

## Estudo e Aprimoramento de Índice de Prioridade para Consumidores em Redes de Distribuição de Energia Elétrica

Gabriela B. Silva\*, Helmo K. Morales-Paredes\*,  
Juan Carlos Cebrian\*\*.

\*Group of Automation and Integrated Systems (GASI), São Paulo State University (UNESP), Sorocaba, São Paulo  
BR (Tel: +55 11 97290-8959; e-mail: gb.silva@unesp.br, e-mail:helmo.paredes@unesp.br).

\*\*Institute of Science and Engineering, São Paulo State University (UNESP), Itapeva, São Paulo  
BR (Tel: +55 11 95911-0223; e-mail: juan.cebrian@unesp.br).

---

**Abstract:** This study proposes the categorization of consumers according to their priority index in order to assist maintenance crews during emergency dispatch activities. The priority index is evaluated based on operational and behavioral parameters that characterize each consumer through the improvement of two multi-criteria decision methods, AHP and SMART. After the computational analysis of the priorities of each consumer, the evaluation by feeder in case of interruption at multiple points is also offered and the results are presented in a visual way in order to facilitate the operators' decision-making process.

**Resumo:** Neste trabalho é proposta uma categorização dos consumidores para concessionárias de energia elétrica em função do seu índice de prioridade de forma a auxiliar as equipes de manutenção nas atividades de despacho emergencial. Este índice é avaliado em função de parâmetros operacionais e comportamentais que caracterizam cada consumidor por meio do aprimoramento de dois métodos de decisão multicritério, AHP e SMART. Após a análise computacional das prioridades de cada consumidor, os resultados são fornecidos de maneira visual a fim de facilitar a tomada de decisão dos operadores.

**Keywords:** Emergency dispatches; Prioritization of costumers; Emergency maintenance; SMART; AHP; Multicriteria Decision.

**Palavras-chaves:** Despachos emergenciais; Priorização de UCs; Manutenção emergencial; SMART; AHP; Decisão Multicritério.

---

### 1. INTRODUÇÃO

O atendimento emergencial consiste na execução de serviços por equipes de eletricitistas em diferentes pontos do sistema de distribuição de energia elétrica, compreendendo as atividades necessárias para a manutenção corretiva relacionada a defeitos no sistema que causam interrupção no fornecimento de energia a um ou mais consumidores, ou a situações que envolvam risco à segurança. A demanda de um atendimento emergencial pode surgir a qualquer momento e deve ser executada imediatamente, especialmente em situações de risco. Segundo (Barbosa, 2015), esta atividade reflete diretamente nos resultados das concessionárias, visto que o tempo de execução dos serviços impacta as metas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para a qualidade do serviço prestado, bem como na qualidade percebida pelos consumidores.

O gerenciamento das equipes para atendimentos emergenciais é um desafio constante e complexo para as empresas de distribuição de energia elétrica, visto que está sujeito a diversas variáveis subjetivas e qualitativas que, por um lado, dificultam a priorização das ações e, por outro lado, não permitem uma visão global de roteiros de despacho. Garcia (2012) aponta como estratégias das concessionárias no atendimento emergencial: a redução do tempo de despacho das equipes; o aperfeiçoamento do uso de recursos de campo - na

forma de garantia de segurança ao menor custo possível; sistematização e transparência dos critérios de despacho.

Diariamente, distribuidoras de energia elétrica passam centenas de vezes por processos manuais de roteirização e priorização de serviços a serem executados. De maneira geral, quando surge um novo serviço emergencial, um técnico da empresa analisa - geralmente, em seu terminal de computador - qual a melhor equipe para realizar o atendimento. Para isso, são consultadas as posições das equipes em tempo real e, posteriormente é realizado o despacho do serviço imediatamente à(s) equipe(s) selecionada(s). Ocorrências emergenciais que impactam mais consumidores têm uma variação maior nos indicadores de continuidade que outras que afetem menos consumidores. Isso, portanto, leva a uma predisposição para a priorização de ocorrências com maiores quantidades de consumidores envolvidos. Entretanto, outras variáveis que envolvem o despacho emergencial podem alterar a priorização de atendimento, como, por exemplo, a caracterização do consumidor como prioritário (por exemplo, hospitais). A otimização das atividades emergenciais, visando a redução do tempo do despacho e a melhor alocação de recursos, tem sido explorada na literatura a fim de apoiar a melhoria do desempenho operacional das empresas concessionárias.

Garcia (2012) propõe um modelo matemático para o problema de roteamento de veículos para atendimentos de clientes

comerciais e emergenciais. A minimização da latência é o critério de avaliação utilizado para o atendimento de emergências, e as rotas envolvendo todos os clientes são criadas de modo a reduzir o tempo que decorre do início ao fim do trabalho (*makespan*) e o tempo total percorrido. Assim, no modelo proposto por Garcia (2012), são considerados três objetivos: latência mínima das emergências, minimização do *makespan* e do custo total das rotas. Por sua vez, Desuó et al. (2019) utilizam um algoritmo de otimização por enxame de partículas multi-objetivo visando reduzir principalmente o tempo de deslocamento das equipes. Nesse sentido, Barbosa (2015) aplica uma técnica de otimização por colônia de formigas a partir de dados reais que reduziu, em média, 15,48% o custo total das rotas, possibilitando que seja equilibrada a carga de trabalho das equipes entre atendimentos emergenciais e comerciais, bem como permitindo que mais serviços sejam executados no mesmo intervalo de tempo.

Garcia (2012) e Barbosa (2015) consideram a prioridade de serviços emergenciais sobre serviços comerciais a serem executados, mas não consideram prioridades entre serviços do mesmo tipo, nem a priorização de atendimentos de acordo com as características dos consumidores. Por sua vez, Cândido (2020) propõe o desenvolvimento de um algoritmo para resolução do problema de otimização combinatória multicritério que trata da roteirização de serviços comerciais e emergenciais de uma distribuidora caracterizando o problema a partir de sete critérios. Esses critérios são selecionados de maneira a definir de forma abrangente todos os aspectos relacionados tanto a desligamentos emergenciais involuntários na rede de energia como também serviços comerciais definidos pela regulação específica do setor. Para a avaliação de criticidade e priorização, foram utilizados os métodos decisórios como AHP e PROMETHEE II (do inglês *Analytic Hierarchy Process* e *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* respectivamente), em conjunto com pesquisas realizadas junto a agentes do setor e da academia que revelaram suas experiências individuais e percepções de priorização. Primeiro foi desenvolvido um algoritmo auxiliar responsável pela otimização de distâncias percorridas pelos veículos em diferentes cenários de despacho. Em seguida, é aplicada a priorização, que tem como critérios a quantidade de clientes interrompidos, o possível custo de compensações decorrentes da interrupção, a localização, a quantidade de clientes críticos afetados, o tempo de atendimento da ocorrência emergencial e o potencial risco envolvido. Não é considerada uma diferenciação dos tipos de consumidores.

Baumann et al. (2017) utilizam uma metodologia que avalia em tempo real uma série de parâmetros para cada tipo de atividade - comercial ou emergencial - na determinação da importância relativa do atendimento de cada serviço, assim como o impacto causado pelo não atendimento, de acordo com as metas da distribuidora. Ainda, são criadas rotas otimizadas em tempo real para as equipes que executarão os serviços. Para os serviços emergenciais foram considerados: a Duração Equivalente de Interrupção (DEC) mensal, DEC anual, compensação por violação de limites de continuidade, motivo da abertura da ocorrência, importância do cliente, número de chamadas, número de reincidências e tempo restante para

violar o prazo de 24 horas de interrupção. Foi utilizado o algoritmo MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) para a comparação da importância das ordens de serviço de campo, a fim de se determinar a prioridade entre elas, e a otimização das rotas foi feita utilizando a meta-heurística de colônia de formigas.

A priorização entre serviços a serem executados, além de ser voltada à minimização dos deslocamentos das equipes e reduzir os impactos nos indicadores de continuidade, traz à tona elementos de complexa comparação e análise para priorização (Cândido, 2020). Transportar de forma matemática as mais diversas regras de prioridade do setor elétrico para um algoritmo de priorização auxilia na eliminação de fatores subjetivos pessoais de necessidade de urgência no momento do despacho das equipes.

Sendo assim, este trabalho propõe o modelamento de dois algoritmos aprimorados capazes de integrar uma maior quantidade de características dos próprios consumidores visando estimar um único índice de priorização por consumidor de forma a orientar, de maneira mais assertiva, as equipes de manutenção durante o atendimento a eventos emergenciais. Para tal, na Seção 2 é apresentada a metodologia aprimorada, bem como os critérios escolhidos para priorização dos consumidores e os resultados obtidos. Finalmente na Seção 3 são apresentadas as principais conclusões e direcionamentos futuros.

## 2. METODOLOGIA

A primeira parte deste trabalho consistiu numa busca geral por métodos de priorização e ranking, extrapolando o setor de energia. Foram utilizados como critérios de avaliação destes modelos: simplicidade de implementação; capacidade de avaliação multicritério; capacidade de tratar dados qualitativos e quantitativos. A partir destes critérios, foram selecionados dois métodos: o SMART (*Simple Multi Attribute Rating Technique*) e AHP. Os dois métodos envolvem a atribuição de pesos para os critérios avaliados, e estes valores podem ser otimizados para refletir a estratégia que melhor atenda às necessidades da concessionária.

O método SMART é uma versão simplificada do MAUT (*Multiattribute Utility Theory*). É baseado em um modelo aditivo linear. Isso significa que um valor geral de uma determinada alternativa é calculado como a soma total da pontuação de desempenho de cada critério (atributo) multiplicado pelo peso deste critério. O método AHP, também um método de seleção multicritério, segue fundamentalmente quatro etapas: decomposição do problema em hierarquias, comparação par a par dos elementos em cada nível do sistema, determinação da prioridade relativa de cada elemento e agregação das prioridades relativas para a escolha final.

Neste trabalho é proposta uma categorização dos consumidores de uma concessionária de energia elétrica em função do seu índice de prioridade. Este índice será avaliado em função de parâmetros operacionais e comportamentais que caracterizam cada consumidor, considerando dados que estão disponíveis para as concessionárias bem como dados que poderiam ser adquiridos com os consumidores. Estes parâmetros são:

- Tempo de imunidade do processo produtivo – PIT;
  - Tempo de reinício de processo produtivo após falha – TER;
  - Custo de interrupção de processo produtivo – CIP;
  - Histórico de duração e frequência de interrupções (DIC e FIC);
  - O tipo de consumidor (saúde, indústria, serviço público, comércio ou residência);
  - O horário de funcionamento e o histórico de consumo.
6. Atribuir pesos aos parâmetros, preservando as proporções;
  7. Somar todos os pesos e dividir cada alternativa dentro de cada parâmetro;
  8. Atribuir pesos de 0 a 100 para cada alternativa dentro de cada parâmetro;
  9. Calcular o valor de cada alternativa;
  10. Decidir.

Os três primeiros parâmetros, PIT, TER e CIP, avaliam especificamente os consumidores do tipo industrial, lhes garantindo um maior peso a depender de suas características de operação. O PIT avalia o tempo requerido para que um processo produtivo apresente uma eminente falha após uma interrupção de energia. O TER parâmetro avalia o tempo necessário para que o processo produtivo retome sua operação normal após a reenergização. O CIP parâmetro avalia o custo financeiro obtido como consequência de uma interrupção do processo produtivo. Os indicadores DIC e FIC conferem um maior peso aos consumidores com um maior histórico de interrupções e protege a concessionária de multas por exceder os limites dos indicadores de continuidade estabelecidos pelo órgão regulador. O tipo de consumidor e o consumo auxiliam na classificação de unidades de atividades essenciais ou estratégicas (hospitais, indústrias e comércios) a fim de que recebam prioridade, podendo ser ainda subclassificadas de acordo com o seu consumo. O horário de funcionamento possibilita priorizar as unidades que estão abertas no momento de um atendimento emergencial. Os valores de cada critério foram atribuídos de forma aleatória para cada ponto de carga da rede avaliada.

Em ambos os métodos utilizados são atribuídos pesos para cada um dos parâmetros avaliados, bem como para os valores observados em cada parâmetro para cada consumidor. Os pesos dos parâmetros, assim como os pesos dos tipos de consumidor podem ser escolhidos de forma a refletir a estratégia de atuação da concessionária. Os demais, podem ser avaliados matematicamente.

### 2.1 Metodologia de cálculo SMART

O método SMART é eficiente para tratar com incertezas em situações de médio e alto risco, permitindo uma rápida e precisa tomada de decisão. O método foi originalmente proposto em 1977 por Ward Edwards como uma técnica de 10 etapas (Morgan, 2015):

1. Identificar o responsável pela necessidade que precisa ser otimizada;
2. Identificar a questão a ser resolvida;
3. Identificar as alternativas a serem avaliadas;
4. Identificar as dimensões de valor (parâmetros) relevantes para a avaliação das alternativas;
5. Ordenar os parâmetros em ordem de importância;

Na proposta original para o método, tanto os pesos dos parâmetros quanto os pesos de cada alternativa dentro de cada parâmetro são atribuídos pelos *stakeholders* envolvidos na atividade que se deseja otimizar aplicando o método de decisão multicritério. Os valores atribuídos são então padronizados de forma a normalizar a importância relativa de cada parâmetro. Os pesos (W) atribuídos para cada parâmetro estão dispostos na Tabela 1. Após a atribuição de peso dos parâmetros, foi atribuída uma avaliação (R) de 0 a 100 para cada alternativa do parâmetro Tipo de Consumidor. Os valores atribuídos estão reunidos na Tabela 2.

Para a avaliação das alternativas dos demais parâmetros, o método foi aprimorado, substituindo a nota que um avaliador definiria por uma relação matemática simples, respeitando uma distribuição uniforme, onde o maior valor observado dentre os itens avaliados tem peso atribuído como 100 e o menor valor tem peso 0. Estes dois pontos principais fornecem uma equação de uma reta que serve como base para calcular a avaliação para os valores intermediários, conforme as equações de (1) a (5).

$$y = a \times x + b \quad (1)$$

sendo

$$a = \frac{100}{(V_{\max} - V_{\min})} \quad (2)$$

e

$$b = \frac{-100 \times V_{\min}}{(V_{\max} - V_{\min})} \quad (3)$$

Quando se deseja priorizar valores crescentes da alternativa (por exemplo, quanto maior o DIC do consumidor, maior é sua prioridade no atendimento), ou

$$a = \frac{100}{(V_{\min} - V_{\max})} \quad (4)$$

e

$$b = \frac{-100 \times V_{\max}}{(V_{\min} - V_{\max})} \quad (5)$$

Quando se deseja priorizar valores decrescentes da alternativa (por exemplo, quanto menos o tempo de imunidade do processo do consumidor, maior deve ser sua prioridade).

Nas equações (1) a (5), as variáveis  $V_{\max}$  e  $V_{\min}$  são o maior e o menor valor observado para as alternativas de um parâmetro, respectivamente; y é o valor que será atribuído a alternativa que está sendo avaliada e a e b são os parâmetros da reta estabelecida pelos pontos  $V_{\max}$  e  $V_{\min}$ . O estabelecimento de uma relação matemática para atribuir os valores dos pesos de cada alternativa reduz a subjetividade do método. Por fim, foi

calculada uma média ponderada dos valores atribuídos a cada alternativa (consumidor). Esta etapa permite a normalização da importância relativa em pesos que somam 1.

**Tabela 1 - Pesos atribuídos para cada parâmetro avaliado no método SMART**

	Peso atribuído (W)	Peso padronizado (w_standard)
Tipo	100	13.33
Consumo	80	9.33
DIC	90	12.00
FIC	90	12.00
Horário	100	13.33
PIT	100	13.33
TER	100	13.33
CIP	100	13.33

**Tabela 2 - Pesos atribuídos por tipo de consumidor no método SMART**

CONSUMIDOR_TIPO	R
Indústria	100
Serviço Público	90
Comércio	70
Saúde	100
Residência	10

## 2.2 Metodologia de cálculo AHP

No método AHP são atribuídos pesos relativos para cada parâmetro avaliado de acordo com a escala de preferência relativa proposta por Saaty (1980), mostrada na Tabela 3, que propôs originalmente o método. De acordo com Saaty (1980), o fundamento do AHP consiste na decomposição e síntese das relações entre os critérios até que se chegue a uma priorização dos seus indicadores, aproximando-se de uma melhor resposta de medição única de desempenho. Nesse método, são comparadas em pares as alternativas em cada parâmetro e é calculada a prioridade relativa de cada alternativa quanto a cada parâmetro. Ao final são agregadas as prioridades relativas para compor o peso final de cada consumidor.

Para realizar a comparação relativa utiliza-se uma matriz de decisão A, na qual o método AHP calcula resultados parciais do conjunto A dentro de cada critério  $v_i(A_j)$ ,  $j = 1, \dots, n$ , denominado valor de impacto da alternativa  $j$  em relação à alternativa  $i$ , em que esses resultados representam valores numéricos das atribuições dadas pelo decisor a cada comparação de alternativas (Silva et al., 2022). Os resultados são normalizados pela expressão:

$$\sum_{i=1} v_i(A_j) = 1, j = 1, \dots, n \quad (6)$$

onde  $n$  corresponde ao número de alternativas comparadas. Cada parte do somatório consiste em:

$$v_i(A_j) = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1} a_{ij}}, j = 1, \dots, n \quad (7)$$

O que faz com que o vetor de prioridades da alternativa  $i$  em relação ao parâmetro  $C_k$  seja

$$v_k(A_j) = \frac{\sum_{j=1} v_i(A_j)}{n}, j = 1, \dots, n \quad (8)$$

Os valores finais das alternativas são gerados a partir da agregação dos pesos dos parâmetros com o vetor de prioridades de suas alternativas, tal que

$$f(A_j) = \sum_{i=1} w(C_i) * v_i(A_j), j = 1, \dots, n \quad (9)$$

onde  $w(C_i)$  é o vetor de pesos do parâmetro, e  $n$  é o número de alternativas. Assim é possível estabelecer uma ordenação global de alternativas através de uma função global de valor.

A Tabela 4 mostra os pesos entre cada parâmetro utilizando a escala de preferência de Saaty (1980). Assim como no método SMART, os pesos do tipo de consumidor foram atribuídos diretamente, enquanto para os demais itens, a comparação entre pares foi feita por comparação matemática simples, dividindo o valor de uma alternativa por seu par respeitando os limites da escala de preferência adotada. Os valores atribuídos por tipo de consumidor são apresentados na Tabela 5.

Sendo assim, o método SMART permite uma avaliação simplificada dos parâmetros, observando seus próprios pesos para a composição geral do problema, enquanto o método AHP faz uma avaliação entre pares além de avaliar o impacto individual de cada parâmetro. Os resultados obtidos são apresentados a seguir.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização das simulações foi utilizada uma rede real de 1946 barras, mostrada na Figura 1, com 672 cargas, divididas entre unidades de saúde, serviço público, indústrias, comércios e residências.



Fig. 1 Rede utilizada nas simulações.

Os métodos SMART e AHP aprimorados foram aplicados na mesma base de dados, considerando primeiro apenas parâmetros disponíveis para as concessionárias (tipo de consumidor, consumo, DIC e FIC), depois adicionando parâmetros que poderiam ser coletados com os consumidores (horário de funcionamento, PIT, TER, CIP) e considerando três momentos diferentes (manhã, tarde e noite) a fim de se avaliar o impacto da informação de horário de funcionamento. A comparação do desempenho de cada método nos cenários avaliados está resumida na Tabela 6.

**Tabela 6 - Tempo de processamento, em segundos, verificado para cada método em cada cenário avaliado**

	Com informações disponíveis para a concessionária	Com informações adicionais
AHP	7.34	16.85
SMART	0.62	0.64

### 3.1 Considerando apenas atributos disponíveis nas bases de dados da distribuidora

Com os dados conhecidos pela distribuidora, é possível obter uma categorização dos consumidores focada na redução do impacto nos indicadores de continuidade e na redução de multas para a concessionária, além de ser possível refinar a classificação levando em conta o tipo de consumidor e seu perfil de consumo, valorizando àqueles que fornecem serviços essenciais, como hospitais, e indústrias e comércios estratégicos para a região.

Nesta primeira etapa é possível perceber que ambos os métodos priorizam o atendimento a comércios em detrimento de consumidores industriais, como mostram as Figuras 2 e 3, baseando-se nos indicadores de qualidade do serviço, mesmo com a atribuição de pesos por tipo de consumidor. Ainda, essa classificação ocorre independentemente do horário de funcionamento. Assim, mesmo num caso de despacho emergencial fora do horário comercial, os consumidores comerciais seriam favorecidos.

### 3.2 Considerando também atributos que podem ser fornecidos pelo consumidor

Nesta segunda etapa das simulações foram incluídos como critérios: horário de início e fim de funcionamento dos estabelecimentos (quando aplicável), PIT para indústrias e hospitais, TR e CI para indústrias. As simulações foram feitas em três períodos diferentes a fim de se observar a influência dos horários nos resultados dos algoritmos. As Figuras 4, 6 e 8 mostram a visualização gráfica do ranking de priorização dos consumidores para cada método considerando a necessidade de despacho às 08 horas, 17 horas e às 22 horas, respectivamente. As Figuras 5, 7 e 9 mostram os 10 primeiros consumidores priorizados utilizando cada um dos métodos, considerando a necessidade de despacho às 08 horas, 17 horas e às 22 horas, respectivamente.

Com a aquisição de informações adicionais, consumidores industriais e do setor de saúde são os principais focos da priorização. A informação de horário permite ainda uma avaliação dinâmica desses consumidores.

## 4. CONCLUSÃO

Os métodos SMART e AHP aprimorados permitiram estabelecer uma avaliação mais profunda da prioridade de cada consumidor, observando não apenas critérios de impacto para a concessionária, mas que permitem também avaliar estratégias de atendimento que valorizem clientes críticos ou de peso estratégico, a depender do plano de desenvolvimento da distribuidora. Os dois métodos aprimorados se mostraram satisfatórios no cálculo dos índices de prioridade, tendo

desempenhos aproximadamente equivalentes num cenário de poucos clientes afetados. Ao se aumentar a massa de dados analisada, simulando um evento de contingência, o método SMART apresentou um tempo de processamento menor, visto que os cálculos do método AHP, ao se tratar de comparações hierárquicas, tornam-se mais complexo com um número maior de consumidores a serem avaliados. Apesar do custo em processamento, o método AHP consegue um nível de detalhamento maior na priorização e traz índices mais bem definidos ao incluir a comparação de pares. Essa diferença fica clara também na comparação gráfica, onde é possível observar distinções claras entre os pesos finais por consumidor calculado através do método AHP, enquanto no método SMART essa variação se torna um pouco mais sutil.

É importante destacar que o índice de prioridade poderá mudar em função dos dados informados pelo consumidor, ou seja, o PIT pode ser menor (mais sensível à perturbação) em alguns meses do ano e maior em outros (menos sensível a perturbações). O CIP pode mudar (aumentar ou diminuir) em função de contratos a serem honrados em alguns períodos do ano. Sendo assim, PIT, TER e CIP podem ser tratados em trabalhos futuros métodos para que os dados possam ser informados às empresas concessionárias de energia pelos próprios consumidores utilizando tecnologias da Indústria 4.0 como aplicação de sistemas ciberfísicos, computação em nuvem ou sistemas de segurança digital, isto com o intuito de avaliar e contribuir na seleção de melhores alternativas na tomada de decisão. Também em trabalhos futuros, os critérios das simulações podem ser refinados por meio de pesquisas com empresas do setor de distribuição de energia a fim de incluir a percepção das prioridades utilizadas pelos agentes do setor. Pode-se ainda explorar a aplicação de métodos de priorização multicriterial em outros campos de atuação, como na execução de algoritmos de autorrecuperação da rede ou ainda na decisão de priorização de obras de melhoria da rede.

## REFERÊNCIAS

- Barbosa, D. F. (2015). Aplicação da otimização por colônia de formigas ao problema de múltiplos caixeiros viajantes no atendimento emergencial em uma empresa de distribuição de energia elétrica. Dissertação de Mestrado. Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Baumann, P. H., Neto, J. C., Romero, F., & Antunes, A. U. (2017). Técnicas Avançadas e Protótipo de Sistema Para Inovação da Gestão e Execução de Serviços de Campo de uma Distribuidora de Energia Elétrica. Fonte: [https://www.researchgate.net/profile/Paulo-Baumann/publication/319205973\\_Tecnicas\\_Avancadas\\_e\\_Prototipo\\_de\\_Sistema\\_Para\\_Inovacao\\_da\\_Gestao\\_e](https://www.researchgate.net/profile/Paulo-Baumann/publication/319205973_Tecnicas_Avancadas_e_Prototipo_de_Sistema_Para_Inovacao_da_Gestao_e)

**Tabela 3 – Escala de preferência relativa proposta por Saaty (1980)**

Intensidade da preferência	Definição (Escala Verbal)	Observações
1	Igualdade de preferência	Os dois elementos contribuem igualmente para o alcance do objetivo
3	Fraca de preferência de um dos elementos	Julgamento levemente favorável a um dos dois elementos
5	Forte preferência de um dos elementos	Julgamento favorável a um dos dois elementos
7	Muito forte preferência de um dos elementos	Um dos elementos é muito forte e sua dominância pode ser demonstrada na prática
9	Preferência absoluta de um dos elementos	A superioridade de um dos elementos é evidente demais
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre os dois julgamentos adjacentes	Utilizados quando houver necessidade de uma redução dos valores anteriormente apresentados
Valores recíprocos (não negativos)	Se um elemento $i$ obtiver um dos valores apresentados acima quando comparado com o elemento $j$ , então $j$ possuirá o valor recíproco quando comparado com $i$	

**Tabela 4 – Preferência relativa atribuída a cada parâmetro avaliado no método AHP**

	CONSUMIDOR_TIPO	DIC	FIC	CONSUMO	HORARIO	PIT	TR	CI
CONSUMIDOR_TIPO	1.00	2.00	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DIC	0.50	1.00	2.00	2.00	0.50	0.50	0.50	0.50
FIC	0.50	0.50	1.00	2.00	0.50	0.50	0.50	0.50
CONSUMO	0.33	0.50	0.50	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50
HORARIO	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
PIT	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
TR	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CI	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**Tabela 5 – Preferência relativa entre tipos de consumidor**

	COMÉRCIO	INDÚSTRIA	RESIDÊNCIA	SAÚDE	SERVIÇO PÚBLICO
COMÉRCIO	1.00	0.11	7.00	0.11	0.20
INDÚSTRIA	9.00	1.00	9.00	1.00	9.00
RESIDÊNCIA	0.14	0.11	1.00	0.11	0.14
SAÚDE	9.00	1.00	9.00	1.00	9.00
SERVIÇO PÚBLICO	5.00	0.11	7.00	0.11	1.00

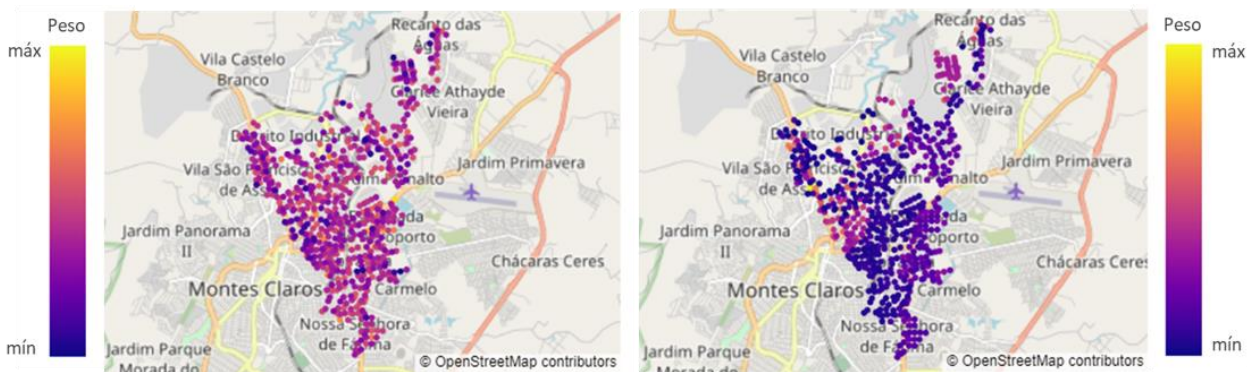


Fig. 2 Visualização gráfica do ranking dos consumidores com os métodos SMART (esquerda) e AHP (direita).

AL_ID	CONSUMIDOR_ID	CONSUMIDOR_TIPO	POSIÇÃO
376	5240	COMÉRCIO	1
1499	5523	COMÉRCIO	2
1745	5753	SAÚDE	3
1502	5526	SAÚDE	4
1609	5624	SAÚDE	5
1700	5708	INDÚSTRIA	6
725	5388	COMÉRCIO	7
1551	5570	SAÚDE	8
811	5468	SAÚDE	9
419	5279	SAÚDE	10

Fig. 3 Top 10 do ranking dos consumidores com os métodos SMART (esquerda) e AHP (direita).





Fig. 4 Visualização gráfica dos consumidores às 08:00:00 horas com os métodos SMART (esquerda) e AHP (direita).

CONSUMIDOR_ID	CONSUMIDOR_TIPO	HORARIO_INICIO	HORARIO_FIM	POSIÇÃO
5456	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	1
5308	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	2
5226	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	3
5250	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	4
5614	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	5
5708	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	6
5666	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	7
5192	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	8
5228	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	9
5572	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	10

CONSUMIDOR_ID	CONSUMIDOR_TIPO	HORARIO_INICIO	HORARIO_FIM	POSIÇÃO
5456	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	1
5376	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	2
5614	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	3
5708	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	4
5612	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	5
5529	INDÚSTRIA	09:00:00	18:00:00	6
5226	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	7
5450	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	8
5448	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	9
5632	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	10

Fig. 5 Top 10 do ranking dos consumidores às 08:00:00 horas com os métodos SMART (esquerda) e AHP (direita).

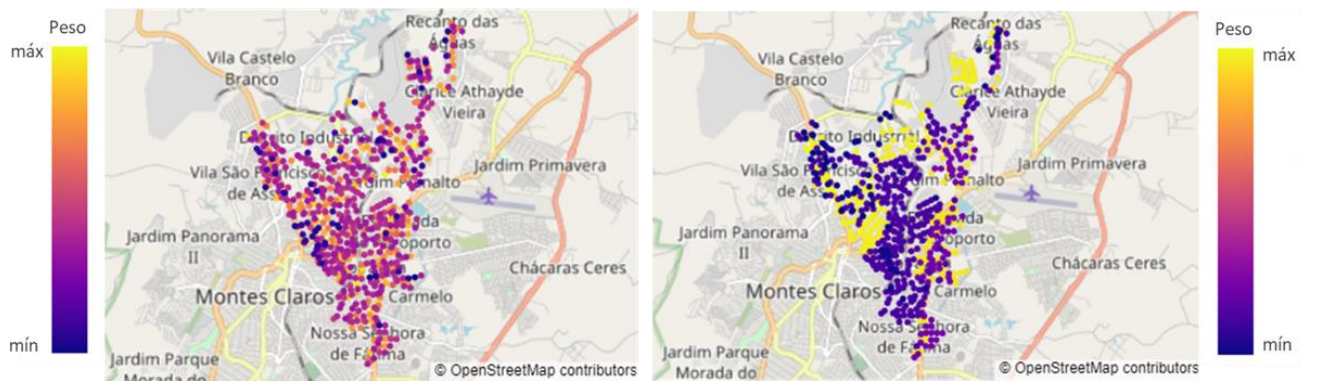


Fig. 6 Visualização gráfica dos consumidores às 17:00:00 horas com os métodos SMART (esquerda) e AHP (direita).

CONSUMIDOR_ID	CONSUMIDOR_TIPO	HORARIO_INICIO	HORARIO_FIM	POSIÇÃO
5456	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	1
5308	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	2
5635	INDÚSTRIA	09:00:00	18:00:00	3
5611	INDÚSTRIA	09:00:00	18:00:00	4
5191	INDÚSTRIA	09:00:00	18:00:00	5
5226	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	6
5250	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	7
5614	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	8
5529	INDÚSTRIA	09:00:00	18:00:00	9
5708	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	10

CONSUMIDOR_ID	CONSUMIDOR_TIPO	HORARIO_INICIO	HORARIO_FIM	POSIÇÃO
5456	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	1
5529	INDÚSTRIA	09:00:00	18:00:00	2
5191	INDÚSTRIA	09:00:00	18:00:00	3
5376	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	4
5611	INDÚSTRIA	09:00:00	18:00:00	5
5614	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	6
5708	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	7
5612	INDÚSTRIA	08:00:00	17:00:00	8
5453	INDÚSTRIA	09:00:00	18:00:00	9
5635	INDÚSTRIA	09:00:00	18:00:00	10

Fig. 7 Top 10 do ranking dos consumidores às 17:00:00 horas com os métodos SMART (esquerda) e AHP (direita).

dora\_de\_Energia\_Eletrica/links/599b2bd4aca272dff128e3a0/Tecnicas-Ava.

Cândido, G. V. (2020). Otimização multicritério para roteirização de serviços de uma distribuidora de energia elétrica.

Desuó, L., Bessani, M., Fanucchi, R., Gross, T., & C. D. Maciel. (Fevereiro de 2019). A Multi-objective Swarm Intelligence Approach for Field Crews Patrol

Optimization in Power Distribution Systems Restoration. IEEE Latin America Transactions, pp. pp. 338-346.

Garcia, V. J. (2012). Problema de roteamento de veículos para atendimento de ordens emergenciais em concessionária de distribuição de energia elétrica. . Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, (pp. 1222-1231).

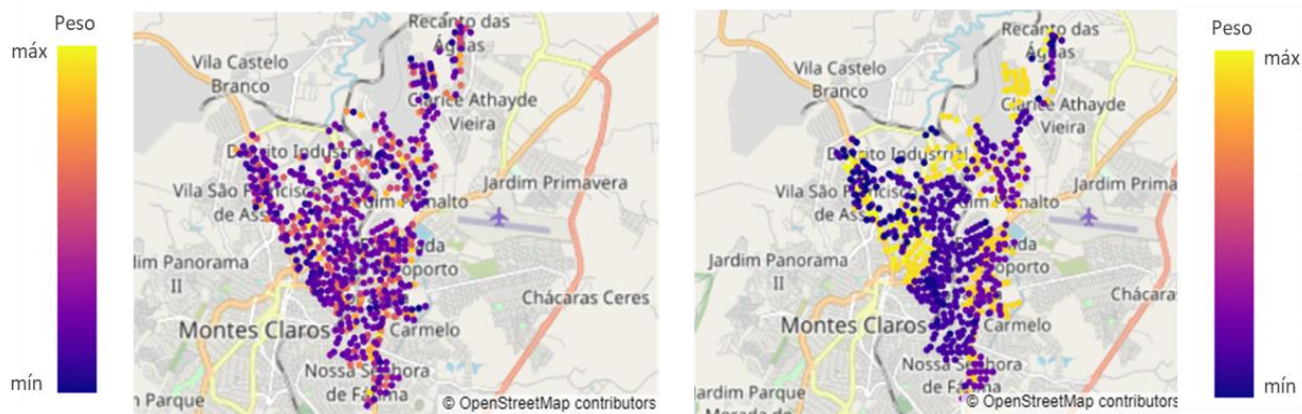


Fig. 8 Visualização gráfica dos consumidores às 22:00:00 horas com os métodos SMART (esquerda) e AHP (direita).

CONSUMIDOR_ID	CONSUMIDOR_TIPO	HORARIO_INICIO	HORARIO_FIM	POSIÇÃO
5666	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	1
5192	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	2
5315	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	3
5461	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	4
5469	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	5
5465	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	6
5314	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	7
5244	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	8
5242	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	9
5462	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	10

CONSUMIDOR_ID	CONSUMIDOR_TIPO	HORARIO_INICIO	HORARIO_FIM	POSIÇÃO
5315	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	1
5243	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	2
5242	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	3
5309	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	4
5192	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	5
5380	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	6
5666	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	7
5461	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	8
5314	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	9
5244	INDÚSTRIA	00:00:00	23:59:59	10

Fig. 9 Top 10 do ranking dos consumidores às 22:00:00 horas com os métodos SMART (esquerda) e AHP (direita).

Morgan, Alexandre Secolo. Abordagem Multicritério para Apoio à Decisão de Investimentos em Áreas de Serviços do Instituto SENAI de Tecnologia do Espírito Santo. 2015. 103 p. Dissertação de Mestrado Profissional em Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

Saaty, Thomas. The analytic hierarchy process (AHP) for decision making. In: Kobe, Japan. 1980. p. 1-69.

Silva, Roterdan Moura, Belderrain, Mishel Carmen Neyra. Considerações sobre Métodos de Decisão Multicritério. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Disponível em: <<http://www.bibl.ita.br/xiencita/Artigos/Mec03.pdf>>. Acesso em: 28 de mar. 2022.

Tang, Yu-Cheng et al. Application and development of a fuzzy analytic hierarchy process within a capital investment study. *Journal of economics and management*, v. 1, n. 2, p. 207-230, 2005.