,188 - 4)}{(4 - 1)} = 0,06276 \quad (14)$$

$$RC = \frac{0,06276}{0,9} = 7,0\% \quad (15)$$

(Adotado IR = 0,9, para os 4 critérios)

O valor de RC < 9%, confirma que valores inseridos na matriz são coerentes. Valores constados na coluna AVN desta matriz são inseridos na coluna respectiva Problema de Outra Natureza, na Matriz Decisão. Da mesma forma que foi calculado para esta matriz (Tabela 6) será realizado para as matrizes seguintes, da Tabela 7 até a Tabela 10.

Tabela 7 – Matriz alternativa, considerando o critério 2.

Erro de leitura						
Alternativas	1	2	3	4	Autovetor	AVN [%]
1	1	2	3	3	2,06	42,38%
2	1/2	1	3	5	1,65	34,05%
3	1/3	1/3	1	3	0,76	15,63%
4	1/3	1/5	1/3	1	0,39	7,94%
Soma	2,17	3,53	7,33	12,00	4,86	100%

$$\lambda_{\text{max}} = 4,221$$

$$IC = 0,07359$$

$$RC = 8,2\% \text{ (adotado IR = 0,9, para 4 critérios)}$$

O valor de RC < 9%, confirma que valores inseridos na matriz são coerentes.

Valores constados na coluna AVN desta matriz, são inseridos na coluna da Matriz Decisão na respectiva Coluna das Erro de Leitura.



Tabela 8 – Matriz alternativa, considerando o critério 3.

Falta ou falha de aferição						
Alternativas	1	2	3	4	Autovetor	AVN [%]
1	1	3	5	5	2,94	55,38%
2	1/3	1	3	3	1,32	24,77%
3	1/5	1/3	1	3	0,67	12,59%
4	1/5	1/3	1/3	1	0,39	7,27%
Soma	1,73	4,67	9,33	12,00	5,31	100%

$$\lambda_{max} = 4,1662$$

$$IC = 0,05410$$

$$RC = 6,0\% \text{ (adotado IR} = 0,9, \text{ para 4 critérios)}$$

O valor de $RC < 9\%$, confirma que valores inseridos na matriz são coerentes.

Valores constados na coluna AVN desta matriz, são inseridos na coluna da Matriz Decisão na respectiva Coluna da Falta ou Falha de Aferição.

Tabela 9 – Matriz alternativa, considerando o critério 4.

Denúncia 0800						
Alternativas	1	2	3	4	Autovetor	AVN [%]
1	1	1/3	1/9	1/5	0,29	4,61%
2	3	1	1/5	3	1,16	18,20%
3	9	5	1	7	4,21	66,21%
4	5	1/3	1/7	1	0,70	10,98%
Soma	18,00	6,67	1,45	11,20	6,36	100%

$$\lambda_{max} = 4,236$$

$$IC = 0,07854$$

$$RC = 8,7\% \text{ (adotado IR} = 0,9, \text{ para 4 critérios)}$$

O valor de $RC < 9\%$, confirma que valores inseridos na matriz são coerentes.

Valores constados na coluna AVN desta matriz, são inseridos na coluna da Matriz Decisão na respectiva Coluna das Denúncia 0800.



Tabela 10 – Matriz alternativa, considerando o critério 5.

Despesas de deslocamento						
Alternativas	1	2	3	4	Autovetor	AVN [%]
1	1	3	7	7	3,48	59,21%
2	1/3	1	2	5	1,35	22,97%
3	1/7	1/2	1	5	0,77	13,14%
4	1/7	1/5	1/5	1	0,27	4,67%
Soma	1,62	4,7	10,20	18,00	5,88	100%

$$\lambda_{max} = 4,221$$

$$IC = 0,07354$$

$$RC = 8,2\% \text{ (adotado IR} = 0,9, \text{ para 4 critérios)}$$

O valor de $RC < 9\%$, confirma que valores inseridos na matriz são coerentes.

Valores constados na coluna AVN desta matriz, são inseridos na coluna da Matriz Decisão na respectiva Coluna das Despesas de deslocamento.

Tabela 11 – Matriz de decisão final.

Crítérios	P. T.	E. L.	F / F A.	D. 0800	Ddesloc.
Alternativas	54,31%	7,52%	5,02%	29,59%	3,56%
1	57,45%	42,38%	55,38%	4,61%	59,21%
2	23,62%	34,05%	24,77%	18,20%	22,97%
3	12,00%	15,63%	12,59%	66,21%	13,14%
4	6,93%	7,94%	7,27%	10,98%	4,67%

Onde:

P. T. – Perdas Totais (perdas técnicas + perdas não técnicas)

E. L. – Erro de Leitura

F / F A. – Falta ou falha de aferição

D. 0800 – Denúncia 0800

Ddesloc. – Despesas de deslocamento

Porém valores encontrados na coluna AVN na Tabela 6 até à Tabela 10, estão inseridos na Matriz Decisão na forma de coluna, em seus respectivos critérios. Para que se defina qual cidade deve ser priorizada para a realização de ações de combate a perdas não técnicas, realizou-se a soma do produto da linha de cada Município pela linha dos critérios, sendo realizado os seguintes cálculos:



Bento Gonçalves:

$$\begin{aligned} &= (57,45 \times 54,31) + (42,38 \times 7,52) + (55,38 \times 5,02) + (4,61 \times 29,59) \\ &+ (3,56 \times 59,21) = \frac{4064}{100} = \mathbf{40,64\%} \end{aligned} \quad (16)$$

Caxias do Sul:

$$\begin{aligned} &= (23,62 \times 54,31) + (34,05 \times 7,52) + (24,77 \times 5,02) + (18,20 \times 29,59) \\ &+ (22,97 \times 3,56) = \frac{2284}{100} = \mathbf{22,84\%} \end{aligned} \quad (17)$$

Canoas:

$$\begin{aligned} &= (12,00 \times 54,31) + (15,63 \times 7,52) + (12,59 \times 5,02) + (66,21 \times 29,59) \\ &+ (13,14 \times 3,56) = \frac{2838}{100} = \mathbf{28,38\%} \end{aligned} \quad (18)$$

Passo Fundo:

$$\begin{aligned} &= (6,93 \times 54,31) + (7,94 \times 7,52) + (7,27 \times 5,02) + (10,98 \times 29,59) \\ &+ (4,67 \times 3,56) = \frac{814}{100} = \mathbf{8,14\%} \end{aligned} \quad (19)$$

Com base nestes resultados podemos constatar que o Município de Bento Gonçalves, com 40,64%, deve ser o primeiro a ser realizado as inspeções, sendo o segundo colocado o Município de Canoas, com 28,38%, o terceiro colocado o Município de Caxias do Sul com 22,84%, e por último o Município de Passo Fundo, com 8,14%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método AHP é de grande valia quando se trata de tomada de decisão. Com seu uso é possível eficientizar ações, buscando o melhor custo benefício, porém, sua utilização deve ser realizada por pessoas que possuam um bom conhecimento do que está sendo tratado, pois a má conduta ao realizar a avaliação dos critérios pode obter resultados errôneos, podendo levar a prejuízos.

No caso em estudo, sua utilização possibilitou eleger a cidade com maior prioridade, considerando as causas que mais afetam as perdas não técnicas. Cabe destacar que podem ser



relacionados à resolução das perdas não técnicas problemas com as condições socioeconômicas e culturais da população atendida, o que muitas vezes dificulta o combate as PNT. Quando se trata de concessionárias de energia, onde o do cumprimento das metas regulatórias relativas às perdas não técnicas de energia, interferem na saúde financeira da empresa, é de fundamental importância a definição de prioridade de ações de combate a PNT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. M. DE et al. Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: aplicação do Método AHP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 257–262, 2000. D.O.I.:10.1590/S1415-43662000000200021

ANEEL. Perdas de Energia Elétrica na Distribuição. p. 21, 2019.

BERNARDON, D. P. et al. AHP decision-making algorithm to allocate remotely controlled switches in distribution networks. **IEEE Transactions on Power Delivery**, v. 26, n. 3, p. 1884–1892, 2011. D.O.I.:10.1109/TPWRD.2011.2119498

DA SILVA, A. C. S.; BELDERRAIN, M. C. N.; PANTOJA, F. C. M. Prioritization of r&d projects in the aerospace sector: AHP method with ratings. **Journal of Aerospace Technology and Management**, v. 2, n. 3, p. 339–348, 2010. D.O.I.:10.5028/jatm.2010.02039110

GOMES, L. F. A. M. et al. **Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão**. Thomson, [s.l.] 2004.

HILLIER, F. S.; PRICE, C. C.; AUSTIN, S. F. **76-Models , Methods , Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process**. 2ª ed. [s.l: s.n.]. v. 175

LYRA, R. L. W. C. DE. Análise hierárquica dos indicadores contábeis sob a óptica do desempenho empresarial. 10 dez. 2009. D.O.I.:10.11606/T.12.2008.TDE-12012009-182631

RIBEIRO, M. C. C. R.; ALVES, A. DA S. The problem of research project portfolio selection in educational organizations: A case study. **Gestao e Producao**, v. 24, n. 1, p. 25–39, 1 jan. 2017. D.O.I.:10.1590/0104-530X2089-16

SAATY, T. L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. **European Journal of**



Operational Research, v. 48, n. 1, p. 9–26, 5 set. 1990. D.O.I.:10.1016/0377-2217(90)90057-

I

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. MAKRON Books, [s.l.] 1991.

SAATY, T. L. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. **Interfaces**, v. 24, n. 6, p. 19–43, 1 dez. 1994. D.O.I.:10.1287/inte.24.6.19

SAATY, T. L. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. **European Journal of Operational Research**, v. 145, n. 1, p. 85–91, 16 fev. 2003. D.O.I.:10.1016/S0377-2217(02)00227-8