

## Análise da influência entre domínios da mobilidade urbana sustentável por meio da aplicação do método multicritério Dematel

Franciely Velozo Aragão, Luis Henrique Nogueira Marinho, Fernanda Cavicchioli Zola, Antonio Carlos de Francisco, João Carlos Colmenero

**Resumo:** Os aspectos da sustentabilidade permeiam diversos temas de pesquisa, um deles é a mobilidade urbana, onde se faz necessário identificar o quanto uma cidade pode ser sustentável em relação a mobilidade que apresenta. Para tanto, a mesma deve possuir características de mobilidade urbana que englobam o tripé da sustentabilidade. Para isso, o objetivo deste trabalho é analisar a influência entre os domínios da mobilidade urbana sustentável, estes domínios foram extraídos do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) o qual possui 9 domínios de área subdivididos em 37 indicadores de desempenho, os 9 domínios foram analisados com o auxílio do método multicritério Dematel. Como resultado, obteve-se que o aspecto político é o domínio que propicia maior influência, ou seja, as estratégias políticas quando bem executadas, propiciam indicadores com bons desempenhos, resultado em uma disseminação de ações que juntas tornam a mobilidade urbana com características sustentáveis.

**Palavras chave:** Mobilidade Urbana, Sustentabilidade, Multicritério, Dematel.

## Analysis of the influence between domains of sustainable urban mobility through the application of the multi-criteria Dematel method

**Abstract:** The sustainability aspects permeate several research themes, one of which is urban mobility, where it is necessary to identify how much a city can be sustainable in relation to the mobility it presents. To do so, it must have characteristics of urban mobility that encompass the tripod of sustainability. To this end, the objective of this study is to analyze the influence of sustainable urban mobility domains. These domains have been extracted from the Sustainable Urban Mobility Index (IMUS), which has 9 area domains subdivided into 37 performance indicators analyzed using the Dematel multicriteria method. As a result, it was obtained that the political aspect is the domain that gives the greatest influence, that is, political strategies when well executed, provide indicators with good performance, resulting in the dissemination of actions that together make urban mobility with sustainable characteristics.

**Key-words:** Urban mobility Sustainability, Multicriteria, Dematel.

### 1. Introdução

O crescente aumento da população, especialmente nas áreas urbanas, tem levado a inúmeras iniciativas e estudos que visam amenizar os impactos negativos causados por esse crescimento sem planejamento. Segundo dados da ONU (Organização das Nações Unidas), atualmente a população mundial ultrapassa os 7 bilhões de habitantes, sendo que mais de 55% dessa população residem em áreas urbanas. A ONU projeta que em 2030 a população mundial exceda 8,6 bilhões de pessoas e em 2050 atinja 9,8 bilhões de pessoas, dos quais 66% devem residir em áreas urbanas. A combinação do crescimento populacional com a migração para áreas urbanas deve, até 2050, adicionar 2,5 bilhões de habitantes às áreas urbanas (ONU, 2015).

Esse crescimento acelerado da população urbana é muito superior em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. Segundo o Censo do IBGE, atualmente o Brasil tem uma população de mais de 200 milhões de habitantes sendo que mais de 85% desse total residem em áreas urbanas (IBGE, 2016).

Essa crescente urbanização acelerada e pouco planejada traz uma série de consequências negativas para os centros urbanos, especialmente relacionados à saúde, segurança, educação e mobilidade urbana. Para solucionar tais problemas é necessário um planejamento para equilibrar as necessidades populacionais com as políticas, tendo o intuito de promover um desenvolvimento sustentável para os centros urbanos (PORTO; MACADAR, 2017).

Em consequência da urbanização que ocorre tipicamente em grande velocidade e de forma pouco planejada, surge um crescente desequilíbrio entre as necessidades da população e a capacidade da gestão pública de promover um desenvolvimento ordenado e sustentável nos centros urbanos (CAMPOS, 2014; MEIRELLES et al., 2017).

O conceito de sustentabilidade engloba os aspectos econômicos, sociais e ambientais (El-Diraby e Osman, 2011), onde seu maior objetivo é atender às necessidades da geração atual sem comprometer as chances das futuras gerações de satisfazer suas próprias necessidades.

Hodson e Marvin (2010), abordam a infraestrutura urbana, como um conjunto de elementos urbanos, que visam estabelecer um convívio entre o poder político e a sociedade. Quando se menciona a sustentabilidade voltada ao ambiente urbano, abrange-se um conceito que designa um processo de realização do desenvolvimento abordando os as áreas sociais, econômicas e ambientais ao longo do tempo e do espaço (Adams et al., 2012).

Gudmundsson (2004) afirma que "uma cidade sustentável é definida como uma cidade que está significativamente desacoplada da exploração de recursos e impactos ecológicos e que é sustentável a nível socioeconômico e ecológico a longo prazo".

Alves e Cunha (2017), relatam que a mobilidade urbana é um atributo associado à cidade, corresponde à facilidade de deslocamento de pessoas e bens na área urbana. Uma cidade que possui um bom índice de mobilidade urbana, apresenta um deslocamento seguro e ágil em sua rede viária.

De acordo com Gudmundsson (2004), a mobilidade urbana sustentável é representada pelo deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano não só por automóveis, mas também de forma autônoma ou não motorizada, desta forma, o contexto da sustentabilidade aplicada a questões urbanas, tem por objetivo promover um desenvolvimento urbano harmonioso, minimizando os impactos ambientais provocados pelos diversos dispositivos encontrados neste espaço, em um contexto socioeconômico.

Analisar a mobilidade urbana sustentável é muitas vezes uma forma complexa de se avaliar uma cidade, para tanto, a mesma pode ser monitorada por indicadores, os quais iram permitir identificar quais são seus domínios mais fortes ligados ao tripé da sustentabilidade. Um dos indicadores mais conhecidos no Brasil, é o Indicador de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) o mesmo foi desenvolvido por Costa (2008).

O IMUS propicia avaliar quantitativamente aspectos pertinentes ligados a mobilidade urbana sustentável, a ferramenta conta com 87 indicadores, agregados em 37 temas os quais são incorporados em 9 domínios de área, ressalta-se que o IMUS incorpora as três dimensões da sustentabilidade na composição de seus domínios, temas e indicadores (COSTA, 2008).

Para tanto, o estudo do meio urbano vem crescendo consideravelmente, muitos autores englobam em seus estudos, análise de indicadores somada a utilização de métodos matemáticos para se chegar a avaliações mais consistentes.

Awasthi e Chauhan (2012), em seu estudo propuseram uma análise híbrida para avaliar a seleção de iniciativas da logística urbana com foco na melhoria da sustentabilidade das cidades, para isso, foram utilizados os métodos Diagrama de Afinidade, AHP e Topsis Fuzzy.

Macharis et al. (2015) realizaram a comparação do transporte rodoviário intermodal e unimodal por meio da combinação dos métodos AHP e PROMETHEE, utilizando um ambiente SIG, a fim de minimizar os problemas de transporte na Bélgica.

Dessa forma, as cidades podem ser vistas como redes complexas que podem ser estudadas com técnicas robustas a fim de permitir perspectivas sobre a implementação de novas estratégias promovendo um contexto sustentável a este meio.

Neste sentido, este estudo visa, por meio dos domínios relacionados a mobilidade urbana sustentável, identificar qual o domínio influenciador por meio do método multicritério Dematel.

A metodologia Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory – DEMATEL, desenvolvida na década de 70, é utilizada como ferramenta de suporte à pesquisa e solução de problemas complexos e interligados. O seu principal objetivo é promover a compreensão acerca da relação de influência entre variáveis de interesse. Desta forma o método possibilita definir – em caráter diagnóstico – quais são os elementos prioritários do sistema em estudo. Para implementação do método, os passos executivos serão detalhados no capítulo da metodologia.

O método DEMATEL, por meio de comparações paritárias, analisa as relações de influência entre os critérios de avaliação dos projetos e, a partir da intensidade dessas relações, é capaz de inferir o peso dos critérios. O método é estruturado em 6 etapas detalhadas adiante (HSU, 2013; TZENG ET AL 2007).

A primeira etapa consiste na avaliação das relações de influência entre os critérios por meio de comparações paritárias. Após a coleta de todas as comparações, onde todos os especialistas ( $k$ ) têm suas respostas armazenadas em uma matriz-resposta, é calculada a matriz média das respostas representada por  $Z$ , por meio da equação 1.

$$(1) \quad Z = z_{ij} = \frac{1}{m} * \sum_{k=1}^m x_{ij}^k$$

Na segunda etapa, a matriz média das respostas é normalizada, gerando a matriz normalizada. Este procedimento é realizado com a aplicação de uma constante de normalização ( $\lambda$ ) que garante que cada elemento que constitua a matriz  $D$  esteja no intervalo  $[0,1]$ . Para isso, é utilizada a equação 2.

$$(2) \quad D = \lambda * Z$$

A constante de normalização  $\lambda$  é determinada pela equação 3.

$$(3) \quad \lambda = \text{Min} \left[ \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n |Z_{ij}|}, \frac{1}{\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n |Z_{ij}|} \right]$$

Na terceira etapa construiu-se a matriz de relações totais (direta e indireta)  $T$ . A matriz  $T$  pode ser obtida por meio da solução da equação 4.

$$(4) \quad T = D * (I - D)^{-1}$$

Na quarta etapa, com base nos resultados apresentados na matriz de efeitos totais  $T$ , são determinados os efeitos totais recebidos e provocados para cada critério analisado. A intensidade dos

efeitos totais provocados é determinada pela soma dos elementos contidos na *i*-ésima linha da matriz de efeitos totais *T*, representada por *R<sub>i</sub>*, e calculada pela equação 5.

$$(5) R_i = \sum_{j=1}^n t_{ij}$$

Já a intensidade dos efeitos totais recebidos é determinada pela soma dos elementos contidos na *i*-ésima coluna da matriz de efeitos totais *T*, representada por *C<sub>j</sub>*, e calculada pela equação 6.

$$(6) C_j = \sum_{i=1}^n t_{ij}$$

Logo, o efeito total promovido ao sistema pelo *i*-ésimo critério é a soma de seus efeitos provocados e efeitos recebidos, caracterizado pelo parâmetro (*R<sub>i</sub>* + *C<sub>j</sub>*). Já o seu efeito resultante é a diferença entre os seus efeitos provocados e os seus efeitos recebidos, caracterizado pelo parâmetro (*R<sub>i</sub>* - *C<sub>j</sub>*).

## 2. Metodologia

Esta pesquisa se iniciou com a extração dos domínios do IMUS desenvolvido por Costa (2003), o qual é um dos modelos mais completos em relação a conter os domínios a serem utilizados neste estudo.

A escolha deste modelo se deu pelo fato do mesmo ser bastante utilizado na avaliação de mobilidade urbana de cidades brasileiras, além de ser bastante explorado por outros trabalhos científicos. Este trabalho não visa aplicar o IMUS, mas sim extrair os domínios ligados a mobilidade urbana sustentável nele definidos.

A seguir são descritas as etapas da metodologia de estudo.

- 1- Extrair os domínios relacionados a mobilidade urbana sustentável do modelo IMUS;
- 2- Aplicar o método multicritério Dematel, a fim de se analisar a influência entre os domínios de forma a entender a criticidade dos domínios.

## 3. Resultados e Discussões

O IMUS é um modelo de indicadores de mobilidade urbana sustentável, que contempla 9 domínios de área, os quais por sua vez é dividido em 37 temas, que são subdivididos em 87 indicadores, contemplando o tripé da sustentabilidade. A Tabela 1, apresenta os 9 domínios e suas respectivas descrições.

Domínio	Descrição
Acessibilidade	Acesso aos sistemas de transporte englobando acesso físico à rede e acesso econômico. Acesso a espaços públicos e privados e às atividades urbanas, incluindo pessoas com necessidades especiais ou restrições de mobilidade.
Aspectos Ambientais	Controle de impacto no meio ambiente, recursos naturais.
Aspectos Sociais	Investimentos em educação e políticas sociais para ampliar o acesso à informação e conscientização sobre os direitos e deveres do cidadão.
Aspectos Políticos	Criação e regulamentação de políticas públicas de transportes e mobilidade urbana.
Infraestrutura de Transportes	Planejamento da provisão e manutenção da infraestrutura de transportes.

Modos não motorizados	Provisão e integração da infraestrutura para o transporte ciclo viário. Ações e estratégias para priorização e incentivo.
Planejamento Integrado	Capacitação de técnicos e gestores municipais para as atividades de planejamento urbano e de transportes. Integração entre órgãos e municípios no planejamento e gestão da mobilidade em regiões metropolitanas e aglomerações urbanas.
Tráfego e Circulação Urbana	Monitoração e medidas para prevenção e redução de acidentes de trânsito e ampliação da segurança viária. Educação e campanhas de conscientização para humanização do trânsito. Condições de trânsito e circulação e ações para melhoria da fluidez do tráfego.
Sistemas de Transporte Urbano	Cobertura, disponibilidade e qualidade dos serviços de transporte público urbano e metropolitano. Definição e implantação de política tarifária visando a remuneração do sistema e estabelecimento de tarifas acessíveis aos usuários.

Fonte: Adaptado de Costa (2008).

Tabela 1 – Domínios de área da mobilidade urbana sustentável

Em posse dos domínios, iniciou-se a aplicação do método multicritério Dematel. Nesta etapa, os domínios encontrados compuseram uma ficha de respostas enviada a 10 especialistas das áreas de Engenharia Civil e Arquitetura, com taxa de resposta de 50%.

As respostas consistiram em comparações paritárias entre os domínios, balizadas pela pergunta “O domínio A influência em que intensidade o domínio B?”. A escala de resposta pode ser observada pela Tabela 2.

Intensidade da Influência	Escala numérica
Sem influência	0
Baixa influência	1
Média influência	2
Alta influência	3
Muito alta influência	4

Fonte: Autora (2019)

Tabela 2 – Escala de resposta

A partir da coleta das respostas dos especialistas e realização de cálculos do método Dematel, foi possível construir o quadro total de relações de influência, como pode ser visualizado na Tabela 3.

Domínio de indicadores de mobilidade urbana sustentável	1. Acessibilidade	2. Aspectos Ambientais	3. Aspectos Sociais	4. Aspectos Políticos	5. Infraestrutura de Transporte	6. Modos não monitorados	7. Planejamento Integrado	8. Tráfego e circulação urbana	9. Sistema de Transporte
1. Acessibilidade	0,923	0,830	0,953	0,955	1,144	1,061	1,122	1,112	1,133
2. Aspectos ambientais	0,767	0,608	0,749	0,739	0,902	0,854	0,878	0,842	0,859
3. Aspectos sociais	0,892	0,755	0,746	0,808	0,987	0,933	0,961	0,952	0,984
4. Aspectos políticos	1,085	0,921	1,021	0,901	1,215	1,136	1,192	1,159	1,188
5. Infraestrutura de transporte	1,075	0,892	0,984	0,986	1,076	1,131	1,167	1,154	1,177
6. Modos não motorizados	1,014	0,881	0,961	0,942	1,145	0,969	1,123	1,097	1,119
7. Planejamento integrado	1,007	0,855	0,934	0,916	1,115	1,054	0,986	1,075	1,096
8. Tráfego e circulação urbana	1,058	0,891	0,981	0,976	1,185	1,107	1,155	1,023	1,165
9. Sistemas de transporte urbano	1,070	0,902	0,986	0,975	1,191	1,112	1,161	1,149	1,051

Fonte: Autora (2019)

Tabela 3 – Matriz de influências totais entre os domínios

A Tabela 3, apresenta o conjunto de domínios e suas influências, o mesmo forneceu a intensidade de influência que cada domínio provocou nos demais, por exemplo, a linha 1 contempla o domínio acessibilidade, analisando esta linha com as demais colunas nota-se que o domínio acessibilidade influenciou em uma maior taxa o domínio infraestrutura de transporte, ou seja, a promoção da acessibilidade em um espaço urbano, pode influenciar em aspectos positivos características da infraestrutura de transporte.

Por sua vez, o domínio menos influenciado pela acessibilidade foi o aspecto ambiental, por sua vez, o fato de ter um espaço urbano com características acessíveis, pouco corresponde a um meio urbano com aspectos ambientais ditos positivos.

Dada o quadro com a matriz total de relações de influências, calculou-se a média destes valores, se alcançando um resultado limiar de valor 1,004. Este valor faz-se necessário para identificar de forma mais claro quais são os domínios com influencias fracas, e quais são os domínios de forte influência, apresentado na Tabela 4.

Domínio de indicadores de mobilidade urbana sustentável	1. Acessibilidade	2. Aspectos Ambientais	3. Aspectos Sociais	4. Aspectos Políticos	5. Infraestrutura de Transporte	6. Modos não monitorados	7. Planejamento Integrado	8. Tráfego e circulação urbana	9. Sistema de Transporte
1. Acessibilidade					1,144	1,061	1,122	1,112	1,133
2. Aspectos ambientais									
3. Aspectos sociais									
4. Aspectos políticos	1,085		1,021		1,215	1,136	1,192	1,159	1,188
5. Infraestrutura de transporte	1,075				1,076	1,131	1,167	1,154	1,177
6. Modos não motorizados	1,014				1,145		1,123	1,097	1,119
7. Planejamento integrado	1,007				1,115	1,054		1,075	1,096
8. Tráfego e circulação urbana	1,058				1,185	1,107	1,155	1,023	1,165
9. Sistemas de transporte urbano	1,070				1,191	1,112	1,161	1,149	1,051

Fonte: Autora (2019)

Tabela 4 – Matriz de relação total de influência com aplicação do limiar

Na Tabela 4 anteriormente apresentado, tem-se apenas os valores iguais ou maiores que o valor 1,004 do limiar, extraído da Tabela 3. A construção do limiar se faz necessário para na construção do mapa de influência entre os domínios, para que se preserve apenas os domínios que possuam efeitos de relevância na rede.

O estudo foi desenvolvido com a finalidade de analisar qual a influência entre domínios relacionados a mobilidade urbana sustentável, ou seja, quais os domínios causa e quais os domínios efeito.

Já a Tabela 5, apresenta a relação de cada domínio, onde o Ri+Ci representa a atividade total do domínio na rede, e o Ri-Ci representa a atividade resultante na rede, ou seja, é o fator que indica quem é causa e quem é efeito.

	Domínios	X (Ri+Ci)	Y (Ri-Ci)
P1	Acessibilidade	18,1251	0,3414
P2	Aspectos ambientais	14,7317	-0,3371
P3	Aspectos sociais	16,3343	-0,2978



P4	Aspectos políticos	18,0173	1,6206
P5	Infraestrutura de transporte	19,6029	-0,3188
P6	Modos não motorizados	18,6089	-0,1039
P7	Planejamento integrado	18,7823	-0,7085
P8	Trafego e circulação urbana	19,1027	-0,0220
P9	Sistema de transporte urbano	19,3692	-0,1740

Fonte: Autora (2019)

Tabela 5 – Relações das influências

Analisando os valores da coluna Ri-Ci, pode-se afirmar que os valores maiores que 0 representam os domínios de causa, e os valores menores que 0 representam os domínios de efeito. Dessa forma, quanto maior for este valor, maior é a influência do mesmo na rede de domínios, sendo assim, nesta rede analisada o aspecto político representa o domínio de maior influência, ou seja, o mesmo provoca efeitos de maior intensidade na rede.

Para melhor visualização destas relações de influência, a última etapa do método multicritério aqui utilizado, é a elaboração do mapa de influência, Figura 1, onde o Ri-Ci representa o eixo Y, e o Ri+Ci representa o eixo X.

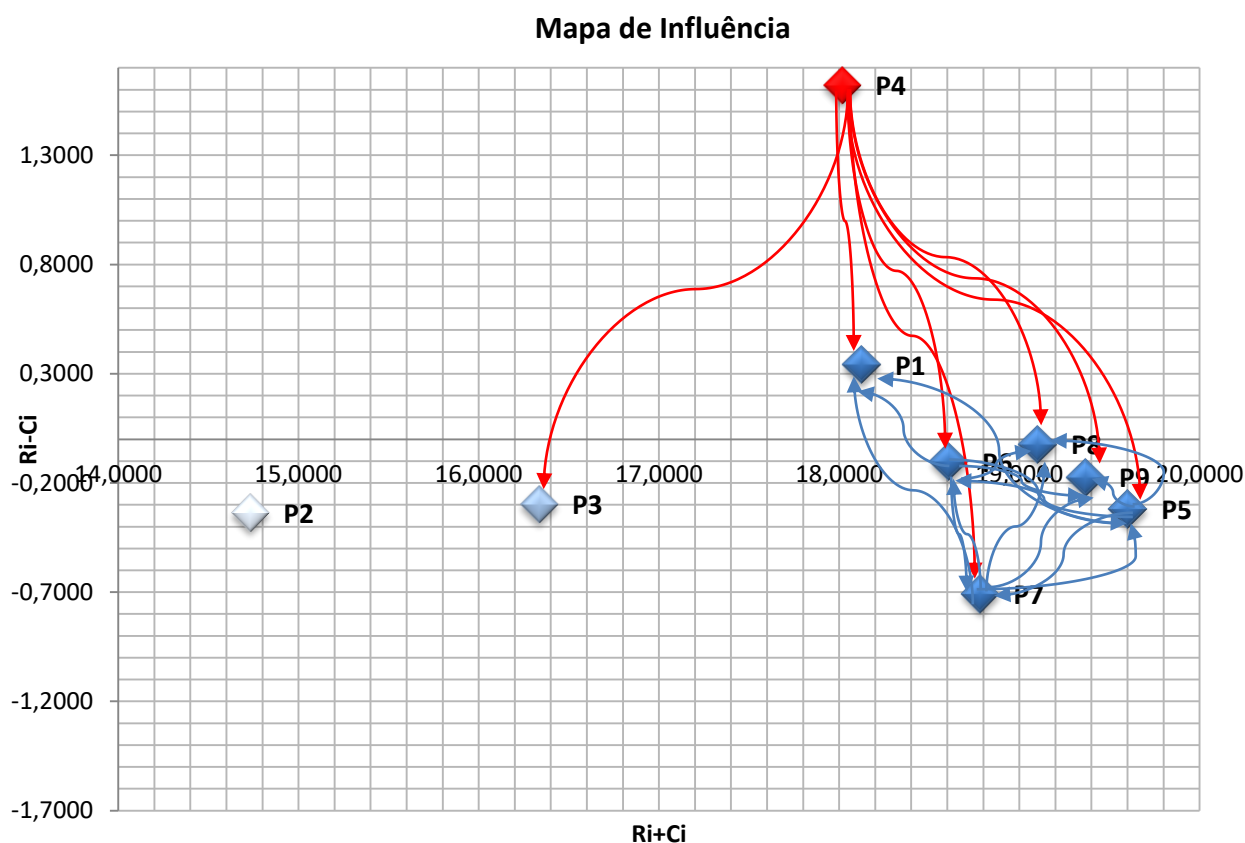


Figura 1 – Mapa de Influência

A partir do mapa de influência, construído com o auxílio da Tabela 4 e Tabela 5, nota-se o ponto 4 o qual representa o domínio aspectos político é o que mais influencia os demais domínios. Logo, pode-se afirmar que se este domínio apresenta indicadores com bons resultados, necessariamente os demais domínios tenderam a apresentar indicadores com resultados positivos, e o contrário também prevalece, pois o mesmo causa um efeito em intensidade elevada sobre os demais.

Já o ponto 2 que está relacionado ao domínio aspecto ambiental, não provoca e nem recebe influência na rede, e o ponto 3 que está relacionado ao domínio aspecto social, apenas recebe influência do domínio aspecto político, e não provocada influencia na rede. Em relação aos demais domínios, os mesmos recebem influencias e também influenciam a rede numa intensidade menor.

Pela análise realizada com o auxílio do método multicritério Dematel, pode-se afirmar que o domínio voltado a mobilidade urbana sustentável que possui relação de intensidade na rede é o aspecto político.

Neste contexto, o domínio aspectos políticos, influência de forma intensificada os demais em relação a aspectos positivos e negativos as características da mobilidade urbana sustentável, por sua vez, se há os indicadores relacionados a este domínio que possuem bom ou mau desempenho, tende-se que os indicadores dos demais domínios também apresentem bons ou maus desempenhos.

Desta forma, afirma-se que um bom índice relacionado a mobilidade urbana sustentável, está voltado a boas estratégias relacionadas aos aspectos políticos, que por sua vez irá disseminar boas ações entre os demais domínios.

#### 4. Conclusão

A sustentabilidade permeia diversas áreas de conhecimento, e atualmente vem sendo aplicada em diversos contextos, um deles é voltado ao espaço urbano. O estudo da mobilidade urbana no âmbito sustentável, envolve analisar se o meio urbano, propicia aspectos voltados ao tripé da sustentabilidade. A mobilidade urbana sustentável é um conjunto de políticas e ações da administração pública resultando na democratização do acesso ao espaço urbano, na promoção da sustentabilidade ambiental.

Para tanto, neste estudo, se fez necessário analisar qual o domínio que representa uma característica voltada aos indicadores da mobilidade urbana sustentável possui maior influência. Na análise realizada, identificou-se que o aspecto político é o maior influenciador nos demais domínios compostos na rede. Logo ações bem administradas voltadas a este domínio tende a disseminar bons desempenhos entre os demais domínios.

Logo a identificação do domínio central, se faz necessária, para que estratégias sejam executadas de forma a maximizar bons resultados, permitindo assim, que o meio urbano seja considerado um ambiente sustentável.

Portanto, o método utilizado proporcionou identificar que os critérios mais ativos na elaboração de um indicador de mobilidade urbana sustentável, pois a principal característica de um indicador sintético é sua capacidade de sintetizar um volume considerável de dados e de tornar mais gerenciáveis as informações significativas sobre o objeto em análise. Logo identificar os aspectos mais relevantes que iram compor o mesmo, garante uma maior eficiência na composição do indicador.

Ressalta-se que para estudos futuros, leve-se em consideração a influência e homogeneidade dos indicadores que compõem o IMUS, e como eles influenciam a o conceito de cidades sustentáveis, utilizando técnicas de tomada de decisão para que sejam traçadas estratégias.

#### Referências

ADAMS, R. BESSANT, J.; JEANRENAUD, S.; OVERY, P.; DENYER, D. **Innovating for sustainability: a systematic review of the body of knowledge.** 2012.

ALVES, J. D. G.; DA CUNHA, E. L. R.. O sistema ciclovitário como alternativa para a mobilidade urbana: uma análise em piracicaba–são paulo.-Cycling system as an alternative for urban



mobility: an analysis in Piracicaba - São Paulo. **Cientifica-Multidisciplinary Journal**, v. 4, n. 1, p. 32-49, 2017.

AWASTHI, A.; CHAUHAN, S. S. A hybrid approach integrating Affinity Diagram, AHP and fuzzy TOPSIS for sustainable city logistics planning. **Applied Mathematical Modelling**, v. 36, n. 2, p. 573-584, 2012.

CAMPOS, C. C. Editorial. Cidades Inteligentes e Mobilidade Urbana. Rio de Janeiro: FGV Projetos, ano 9, n. 24, 2014. Disponível em: <[http://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/cadernos\\_fgvprojetos\\_smart\\_cities\\_gwa\\_0.pdf](http://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/cadernos_fgvprojetos_smart_cities_gwa_0.pdf)> Acesso em: 13/12/2017.

COSTA, M. S. **Mobilidade urbana sustentável**: um estudo comparativo e as bases de um sistema de gestão para Brasil e Portugal. EESC/USP. São Paulo, 2003.

DE FREITAS M., H.; DA SILVA, A. N. R. Benchmarking sustainable urban mobility: The case of Curitiba, Brazil. **Transport Policy**, v. 21, p. 141-151, 2012.

EL-DIRABY, T. E.; OSMAN, H. A domain ontology for construction concepts in urban infrastructure products. **Automation in Construction**, v. 20, n. 8, p. 1120-1132, 2011.

GUDMUNDSSON, H. Sustainable transport and performance indicators. **Issues in environmental science and technology**, v. 20, p. 35-64, 2004.

HODSON, M.; MARVIN, S. Can cities shape socio-technical transitions and how would we know if they were?. **Research policy**, v. 39, n. 4, p. 477-485, 2010.

HSU, C. et al. Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management. **Journal of cleaner production**, v. 56, p. 164-172, 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?codmun=0&idtema=130>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

MACHARIS, C.; MEERS, D.; LIER, T. V. Modal choice in freight transport: combining multi-criteria decision analysis and geographic information systems. **International Journal of Multicriteria Decision Making**, v. 5, n. 4, p. 355-371, 2015.

MEIRELLES, G. F.; MARIANO, A. M.; BORGES, S.; FERNANDES, I. B.; TACO, P. W. G. Uma revisão bibliométrica sobre cidades inteligentes: aplicação da teoria do enfoque meta analítico consolidado. In: VII CONBREPRO (Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção), 2017. **Anais...** Ponta Grossa, 2017.

ONU – Organização das Nações Unidas. World Urbanization Prospects: the 2009 Revision. 2015. Disponível em: <<http://www.ctc-health.org.cn/file/2011061610.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

PORTO, J. B.; MACADAR, M. A. Smart City Assessment Methodology: O Modelo Conceitual In:14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS & TECHNOLOGY MANAGEMENT (CONTECSI). **Anais...** São Paulo, 2017.

TZENG, G.; CHIANG, C.; LI, C.. Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. **Expert systems with Applications**, v. 32, n. 4, p. 1028-1044, 2007.