

Recebimento: 20/03/2017

Aceite: 11/06/2018

## MANUTENÇÃO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA: PROPOSTA DE UM MODELO CONSTRUTIVISTA DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

## STREET LIGHTING MAINTENANCE: PROPOSAL FOR A CONSTRUCTIVIST PERFORMANCE EVALUATION MODEL

Gustavo Guilherme Thiel<sup>1</sup>

Sandra Rolim Ensslin<sup>2</sup>

Leonardo Ensslin<sup>3</sup>

### Resumo

A complexidade na prestação dos serviços de manutenção da iluminação pública, fundamental para os municípios, e a necessidade da garantia de transparência das ações tornam imprescindíveis a utilização de ferramentas para avaliar o desempenho e apoiar sua gestão. Assim, o objetivo deste estudo é desenvolver um modelo construtivista de avaliação de desempenho multicritério para apoiar a gestão da atividade de manutenção da iluminação pública do município de Joinville, com base na própria percepção do gerente de “Transportes e Vias Públicas”. Para isso, utilizou-se a metodologia Multicritério de Apoio à Decisão-Construtivista (MCDA-C), com o desenvolvimento de suas três fases: Estruturação, Avaliação e Recomendações. Foi construído um modelo de avaliação com 11 indicadores, que permitiu evidenciar o statu quo da manutenção da iluminação pública em Joinville, que era de 31,7, considerado pelo decisor em nível de mercado. Na fase de Recomendações, foram propostas ações para alavancagem do desempenho da atividade naqueles critérios em que a performance foi identificada em nível comprometedor, contribuindo para um relevante incremento, passando para 70,3. O desenvolvimento do modelo gráfico de avaliação de desempenho, legítimo e válido, composto por indicadores pouco explorados na literatura sobre o tema até então, devido ao reconhecimento da necessidade de incorporação da singularidade e das características ad hoc do contexto com base na percepção do gerente, permitiu-lhe tomar decisões fundamentadas, tempestivas e efetivas, passando a contribuir ativamente com toda a gestão municipal.

**Palavras-chave:** Avaliação de Desempenho. Iluminação Pública. Gestão Municipal. Apoio à Decisão. Abordagem Construtivista. Metodologia MCDA-C.

### Abstract

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia de Produção (Gestão de Operações) pela Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, Brasil. E-mail: gustavogthiel@gmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia de Produção (UFSC). Professora da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. E-mail: senssln@gmail.com

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Industrial e Sistemas (University of Southern California, Estados Unidos). Professor da Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. E-mail: leonardoenssln@gmail.com

The complexity in the provision of street lighting maintenance services, which is essential for residents, and the need to guarantee the transparency of actions make it essential to use tools to evaluate performance and support its management. Thus, the objective of this study is to develop a constructivist model of multicriteria performance evaluation to support the management of the activity of maintenance of street lighting in Joinville, based on the "Transportation and Public Roads" manager own perception. For that, the Multicriteria Methodology to Support Constructivist Decision (MCDA-C) was used, with the development of its three phases: Structuring, Evaluation and Recommendations. An evaluation model with 11 indicators was built, which made it possible to highlight the status quo of the street lighting maintenance in Joinville, which was 31.7, considered by the decision-maker at the market level. In the Recommendations phase, actions were proposed to leverage the performance of the activity in those criteria in which the performance was identified at a compromising level, contributing to a relevant increase, going to 70.3. The development of a legitimate and valid graphic performance evaluation model, composed of indicators that have not been explored in the literature on the subject until then, due to the recognition of the need to incorporate the uniqueness and ad hoc characteristics of the context based on the manager's perception, it allowed him to make informed, timely and effective decisions, starting to actively contribute to the entire municipal management.

**Keywords:** Performance Evaluation. Street Lighting. Municipal Management. Decision Support. Constructivist Approach. MCDA-C Methodology.

## Introdução

A iluminação pública é parte integrante do ambiente municipal e desempenha importante papel na sociedade, contribuindo para a saúde e bem-estar da população e influenciando nas emoções dos observadores (LECCESE; SALVADORI; ROCCA, 2017). Da mesma forma, a manutenção e funcionamento eficiente da iluminação pública é fundamental para a segurança das pessoas ao inibir práticas criminosas, bem como para a segurança no trânsito para auxiliar o tráfego noturno (MIRZAEI *et al.*, 2015; GUTIERREZ-ESCOLAR *et al.*, 2015).

Nos últimos anos, a transparência nos orçamentos e os princípios de efetividade, eficiência e sustentabilidade tornaram-se pilares fundamentais nos quais a gestão pública deve se basear (BENITO; GUILLAMÓN; MARTÍNEZ-CORDOBA, 2020). Essa nova premissa contrapõe-se a experiências anteriores com as quais os cidadãos estavam acostumados, visto que a resposta do poder público era demasiadamente lenta, e o controle e a transparência das despesas públicas eram inexistentes (YU; WANG; SHEN, 2010). Nesse contexto, a prestação de manutenção da iluminação pública, quando negligenciada, pode trazer consequências extremamente desfavoráveis, como é o caso de um ponto de iluminação permanecer por longos períodos fora de funcionamento. A segurança da população, nesse caso, fica prejudicada e as ações de vandalismo estão mais propensas a ocorrer (YU; WANG; SHEN, 2010). Do contrário, uma resposta rápida na manutenção tende a causar repercussão positiva. Assim, além da satisfação dos cidadãos com uma prestação de serviços tempestiva, o bom desempenho do sistema de iluminação pública pode ser valioso para as próprias administrações públicas (MIRZAEI *et al.*, 2015).

Prado-Lorenzo e García-Sánchez (2007) afirmam que, pelo fato de os serviços públicos municipais adotarem diferentes formas de gerenciamento, aumenta-se a relevância de sua avaliação. Em complemento, na visão de Mirzaei *et al.* (2015), a estrutura na prestação de serviços de iluminação pública, incluindo a manutenção, embora possa rearranjar-se de diferentes maneiras, configura-se em três esferas principais: a regulação, que pode ser assumida por ministérios e agências reguladoras e é responsável pelas políticas e diretrizes gerais; o gerenciamento que, trazendo para a realidade brasileira, é feito pelos próprios municípios, que fiscalizam e direcionam as atividades locais; e, por fim, a operação e a prestação do serviço, que podem ser desenvolvidas por contratados.

Dada a complexidade na prestação dos serviços de manutenção da iluminação pública, sua importância perante a sociedade (DOULOS *et al.*, 2019; MURRAY; FENG, 2016) e a necessidade da garantia de transparência das ações, o desempenho dessa atividade deve ser avaliado para que possa ser aprimorado e acompanhado por todos os envolvidos (THIEL; ENSSLIN; ENSSLIN, 2017). Diante disso, emerge a pergunta de pesquisa do presente trabalho: Quais os critérios/indicadores a serem

considerados para a avaliação de desempenho da atividade de manutenção da iluminação pública, de modo a conduzir as atividades do decisor e, ainda, ampliar seu conhecimento sobre o contexto? A fim de responder à pergunta proposta, o objetivo geral deste trabalho é desenvolver um modelo construtivista de avaliação de desempenho multicritério para apoiar a gestão da manutenção da iluminação pública do município de Joinville, segundo a percepção do gestor.

De modo a atender ao objetivo, o instrumento de intervenção selecionado pelos autores foi a metodologia Multicritério de Apoio à Decisão-Construtivista (MCDA-C), por sua característica construtivista, que permite ao gestor de iluminação pública, no caso do município de Joinville é o gerente de “Transportes e Vias Públicas”, promover um sólido conhecimento sobre a manutenção da iluminação pública; estruturar e avaliar as dimensões por ele consideradas relevantes, implicando resultados mais confiáveis; e compreender os impactos das decisões tomadas, observando ações de melhoria.

A importância deste trabalho reside no fato de a iluminação pública ser um serviço indispensável à população, influenciando a segurança e o bem-estar da sociedade (MIRZAEI *et al.*, 2015; YU; WANG; SHEN, 2010; GUTIERREZ-ESCOLAR *et al.*, 2015). Assim, o desempenho insuficiente da manutenção é, naturalmente, notado pela população, uma vez que a falha no serviço implica diretamente sua insatisfação. A originalidade deve-se ao fato de não terem sido encontrados, na literatura, estudos que construam um modelo multicritério construtivista para a avaliação de desempenho da atividade de manutenção da iluminação pública (THIEL; ENSSLIN; ENSSLIN, 2017). Por fim, o estudo é viável pelo interesse, por parte do gerente, do município de Joinville, na construção de um modelo de avaliação de desempenho, que lhe permitirá tomar decisões fundamentadas, que convirjam para os objetivos estratégicos da administração municipal e garantam a transparência das ações. Além disso, uma gestão que garante o atendimento das principais funções da iluminação pública, quais sejam proteger pessoas e bens, promover melhor qualidade de vida e segurança, contribuir para o desenvolvimento social e econômico e prevenir o crime, acrescenta valor significativo para o ambiente urbano, fomentando a atividade econômica e contribuindo com o desenvolvimento regional (SALVIA *et al.*, 2019).

## Referencial Teórico

A iluminação pública é um serviço municipal e essencial para todas as cidades. Algumas características, como a impossibilidade de identificar os usuários residentes e não residentes; a indisponibilidade da opcionalidade da prestação do serviço, haja vista a iluminação pública atingir a todos os usuários; e os efeitos sobre o orçamento público, despertam grande interesse dos gestores públicos em aprimorar sua gestão (PRADO-LORENZO; GARCÍA-SANCHEZ, 2007). A manutenção, que é umas das principais preocupações para gestores públicos, reflete diretamente o desempenho da administração municipal, tornando-se fundamental ter a sua qualidade gerenciada (YU; WANG; SHEN, 2010).

A avaliação de desempenho da iluminação pública pode ser classificada, com base na literatura, em três focos de avaliação: o primeiro deles é a prestação do serviço que se preocupa em avaliar, por meio de indicadores, o desempenho da iluminação pública em diversas regiões (BENITO; GUILLAMÓN; MARTÍNEZ-CÓRDOBA, 2020; IGHRAVWE *et al.*, 2020; MIRZAEI *et al.*, 2020; THIEL; ENSSLIN; ENSSLIN, 2017; MIRZAEI *et al.*, 2015; YU; WANG; SHEN, 2010; PRADO-LORENZO; GARCÍA-SANCHEZ, 2007); o segundo foco de avaliação é o de eficiência energética, cujos indicadores estão voltados basicamente para consumo de energia e características fotométricas das instalações (CARLI; DOTOLI; PELLEGRINO, 2018; DOULOS *et al.*, 2019; LECCESE; SALVADORI; ROCCA, 2017; SALVIA *et al.*, 2019; GUTIERREZ-ESCOLAR *et al.*, 2015; CARLI; DOTOLI; PELLEGRINO, 2015; PRELOVŠEK; BIZJAK; KOBAV, 2012); e o terceiro foco é o de planejamento e alocação de recursos, que não constroem diretamente indicadores, mas estudam formas de planejar a iluminação para otimizar o desempenho de suas instalações (MURRAY; FENG, 2015; SHEFER; STROUMSA, 1982; SHEFER; STROUMSA, 1981; BOLINGER *et al.*, 1978).

Além do foco de avaliação, classificou-se a literatura selecionada sob a ótica de outros grupos, detalhados no Quadro 1, a fim de possibilitar o entendimento de como os estudos anteriores relacionam-se entre si. A primeira informação trazida se refere à proposta do artigo; são apresentados também os indicadores e/ou critérios propostos em cada um dos estudos; e, finalmente, em relação à abrangência do campo de estudo, que o qualifica em local, para um único município, ou regional, para mais de um município. Apesar das importantes contribuições dos estudos com foco de avaliação em eficiência energética e planejamento e alocação de recursos, serão analisadas com

detalhes as propostas relacionadas à prestação do serviço, visto estarem alinhadas com o objetivo deste estudo, não somente para o levantamento dos indicadores construídos, mas também para entendimento dos mecanismos de avaliação propostos.

Benito, Guillamón e Martínez-Córdoba (2020) aplicam a ferramenta Análise Envoltória de Dados (DEA) para calcular a eficiência da iluminação pública, com o objetivo de verificar os fatores que afetam esses níveis de eficiência em municípios da Espanha – com base em um conjunto de variáveis (densidade populacional, horas de luz solar, superfície urbanizada, índice de turismo, nível de renda, ideologia e força política e tipo de gestão) –, e qual a configuração na prestação do serviço que se apresenta como a mais adequada. Prado-Lorenzo e García-Sanchez (2007) também estudam a eficiência dos governos municipais na prestação do serviço de iluminação pública, utilizando a ferramenta da Análise Envoltória de Dados (DEA), principalmente pela forma de sua gestão: se pública ou privada.

Ighravwe *et al.* (2020) propõem um *framework* que avalia estratégias de manutenção de equipamentos fotovoltaicos para iluminação pública por meio da aplicação da lógica *Fuzzy* e *TOPSIS*. Observou-se que a estratégia de manutenção baseada ‘em risco’ é a menos apropriada; e a estratégia baseada ‘em condição’ é a mais apropriada. Mirzaei *et al.* (2015) apresentam um método com base na função de distribuição normal para estimar a taxa de falhas de lâmpadas, antevendo a necessidade de manutenção da iluminação pública. O estudo possibilita indicar o melhor produto disponível no mercado e os custos associados à operação do sistema. Em continuação ao estudo, Mirzaei *et al.* (2020) investigam os desafios nas áreas de gerenciamento de Recursos Humanos, estimativa de custos, atribuição de preços e cronograma para contratação de um prestador de serviços privado. A finalidade é determinar o preço e a duração ideais dos contratos.

Yu, Wang e Shen (2010) avaliam a qualidade na prestação dos serviços de manutenção por meio de pesquisas direcionadas aos cidadãos. Na visão dos autores, estando os cidadãos satisfeitos com a prestação dos serviços, a interação e o apoio dos munícipes também melhoram. Por fim, Thiel, Ensslin e Ensslin (2017) conduziram uma revisão da literatura na área de avaliação de desempenho da iluminação pública, apontando diversas oportunidades de pesquisa e desafios para gestores da área. Como lacuna de pesquisa principal foi identificado que a literatura não apresentava um modelo estruturado de avaliação de desempenho que apoiasse o gestor na tomada de decisão.

### Quadro 1: Análise da literatura para avaliação de desempenho da iluminação pública

| ID | Referência                                  | Proposta do artigo   | Foco da Avaliação     | Indicadores / critérios propostos  | Abrangência do campo de estudo         |
|----|---|--|-----------------------|--|--|
| 1  | Benito, Guillamón e Martínez-Córdoba (2020) | Eficiência na prestação do serviço   | Prestação do serviço  | Densidade populacional, horas diurnas, horas noturnas, área urbanizada, índice de turismo, nível de renda, ideologia e força política, tipo de gestão (público / privado / misto)  | Regional – 1.547 municípios da Espanha |
| 2  | Carli, Dotoli e Pellegrino (2017)           | Plano para retrofit dos equipamentos   | Eficiência energética | Consumo anual de energia, poluição luminosa, índice de reprodução de cor   | Local – Bari (Itália)                  |
| 3  | Doulos <i>et al.</i> (2019)                 | Proposta de eficiência energética  | Eficiência energética | Potência da luminária, distância entre postes, ângulo das luminárias, temperatura de cor, dimerização  | Local – Rodovia da Grécia              |
| 4  | Ighravwe <i>et al.</i> (2020)               | Estratégias de manutenção de energia fotovoltaica para iluminação pública              | Prestação do serviço  | Mão de obra, vandalismo, suporte de stakeholders, qualidade do material, frequência de acidentes, taxa de falha, custo, desafios climáticos, qualidade do planejamento urbano, disponibilidade de equipamentos, informação disponível para manutenção, qualidade esperada, credibilidade da informação | Local – Comunidades da Nigéria         |
| 5  | Leccese, Salvadori e Rocca (2017)           | Análise crítica dos indicadores de desempenho energético e luminotécnico               | Eficiência energética | Densidade de potência, consumo anual de energia, eficiência energética da luminária, iluminância, luminância   | Local – Pisa (Itália)                  |
| 6  | Mirzaei <i>et al.</i> (2020)                | Responder a questões sobre gerenciamento e operação dos serviços de iluminação pública | Prestação do serviço  | Taxa de falhas de lâmpadas   | Local – Isfahan (Irã)                  |

|    |                                       |   |                                     |   |   |
|----|---------------------------------------|---|-------------------------------------|---|---|
| 7  | Murray e Feng (2015)                  | Framework para avaliar e planejar a iluminação pública baseado em modelagem de localização  | Planejamento / alocação de recursos | Não se aplica   | Local – San Diego (EUA)                                   |
| 8  | Salvia et al. (2019)                  | Escolher a melhor opção para eficiência energética da iluminação pública a partir das melhores práticas em nível mundial              | Eficiência energética               | Valor médio mensal de consumo de energia (kWh/poste), número de pontos de iluminação per capita (postes/habitante), % de luminárias LED                                 | Regional – Passo Fundo, Porto Alegre, Santa Maria, Brasil |
| 9  | Thiel, Ensslin e Ensslin (2017)       | Revisão da literatura buscando lacunas de pesquisa e desafios para gestores na avaliação de desempenho da iluminação pública          | Prestação do serviço                | Não se aplica   | Não se aplica   |
| 10 | Mirzaei et al. (2015)                 | Método para análise da taxa anual de falha em lâmpadas  | Prestação do serviço                | Taxa de falhas de lâmpadas  | Local – Isfahan (Irã)                                     |
| 11 | Gutierrez-Escolar et al. (2015)       | Propor método para analisar pontos em regulamentações que não tenham sido considerados, sob o ponto de vista da eficiência energética | Eficiência energética               | Não se aplica   | Regional – Espanha  |
| 12 | Carli, Dotoli e Pellegrino (2015)     | Plano para retrofit dos equipamentos  | Eficiência energética               | Consumo anual de energia, poluição luminosa, índice de reprodução de cor  | Local – Bari (Itália)                                     |
| 13 | Prelovšek, Bizjak e Kobav (2012)      | Apresentar dados de consumo de energia da iluminação pública  | Eficiência energética               | Potência média das luminárias, consumo por habitante, consumo por km de rodovia   | Regional – Eslovênia                                      |
| 14 | Yu, Wang e Shen (2010)                | Apresentar pesquisas feitas com os cidadãos sobre o desempenho da iluminação pública  | Prestação do serviço                | Satisfação do consumidor  | Regional – Taiwan   |
| 15 | Pedro-Lorenzo e García-Sánchez (2007) | Analisar a eficiência na prestação do serviço e iluminação pública  | Prestação do serviço                | Consumo de energia total, custo total, área iluminada, horas diurnas, horas noturnas, tempo que o ponto de iluminação permaneceu apagado, número de ações de vandalismo | Regional – 24 cidades da Espanha                          |
| 16 | Shefer e Stroumsa (1982)              | Apresentar um método sistemático, racional e politicamente viável para alocação de recursos para iluminação pública                   | Planejamento / alocação de recursos | Não se aplica   | Local – Jerusalém (Israel)                                |
| 17 | Shefer e Stroumsa (1981)              | Apresentar uma ferramenta para tomada de decisão no planejamento da iluminação pública  | Planejamento / alocação de recursos | Não se aplica   | Local – Jerusalém (Israel)                                |
| 18 | Bolinger et al. (1978)                | Determinar um método para resolução de problemas de engenharia em iluminação pública  | Planejamento / alocação de recursos | Não se aplica   | Não se aplica   |

## Metodologia de pesquisa

Quanto à natureza, esta pesquisa classifica-se como exploratória (RICHARDSON, 2008), pois visa gerar conhecimento acerca do ambiente de estudo, ou seja, a Gerência de Transportes e Vias Públicas, do município de Joinville, com base na percepção do gerente. A abordagem do problema é qualitativa e quantitativa (RICHARDSON, 2008). A abordagem qualitativa está presente na Fase de Estruturação, à medida que é necessário conhecer o contexto da Gerência de Transportes e Vias Públicas, do município de Joinville, para poder identificar os objetivos e construir suas respectivas escalas ordinais pelas quais o desempenho será medido e gerenciado; e na Fase de Recomendações, em que são sugeridas ações para o aperfeiçoamento de forma a melhorar o desempenho da prestação de serviços. Já a abordagem quantitativa ocorre quando da transformação das escalas ordinais em cardinais, da construção das taxas de compensação, da determinação da equação do modelo e da

mensuração do desempenho global do contexto decisório, desenvolvidos na Fase de Avaliação do modelo.

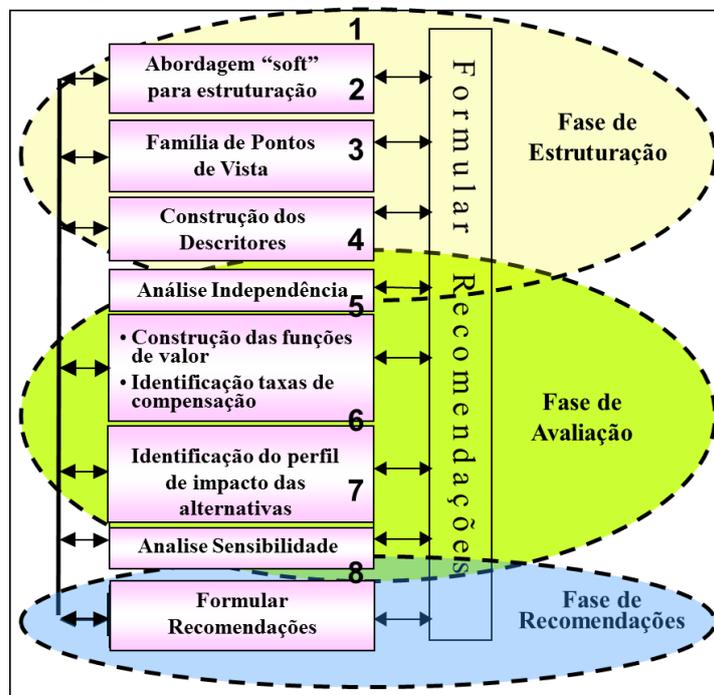
No que tange à coleta de dados, somente foram considerados dados primários (RICHARDSON, 2008), ou seja, aqueles obtidos com entrevistas semiestruturadas com o gerente, que subsidiaram a construção do modelo. Por fim, o procedimento técnico adotado é o estudo de caso (RICHARDSON, 2008; YIN, 2015), pois este trabalho visa construir um modelo personalizado para a gestão da manutenção da iluminação pública, do município de Joinville.

Para a composição dos estudos que subsidiaram o Referencial Teórico desta pesquisa, utilizou-se o instrumento de intervenção *Knowledge Development Process-Constructivist (ProKnow-C)* (PEDERSINI; ENSSLIN, 2020; THIEL; ENSSLIN; ENSSLIN, 2017; ENSSLIN *et al.*, 2017; MATOS; ENSSLIN; ENSSLIN, 2019). A escolha por esse instrumento foi motivada pelo fato de ser um processo estruturado para o desenvolvimento de uma revisão sistemática da literatura, que oriente a seleção e revisão de forma crítica e que conduza à geração de conhecimento acerca de um determinado tema, com base nas delimitações feitas pelos pesquisadores (CALDATTO; BORTOLUZZI; DE LIMA, 2020; VALMORBIDA; ENSSLIN, 2016; DUTRA *et al.*, 2015; MATOS *et al.*, 2019). Para alcance desse propósito, o *ProKnow-C* apresenta a operacionalização de suas quatro etapas: (i) Seleção do Portfólio Bibliográfico (PB); (ii) Análise Bibliométrica; (iii) Análise Sistemática; e (iv) Definição das perguntas e objetivos da pesquisa (VALMORBIDA; ENSSLIN, 2016; ENSSLIN *et al.*, 2013; STAEBELE; ENSSLIN; FORCELLINI, 2019).

Neste trabalho, foi desenvolvida somente a etapa (i) Seleção do Portfólio Bibliográfico, uma vez que o objetivo é selecionar os artigos alinhados ao fragmento da literatura buscado: *Avaliação do Desempenho na Manutenção da Iluminação Pública*. Com base no desenvolvimento das subetapas da seleção do banco de artigos bruto, filtragem do banco de artigos e do teste de representatividade, identificaram-se 18 artigos que sustentaram a redação do Referencial Teórico desta investigação.

A construção do modelo de avaliação de desempenho para a manutenção da iluminação pública do município de Joinville segue a metodologia Multicritério de Apoio à Decisão-Constructivista (MCDA-C), proposta por Ensslin, Dutra e Ensslin (2000), que se configura na execução destas três fases (Figura 1): Estruturação, Avaliação e Recomendações.

**Figura 1:** Fases da metodologia Multicritério de Apoio à Decisão-Constructivista (MCDA-C)



Fonte: Adaptado de Ensslin, Dutra e Ensslin (2000, p. 81)

A Fase de Estruturação consiste em promover o entendimento acerca do contexto em que está inserido, identificando, caracterizando e organizando os fatores considerados relevantes para o processo de apoio à decisão. A operacionalização dessa fase ocorre de maneira dinâmica e interativa,

estimulando o debate no processo de aprendizagem. Para que se alcance o aprendizado na Fase de Estruturação, ela é feita em etapas. A primeira etapa consiste na *Abordagem Soft para Estruturação* e almeja (i) contextualizar e construir o entendimento acerca do problema a ser tratado; (ii) determinar o rótulo do problema; e (iii) tornar explícitos os atores envolvidos (CALDATTO; BORTOLUZZI; DE LIMA, 2020; DE AZEVEDO *et al.*, 2012; TASCA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012). Na etapa *Famílias de Pontos de Vista*, por meio da interpretação das entrevistas, o facilitador identifica quais são os Elementos Primários de Avaliação (EPAs), ou seja, quais são as preocupações iniciais do decisor. Em seguida, os EPAs são transformados em conceitos que representam duas informações: a direção de preferência do decisor quanto às suas preocupações; e o seu polo psicológico. Por notação, os polos positivo e psicológico de cada conceito são separados por (...), que são lidos como *ao invés de*. O decisor, posteriormente, é instigado a agrupar os conceitos em diferentes áreas de preocupação (DE AZEVEDO *et al.*, 2012; ENSSLIN *et al.*, 2020a,b; TASCA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012). Após o agrupamento, na etapa *Construção dos Descritores*, inicialmente são construídos os mapas cognitivos de cada área de preocupação e identificados *clusters* (TASCA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012). Cada *cluster* é representado por um Ponto de Vista Fundamental (PVF) (objetivo estratégico). O conjunto dos PVFs dá origem à Estrutura Hierárquica de Valor. Como os PVFs não são passíveis de mensuração direta, eles são desdobrados em níveis explicativos até um nível que possa ser mensurado (denominado Ponto de Vista Elementar – PVE). Assim, é construída, para cada PVE, uma escala ordinal com os possíveis níveis de ocorrência de desempenho, e neles o decisor estabelece qual nível é considerado bom ou neutro (níveis de referência) (ENSSLIN *et al.*, 2020b). Esses níveis de referência determinam três faixas de desempenho: o nível de excelência, acima do nível bom; o nível de mercado, entre o nível bom e o nível neutro; e o nível comprometedor, abaixo do nível neutro (ENSSLIN; DUTRA; ENSSLIN, 2000; TASCA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012; ENSSLIN *et al.*, 2013). Essas escalas ordinais são denominadas na metodologia MCDA-C Descritores.

Na Fase de Avaliação, o conhecimento adquirido na Fase de Estruturação, de forma qualitativa, é transformado em quantitativo (ENSSLIN *et al.*, 2020a; MARAFON *et al.*, 2015). Na etapa *Construção das Funções de Valor*, as escalas ordinais são transformadas em escalas cardinais. Para tal, o decisor é indagado quanto à diferença de atratividade de passar de um nível da escala ordinal para outro nível, de acordo com a sua percepção. Para traduzir a percepção do decisor quanto aos níveis de atratividade em valores matemáticos, utilizou-se o método *MACBETH* (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) (LONGARAY *et al.*, 2019; DELLA BRUNA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2014). Observe-se que, nessa transformação, é atribuído o valor '0' (zero) ao nível neutro, e o valor '100' (cem) ao nível Bom, em todas as escalas cardinais. Salienta-se que, nesse momento, há um critério (indicador). Na sequência, a etapa *Identificar as taxas de compensação* consiste em identificar qual é a importância relativa de cada critério no modelo geral, para poder proceder à avaliação global. Para isso, ao decisor é solicitado que ordene, de acordo com a sua preferência, a percepção em passar cada um dos Pontos de Vista, de um nível neutro para um nível bom. Em seguida, inserem-se os dados no *software MACBETH*, e solicita-se ao decisor que compare par a par as informações hierarquizadas, resultando na obtenção das taxas de compensação. Para concluir a Fase de Avaliação é necessário, ainda, *Identificar o perfil de impacto das alternativas*, com base na equação global, possibilitada pela soma dos valores parciais de cada critério, ponderados pelas taxas de compensação (ENSSLIN *et al.*, 2020b; TASCA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012). Por fim, na *Análise de sensibilidade*, verificam-se as respostas dos níveis de desempenho mediante possíveis alterações nas taxas de compensação, o que garante a robustez do modelo (LONGARAY *et al.*, 2018; DE MORAES *et al.*, 2010).

Finda a Fase de Avaliação, prossegue-se com a Fase de Recomendações, que tem por principal objetivo criar possíveis ações de aperfeiçoamento, indicando o impacto global provável na avaliação final e, por conseguinte, compreendendo as suas consequências nos PVFs (objetivos estratégicos). Por se tratar de uma visão construtivista, não é intenção do modelo prescrever um guia de ações, mas, sim, apoiar o tomador de decisão no desenvolvimento e análise de possíveis alternativas e entender suas consequências, destacando quais pontos de vista e/ou critérios merecem atenção (MARAFON *et al.*, 2015).

## Resultados: Construção do modelo

### Fase de Estruturação

No município de Joinville, a responsabilidade pela Gestão da Iluminação Pública, antes assumida pela Concessionária de Energia, foi transferida para a municipalidade em 2003, mesmo essa obrigatoriedade no Brasil tendo sido formalizada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) somente em 2010. O atual panorama do município aponta para um número aproximado de 55 mil pontos de iluminação (JOINVILLE, 2014), e custos anuais de operação e energia elétrica estimados em R\$ 30 milhões (JOINVILLE, 2020). Em razão da amplitude do ambiente de estudo, optou-se por evidenciar, nesse momento, a construção do modelo para a manutenção da iluminação pública, por ser a mais verificada e acompanhada pela sociedade. Dessa forma definiu-se, em conjunto com o decisor, o seguinte rótulo para o modelo: *Modelo de avaliação de desempenho para apoio à manutenção da iluminação pública*, e os seguintes atores (Quadro 2):

**Quadro 2:** Atores do Contexto

|              |                |  |
|--------------|----------------|--|
| Stakeholders | Decisor        | Gerente da Unidade de Transportes e Vias Públicas, do município de Joinville   |
|              | Intervenientes | Engenheiros Eletricistas Fiscais<br>Secretário Municipal de Infraestrutura Urbana<br>Prefeito Municipal  |
| Facilitador  |                | Autores da pesquisa  |
| Agidos       |                | Demais servidores da Gerência de Transportes e Vias Públicas<br>Empresa contratada para operação do Sistema de Iluminação Pública<br>Órgãos responsáveis pela segurança pública<br>Sociedade |

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Após, o decisor passa a expor as preocupações que influenciam o desempenho da atividade. Essas preocupações, interpretadas pelo facilitador, dão origem aos EPAs que, posteriormente, embasaram a construção dos conceitos representados no Quadro 3.

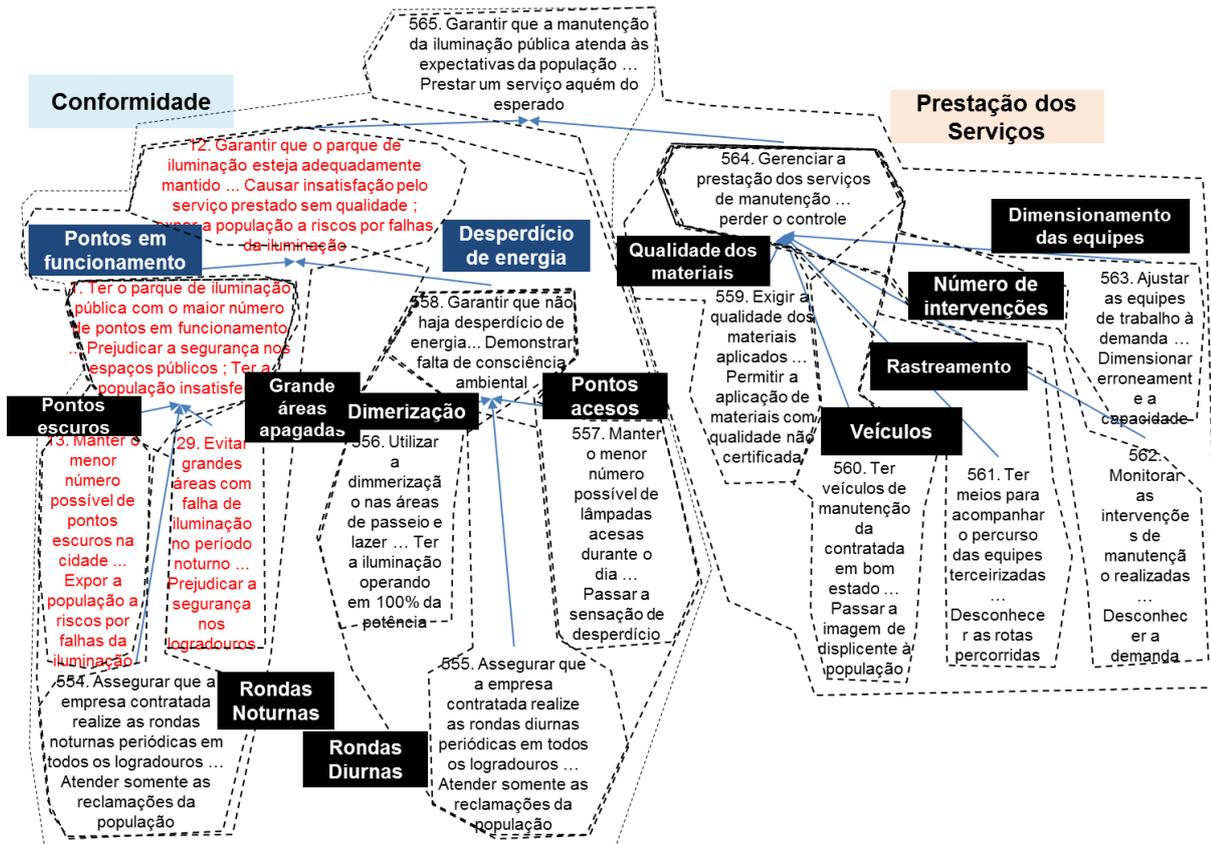
**Quadro 3:** EPAs e respectivos Conceitos construídos

| EPAs   | Conceitos   |
|--|---|
| Manutenção   | 1 - Ter o parque de iluminação pública com o maior número de pontos em funcionamento... Prejudicar a segurança nos espaços públicos; ter a população insatisfeita.                      |
| Parque de iluminação pública adequadamente mantido | 12 - Garantir que o parque de iluminação esteja adequadamente mantido ... Causar insatisfação pelo serviço prestado sem qualidade; expor a população a riscos por falhas da iluminação. |
| Quantidade de pontos escuros                       | 13 - Manter o menor número possível de pontos escuros na cidade ... Expor a população a riscos por falhas da iluminação.  |
| Grandes áreas apagadas                             | 29 - Evitar grandes áreas com falha de iluminação no período noturno ... Prejudicar a segurança nos logradouros.  |

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Na sequência, passou-se à organização dos conceitos em um Mapa Cognitivo.

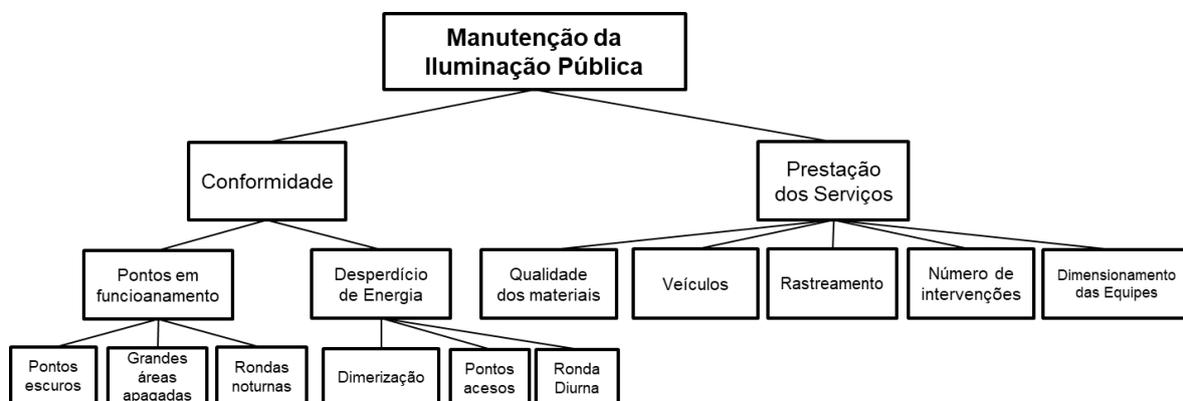
Figura 2: Mapa Cognitivo com clusters e subclusters



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Nessa etapa, novos conceitos percebidos pelo gerente como essenciais no contexto foram inseridos, sendo os conceitos originais grifados em vermelho, conforme apresenta a Figura 2. Na análise do Mapa Cognitivo, os conceitos são agrupados em *Clusters* e *Subclusters* que, posteriormente, são associados a um nome (Ponto de Vista Fundamental – PVF; e Ponto de Vista Elementar – PVE) que representa o foco de interesse do gestor. Os PVFs e os PVEs são migrados para a Estrutura Hierárquica de Valor (EHV), conforme apresentado na Figura 3. Com a EHV, o facilitador e o gerente construíram as escalas ordinais (descritores) para cada PVE. Na sequência, o gerente identificou os níveis bom e neutro de cada um dos descritores.

Figura 3: Estrutura Hierárquica de Valor da atividade de manutenção



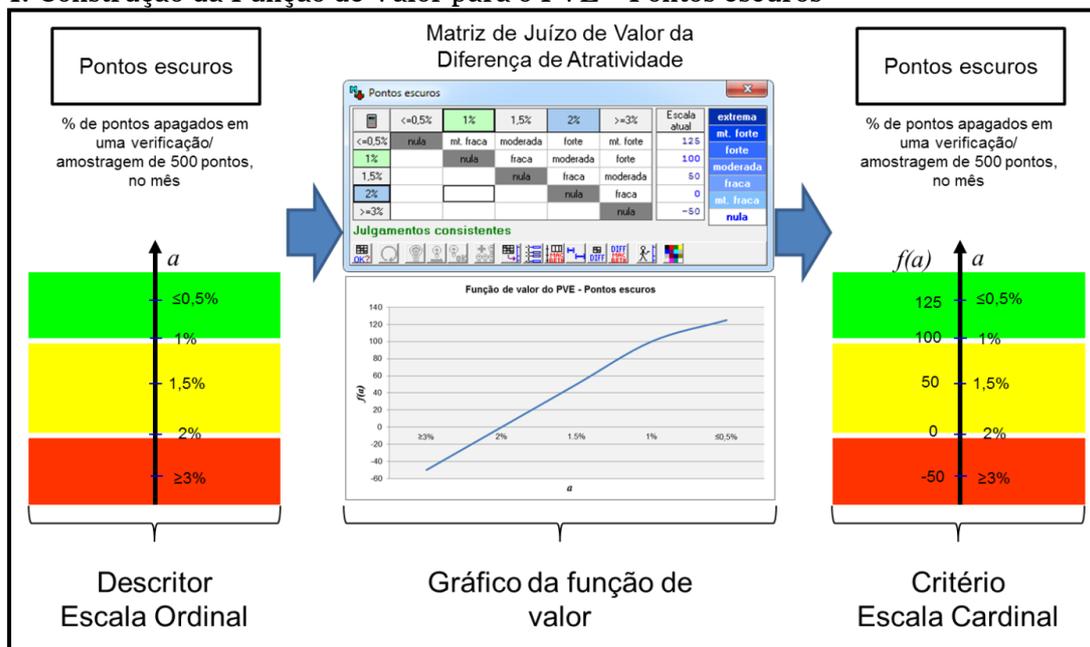
Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A Figura 3 exhibe os 11 descritores construídos (no lado direito de cada escala), com os respectivos níveis de ancoragem (bom e neutro) e *statu quo* da atividade de manutenção da iluminação pública, conforme declaração do gerente.

## Fase de Avaliação

A primeira etapa da Fase de Avaliação consiste em transformar as escalas ordinais em cardinais. Para tanto, identificou-se, por meio do julgamento do gerente, a diferença de atratividade entre os níveis dos descritores. Com o auxílio do *Software MACBETH*, o procedimento de transformação foi feito para os 11 descritores. A título de exemplo demonstra-se, na Figura 4, o procedimento aplicado ao descritor *Pontos escuros*.

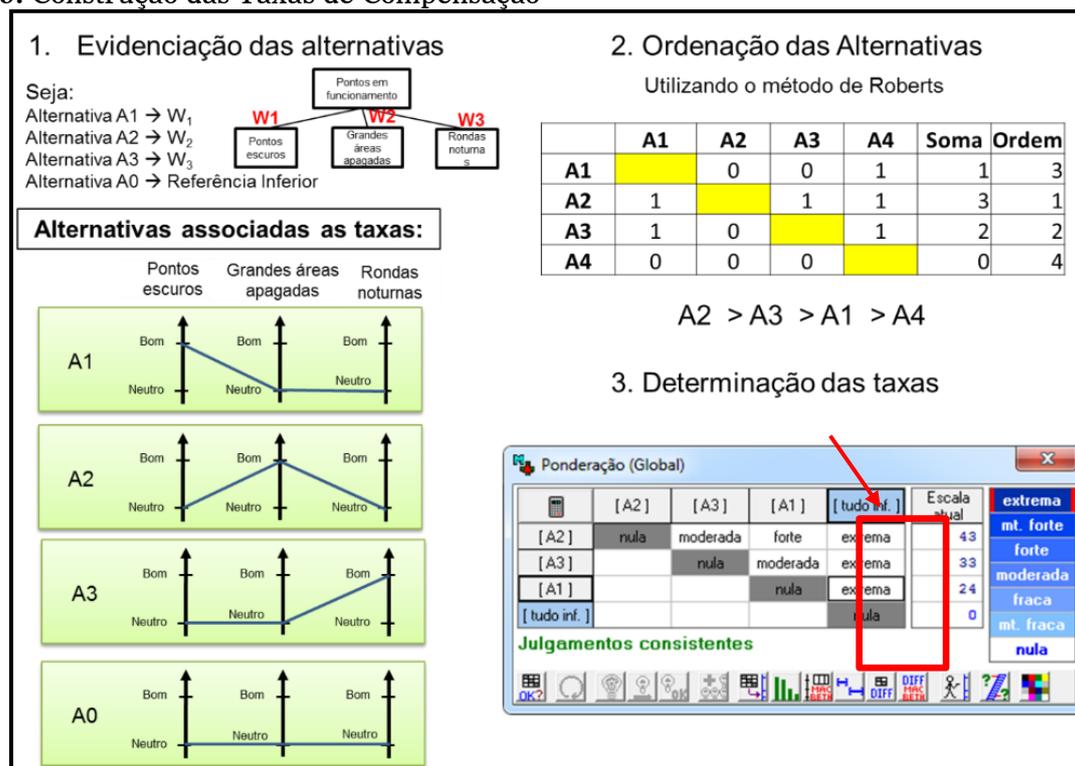
Figura 4: Construção da Função de Valor para o PVE – Pontos escuros



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Definidas as escalas cardinais de todos os critérios, passou-se à construção das Taxas de Compensação, cujos procedimentos adotados para o PVE *Pontos em funcionamento* são demonstrados na Figura 5. Na etapa 1 (da Figura 5), ocorre a evidenciação das alternativas; na etapa 2, prossegue-se com a ordenação das alternativas, no que se refere a passar em um dado critério, de nível neutro para nível bom, de acordo com as preferências do decisor; na etapa 3, demonstra-se a ponderação efetuada no *software MACBETH*, em que os critérios hierarquizados são inseridos e julgados pelo decisor. As *Taxas de Compensação* de todos dos Pontos de Vista estão apresentadas na Figura 6.

Figura 5: Construção das Taxas de Compensação



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A avaliação global é feita aplicando-se a Equação 1 (global) para a alternativa em questão, expressa pela soma das *Taxas de compensação* multiplicadas pelo desempenho de cada PVF.

$$V_{PVFk}(a) = \sum_{i=1}^{ni} W_{i,k} \times V_{i,k}(a) \quad (1)$$

Em que:

$V_{PVFk}(a)$  = valor global da ação  $a$  do  $PVFk$ , para  $k = 1, \dots, m$ ;

$V_{i,k}(a)$  = valor parcial da ação  $a$  no critério  $i$ ,  $i = 1, \dots, n$ , do  $PVFk$ , para  $k = 1, \dots, m$ ;

$k = 1, \dots, m$ ;

$a$  = nível de impacto da ação;

$W_{i,k}$  = taxas de substituição do critério  $i$ ,  $i = 1, \dots, n$ , do  $PVFk$ , para  $k = 1, \dots, m$ ;

$n_k$  = número de critérios do  $PVFk$ , para  $k = 1, \dots, m$ ;

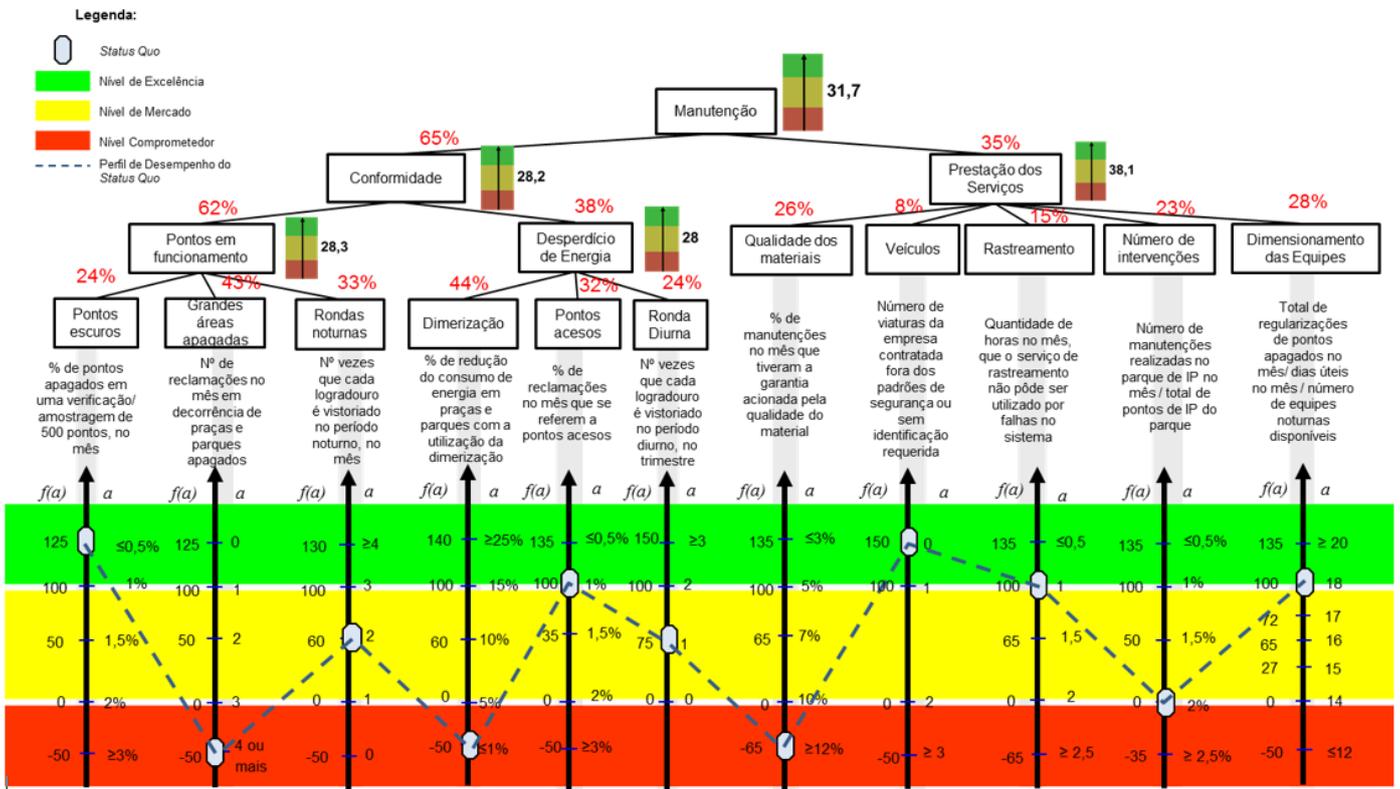
$m$  = número do PVF do modelo.

Nesse momento, é possível determinar o desempenho global da atividade de manutenção do município de Joinville, obtido com a integração das escalas cardinais que, por sua vez, estão ponderadas pelas *Taxas de Compensação*, alocadas aos Pontos de Vista da EHV. Dessa forma, o desempenho global da manutenção pode ser calculado a partir da Equação (2):

$$V_{Manutenção}(a) = 0,65 \times \left[ 0,62 \times \left[ 0,24 \times V_{PVEPontosEscuros}(a) + 0,43 \times V_{PVEGrandesÁreas}(a) + 0,33 \times V_{PVERondasNoturnas}(a) \right] + 0,38 \times \left[ 0,44 \times V_{PVEDimerização}(a) + 0,32 \times V_{PVEPontosAcesos}(a) + 0,24 \times V_{PVERondasDiurnas}(a) \right] + 0,35 \times \left[ 0,26 \times V_{PVEQualiMat}(a) + 0,08 \times V_{PVEVeículos}(a) + 0,15 \times V_{PVERastreamento}(a) + 0,23 \times V_{PVENumIntervenções}(a) + 0,28 \times V_{PVEDimensEquipes}(a) \right] \right] = \quad (2)$$

Como resultado, obtém-se que o desempenho atual do serviço de manutenção da iluminação pública é de 31,7 pontos, estando no nível de mercado. A avaliação gráfica, individual e global, pode ser visualizada na Figura 6.

**Figura 6:** Modelo de avaliação de desempenho para a atividade de manutenção da iluminação pública



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Para finalizar a Fase de Avaliação, procedeu-se à Análise de Sensibilidade, que demonstrou que o modelo proposto não é sensível a possíveis variações nas Taxas de Compensação dos PVFs e dos PVEs. A visualização do modelo completo sugere algumas oportunidades de aperfeiçoamento para melhoria dos desempenhos individual e global, que serão tratadas na última etapa: a Fase de Recomendações.

### Fase de Recomendações

Foram identificados os três PVEs cuja gerência apresentou desempenho comprometedor quanto ao serviço de manutenção da iluminação. Nesse contexto, é necessário propor ações, delegando responsáveis e estabelecendo prazos para o atendimento. Cumpre salientar que, nessa Fase são propostas as recomendações para aperfeiçoamento em conjunto com o decisor, ao contrário das demais abordagens de resolução de problemas, que indicam ações sem necessariamente envolver o decisor no processo (ENSSLIN; DUTRA; ENSSLIN, 2000; ENSSLIN *et al.*, 2020 a,b). Ainda assim, é possível cotejar as ações propostas com a literatura sobre o tema.

A Figura 7 sintetiza as ações para alavancar o desempenho do critério *Grandes áreas apagadas*.

**Figura 7:** Ações de aperfeiçoamento do PVE *Grandes áreas apagadas*

| PVE                                 | Critério   | Ações propostas   |
|-------------------------------------|--|---|
| Grandes áreas apagadas              | <p>Nº de reclamações no mês em decorrência de praças e parques apagados</p> <p><math>f(a)</math> <math>a</math></p> <p>125 0<br/>100 1<br/>50 2<br/>0 3<br/>-50 4 ou mais</p>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Investir em planos de modernização das praças, a longo prazo, substituindo equipamentos em fim de vida;</li> <li>Adequar os projetos de forma que tornem as instalações menos vulneráveis a ações de vandalismo;</li> <li>Solicitar aos órgãos de segurança, rondas periódicas em praças e parques.</li> </ul> |
| <b>Responsável</b>                  | Gerente de Transportes e Vias Públicas / Engenheiros Eletricistas Fiscais  |   |
| <b>Prazo de atendimento</b>         | 6 meses  |   |
| <b>Recursos necessários</b>         | Investimento em pesquisa de modalidade de projetos robustos e materiais adicionais aplicados ;<br>Tempo dos órgãos ligados à zeladoria patrimonial e departamento de segurança do município; |   |
| <b>Impacto no critério</b>          | Passaria do nível comprometedor para o nível de mercado  |   |
| <b>Frequência do acompanhamento</b> | Mensal   |   |

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Percebe-se que a primeira e a segunda ações propostas na Figura 7, embora melhorem diretamente o desempenho da manutenção, são preocupações ligadas à modernização da iluminação pública. Dentro dessa área de preocupação, está contida a inclusão de novas tecnologias, substituição de equipamentos obsoletos e, dentre outras, a iniciativa para eficiência energética. Iniciativas para efficientização energética da iluminação pública já foram abordadas em outros estudos (SALVIA *et al.*, 2019; CARLI; DOTOLI; PELLEGRINO, 2017; LECCESE; SALVADORI; ROCCA, 2017). Por sua complexidade, essa área de preocupação carece de aprofundamento, visando à construção de critérios próprios, de forma que a sua influência no desempenho da gestão global da iluminação pública possa ser mensurada. Já a terceira ação sugerida requer a interação com órgãos ligados à segurança pública e zeladoria do patrimônio municipal para sua viabilização. Isso acontece porque, de acordo com o gerente, o furto de cabos subterrâneos, com elevada frequência, é uma preocupação recorrente, pois, na maioria das vezes, afeta a iluminação de toda uma área.

O próximo critério em nível comprometedor é o PVE *Dimerização*, ligado à possibilidade de aumentar ou diminuir a intensidade luminosa em determinados horários. Por seu elevado custo de aquisição e instalação em todos os locais públicos da cidade, entende-se que essa ação deve ser gradativa e prevista para longo prazo. Para um primeiro momento, o desempenho pode ser aperfeiçoado com a implementação da ação proposta na Figura 8.

Figura 8: Ações de aperfeiçoamento do PVE *Dimerização*

| PVE                         | Critério  | Ações propostas   |
|-----------------------------|---|---|
| Dimerização                 | <p>% de redução do consumo de energia em praças e parques com a utilização da dimerização</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Inclusão dos materiais e serviços no Edital de Licitação.</li> </ul> |
| <b>Responsável</b>          | Gerente de Transportes e Vias Públicas / Engenheiros Eletricistas Fiscais                     |   |
| <b>Prazo de atendimento</b> | 24 meses  |   |
| <b>Recursos necessários</b> | Investimento na aquisição e instalação dos equipamentos                                       |   |
| <b>Impacto no descritor</b> | Passaria do nível comprometedor para o nível neutro   |   |
| <b>Frequência</b>           | Anual   |   |

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A importância da utilização da dimerização já foi destacada na literatura, dada sua capacidade de variar o fluxo luminoso em função de tempo e condições de tráfego nas estradas, podendo ser energizadas quando necessário (CARLI; DOTOLI; PELLEGRINO, 2017). Doulos *et al.* (2019) acrescentam que a otimização dos projetos de iluminação pública, com a aplicação de sistemas inteligentes de controle dinâmico, pode resultar em até 30% de economia de energia para os cofres públicos. Embora seja uma vantagem significativa, Gutierrez-Escolar *et al.* (2015) destacam a importância de se ter cautela nos níveis de redução do fluxo luminoso, uma vez que, se o corte for muito baixo, a iluminação não atenderá aos requisitos mínimos e poderá afetar a visibilidade de motoristas e observadores, sendo ainda estabelecido como um bom horário para testes o período da 1 hora às 5 horas.

O último critério em nível comprometedor está relacionado ao PVE *Qualidade dos materiais*, conforme apresentado na Figura 9.

**Figura 9:** Ações de aperfeiçoamento do PVE *Qualidade dos materiais*

| PVE                         | Critério   | Ações propostas   |
|-----------------------------|--|---|
| Qualidade dos Materiais     | <p>% de manutenções no mês que tiveram a garantia acionada pela qualidade do material</p>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificar, para cada material, os fabricantes aptos a fornecerem os equipamentos que serão aplicados;</li> <li>• Aperfeiçoar as especificações dos materiais, no Edital de licitação;</li> <li>• Inspecionar com frequência determinada, a marca dos materiais adquiridos.</li> </ul> |
| <b>Responsável</b>          | Engenheiros Eletricistas Fiscais   |   |
| <b>Prazo de atendimento</b> | 3 meses  |   |
| <b>Recursos necessários</b> | Tempo dos Servidores na elaboração dos documentos certificadores e na inspeção dos materiais |   |
| <b>Impacto no descritor</b> | Passaria do nível comprometedor para o nível de mercado.                                     |   |
| <b>Frequência</b>           | Mensal   |   |

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

As recomendações de melhoria, indicadas para o aperfeiçoamento do desempenho nesse critério, são de baixo custo e bastante viáveis para o município de Joinville. Registre-se que a qualidade do material assegurada irá impactar positivamente no desempenho de outros PVE. Um estudo anterior concluiu que a alta taxa de falhas na iluminação pública se deve à duas principais razões: qualidade dos materiais (abaixo do esperado) ou vandalismo (acima do esperado). Para o primeiro caso, os autores sugerem estudar sanções e/ou encerrar contratos de compra (MIRZAEI *et al.*, 2015).

A implementação dessas ações de aperfeiçoamento modificará o *statu quo* e, conseqüentemente, implicará o incremento do desempenho global da atividade de manutenção da iluminação pública: de 31,7 para 70,3. Embora a pontuação, após a implementação das ações estratégicas de aperfeiçoamento, ainda esteja dentro da faixa de mercado, estará muito mais próxima do nível *bom*. Após esse primeiro ciclo de melhorias, podem ser propostos novos aperfeiçoamentos para que, então, se atinja o nível de excelência.

### Considerações finais

A iluminação pública, presente no rol de serviços públicos prestados pela municipalidade, vem sendo fiscalizada pelos cidadãos, exigindo a transparência na prestação dos serviços e a adoção de critérios técnicos e eficientes. Isso acontece porque a manutenção de todos os equipamentos instalados no parque de iluminação pública de um município é um serviço visualizado no dia a dia pelos munícipes. Assim, é fundamental que o gestor municipal tenha amplo conhecimento de seu contexto de atuação e possa justificar, de forma transparente e fundamentada, suas decisões perante a sociedade.

Nesse contexto, esta pesquisa teve por objetivo o desenvolvimento de um modelo construtivista de avaliação de desempenho multicritério para apoiar a gestão da manutenção da iluminação pública, do município de Joinville, segundo a percepção do gestor. Para cumprir esse objetivo, utilizou-se a metodologia MCDA-C, que permitiu a construção do modelo composto por 11 critérios e a avaliação do *statu quo* do serviço em 31,7 pontos. Com o conhecimento do *statu quo*, foram identificados os critérios em que a gerência da 'Unidade de Transportes e Vias Públicas', do município de Joinville, apresenta um desempenho comprometedor na atividade de manutenção, bem como aqueles critérios em que o custo para implementação das melhorias é baixo, quais sejam: Grandes áreas apagadas, Dimerização e Qualidade dos Materiais. Para esses critérios foram propostas ações para aperfeiçoamento. A explicitação das Recomendações visa à melhoria dos desempenhos individual e global, de forma a trazê-los para o nível de mercado em curto prazo, e para o nível de excelência em médio e longo prazos.

Na visão dos autores deste estudo, a contribuição teórica está no desenvolvimento de um modelo gráfico de avaliação de desempenho para a iluminação pública com a participação e legitimação do tomador de decisão (gerente de Transportes e Vias Públicas). Esse modelo é composto de indicadores que foram pouco explorados na literatura sobre o tema até então, sendo a maioria deles utilizados como forma de comparar a eficiência na prestação de serviços de iluminação pública em diversos municípios, sem, no entanto, proporcionar a geração de conhecimento no tomador de decisão. Essa geração de conhecimento garante que o modelo seja visto pelo decisor como legítimo, pois representa seus valores, preferências e particularidades do município de Joinville, bem como válido ao ser norteado pelos procedimentos de uma metodologia científica.

Por outro lado, as contribuições práticas são evidentes à medida que a gerência passa a ter o controle sobre toda a prestação do serviço de manutenção da iluminação pública do município, seja pela avaliação da conformidade do sistema de iluminação de forma ampla, seja pela avaliação da prestação do serviço, o que inclui os funcionários terceirizados, veículos utilizados e qualidade dos materiais aplicados. Nesse caso, o gestor passa a contribuir ativamente com toda a gestão municipal com a iluminação pública, haja vista a importância que o serviço tem para a população, tomando decisões fundamentadas, tempestivas e efetivas. Em última análise, o município que atinge padrões satisfatórios de qualidade para o serviço de iluminação pública apresenta potencial para o desenvolvimento de diversas outras áreas, tais como: turismo, segurança pública e qualidade de vida da população no período noturno.

Em relação às limitações da pesquisa, pode ser citado o fato de o estudo ser exclusivo para o município de Joinville, em razão do viés construtivista adotado e à singularidade do modelo. Deve-se considerar, entretanto, que, apesar de o modelo ser específico, a metodologia pode ser utilizada para construir modelos em diferentes ambientes e com distintos tomadores de decisão. Ainda, os indicadores construídos podem embasar novas aplicações em diferentes parques de iluminação pública.

Para futuras pesquisas, sugere-se a aplicação da Metodologia MCDA-C para construção de modelos de avaliação de desempenho para apoiar a gestão da iluminação pública em outros municípios brasileiros, cotejando com os indicadores obtidos neste estudo. Sugere-se, ainda, que o modelo seja expandido para agregar outras tantas áreas abarcadas pela gestão da iluminação pública, como modernização, eficiência energética, inventário de ativos, interação com a população e planejamento.

## Referências

- BENITO, B.; GUILLAMÓN, M.; MARTÍNEZ-CÓRDOBA, P. Determinants of efficiency improvement in the Spanish public lighting sector. *Utilities Policy*, v. 64, p. 101026, 2020.
- BOLINGER, J. J. Jr.; GHOSE, P.; SOSINSKI, J. H.; ESSER, W. F. Decision analysis utilizing multi-attribute utility theory in engineering evaluations. *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*. v. 97, n. 4, p. 1245-53, 1978.
- CALDATTO, F. C.; BORTOLUZZI, S. C.; DE LIMA, E. P. The Role of Public Administration in Sustainable Development. In: *International Business, Trade and Institutional Sustainability*. Springer, Cham, p. 69-79, 2020.
- CARLI, R.; DOTOLI, M.; PELLEGRINO, R. A decision-making tool for energy efficiency optimization of street lighting. *Computers & Operations Research*, v. 96, p. 223-235, 2018.
- CARLI, R.; DOTOLI, M.; PELLEGRINO, R. ICT and optimization for the energy management of smart cities: The street lighting decision panel. **2015 IEEE 20th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA)**. IEEE, 2015.
- DE AZEVEDO, R. C.; LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; JUNGLES, A. E.; ENSSLIN, S. R. Performance measurement to aid decision making in the budgeting process for apartment-building construction: case study using MCDA-C. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 139, n. 2, p. 225-235, 2012.
- DE MORAES, L.; GARCIA, R.; ENSSLIN, L.; DA CONCEIÇÃO, M. J.; DE CARVALHO, S. M. The multicriteria analysis for construction of benchmarks to support the Clinical Engineering in the

Healthcare Technology Management. **European Journal of Operational Research**, v. 200, n. 2, p. 607-615, 2010.

DELLA BRUNA JR, E.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. An MCDA-C application to evaluate supply chain performance. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 44, n. 7, p. 597-616, 2014.

DUTRA, A.; RIPOLL-FELIU, V. M.; FILLOL, A. G.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. The construction of knowledge from the scientific literature about the theme seaport performance evaluation. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 64, n. 2, p. 243-269, 2015.

DOULOS, L. T.; SIOUTIS, I.; KONTAXIS, P.; ZISSIS, G.; FAIDAS, K. A decision support system for assessment of street lighting tenders based on energy performance indicators and environmental criteria: Overview, methodology and case study. **Sustainable Cities and Society**, v. 51, p. 101759, 2019.

ENSSLIN, L.; DUTRA, A.; ENSSLIN, S. R. MCDA: a constructivist approach to the management of human resources at a governmental agency. **International Transactions in Operational Research**, v. 7, n. 1, p. 79-100, 2000.

ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L.; BACK, F.; LACERDA, R. T. O. Improved decision aiding in human resource management: a case using constructivist multi-criteria decision aiding. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 62(7), p. 735-757, 2013.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; DUTRA, A.; NUNES, N. A.; REIS, C. BPM governance: a literature analysis of performance evaluation. **Business Process Management Journal**, v. 23, n. 1, p. 71-86, 2017.

ENSSLIN, L.; MUSSI, C. C.; DUTRA, A.; ENSSLIN, S. R.; DEMETRIO, S. N. Management Support Model for Information Technology Outsourcing. **Journal of Global Information Management (JGIM)**, v. 28, n. 3, p. 123-147, 2020a.

ENSSLIN, L.; MUSSI, C. C.; ENSSLIN, S. R.; DUTRA, A.; FONTANA, L. P. B. Organizational knowledge retention management using a constructivist multi-criteria model. **Journal of Knowledge Management**, Vol. ahead-of-print No. 2020b. <https://doi.org/10.1108/JKM-12-2019-0689>.

GUTIERREZ-ESCOLAR, A.; CASTILLO-MARTINEZ, A.; GOMEZ-PULIDO, J. M.; GUTIERREZ-MARTINEZ, J. M.; STAPIC, Z.; MEDINA-MERODIO, J. A. A study to improve the quality of street lighting in Spain. **Energies**, v. 8, n. 2, p. 976-94, 2015.

IGHRAVWE, D. E.; BABATUNDE, M. O.; DENWIGWE, I. H.; AIKHUELE, D. O. A STEEP-cum-SWOT approach for maintenance strategy evaluation for an off-grid PV-powered street lighting system. **African Journal of Science, Technology, Innovation and Development**, p. 1-12, 2020.

JOINVILLE (SC). Edital de licitação de concorrência nº 011/2014. [**Prestação de Serviços Técnicos Especializados para Operação Integrada do Sistema de Iluminação Pública do Município de Joinville**]. Joinville, 13 fevereiro 2014.

JOINVILLE (SC). Portal da Transparência do Município. Disponível em: <<https://transparencia.joinville.sc.gov.br/>> Acesso em: 18 maio 2020.

LECCESE, F.; SALVADORI, G.; ROCCA, M. Critical analysis of the energy performance indicators for road lighting systems in historical towns of central Italy. **Energy**, v. 138, p. 616-628, 2017.

LONGARAY, A. A.; ENSSLIN, L.; DUTRA, A.; ENSSLIN, S. R.; BRASIL, R.; MUNHOZ, P. Using MCDA-C to assess the organizational performance of industries operating at Brazilian maritime port terminals. **Operations Research Perspectives**, v. 6, p. 100109, 2019.

LONGARAY, A.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; ALVES, G.; DUTRA, A.; MUNHOZ, P. Using MCDA to evaluate the performance of the logistics process in public hospitals: the case of a Brazilian teaching hospital. **International Transactions in Operational Research**, v. 25, n. 1, p. 133-156, 2018.

- MARAFON, A. D.; ENSSLIN, L.; LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, S. R. The effectiveness of multi-criteria decision aid methodology: A case study of R&D management. **European Journal of Innovation Management**, v. 18, n. 1, p. 86-109, 2015.
- MATOS, L. S.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. A Review on the Performance Measurement Systems Life Cycle. **Lex Localis-Journal of Local Self-Government**, v. 17, n. 4, p. 939-959, 2019.
- MATOS, L. S.; VALMORBIDA, S. M. I.; MARTINS, V. A.; ENSSLIN, S. R. Development of performance evaluation theme: A systematic analysis of the literature. **Contextus: Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, v. 17, n. 2, p. 63-97, 2019.
- MIRZAEI, M. J.; AMIRIOUN, M. H.; KAZEMI, A.; DASHTI R. Optimal contracting strategies for public-lighting asset management: A case study from Iran. **Utilities Policy**, v. 64, p. 101048, 2020.
- MIRZAEI, M. J.; DASHTI R.; KAZEMI, A.; AMIRIOUN, M. H. An asset-management model for use in the evaluation and regulation of public-lighting systems. **Utilities Policy**. v. 32, p.19-28, 2015.
- MURRAY, A. T.; FENG, X. Public street lighting service standard assessment and achievement. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 53, p. 14-22, 2016.
- PEDERSINI, D. R.; ENSSLIN, S. R. Os estudos empíricos internacionais no setor público têm feito uso dos sistemas de avaliação de desempenho em sua plenitude? **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, v. 13, p. 207-235, 2020.
- PRADO-LORENZO, J. M.; GARCÍA-SÁNCHEZ, I. M. Efficiency evaluation in municipal services: An application to the street lighting service in Spain. **Journal of Productivity Analysis**, v. 27, n. 3, p.149-62, 2007.
- PRELOVŠEK M.; BIZJAK, G.; KOBAV, M. Public lighting energy consumption in Slovenian municipalities from 2007 to 2011. **Elektrotehnikski Vestnik/Electrotechnical Review**. v. 79, n. 3, p. 87-92, 2012.
- RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- SALVIA, A. L.; BRANDLI, L. L.; LEAL FILHO, W.; KALIL, R. M. L. An analysis of the applications of Analytic Hierarchy Process (AHP) for selection of energy efficiency practices in public lighting in a sample of Brazilian cities. **Energy Policy**, v. 132, p. 854-864, 2019.
- SHEFER, D.; STROUMSA, J. The Delphi method: A decision-making tool for street-lighting planning. **Socio-Economic Planning Sciences**. v. 15, n. 5, p. 263-76, 1981.
- SHEFER, D.; STROUMSA, J. Street-lighting projects selection: A rational decision making approach. **Socio-Economic Planning Sciences**. v. 16, n. 6, p. 245-59, 1982.
- STAEDELE, A. E.; ENSSLIN, S. R.; FORCELLINI, F. A. Knowledge building about performance evaluation in lean production: an investigation on international scientific research. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 30, n. 5, p. 798-820, 2019.
- TASCA, J. E.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Evaluation of training programs: a case study in public administration. **Revista de Administração Pública**, v. 46, n. 3, p. 647-675, 2012.
- THIEL, G. G.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. Street lighting management and performance evaluation: opportunities and challenges. **Lex Localis**, v. 15 n. 2, p. 303-328, 2017.
- VALMORBIDA, S. M. I.; ENSSLIN, L. Construção de conhecimento sobre avaliação de desempenho para gestão organizacional: uma investigação nas pesquisas científicas internacionais. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, v. 13, n. 28, p. 123-148, 2016.
- YIN, R.K. **Estudo de caso – planejamento e método**. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2015.
- YU, HF; WANG, KY; SHEN, CY. Customer-Oriented public service in township administration: Enabling quick response. **Lex Localis**. v. 8, n. 4, p. 343-51, 2010.



*Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.*