



PESQUISA OPERACIONAL APLICADA À MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL NAS CIDADES BRASILEIRAS

Fernanda Borges Monteiro Alves

Walter Manoel Mendes Filho

Wilson Cabral de Souza Jr.

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Pç Marechal E. Gomes, 50, Vila das Acácias, CEP 12228-900, São José dos Campos/SP-Brasil

fernandaborges.ita@gmail.com

walter.mendesfilho@gmail.com

wilson@ita.br

Glaysse Ferreira Perroni da Silva

Mischel Carmen Neyra Belderrain

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Programa de Pós-Graduação em Pesquisa Operacional – ITA/UNIFESP

Pç Marechal E. Gomes, 50, Vila das Acácias, CEP 12228-900, São José dos Campos/SP-Brasil

glaysse19@yahoo.com.br

carmen@ita.br

RESUMO

O rápido e contínuo crescimento da população nas cidades brasileiras vem acompanhado do aumento da área ocupada o que, sem a correspondente contrapartida na infraestrutura de serviços urbanos, provoca uma série de problemas latentes, dentre eles, a dificuldade de mobilidade. O conceito *Smart City* busca criar cidades mais resilientes e sustentáveis, isto é, com flexibilidade e capacidade de adaptação. Neste contexto, o presente trabalho busca compreender e estruturar a situação problemática da mobilidade urbana nas cidades brasileiras, utilizando métodos da Pesquisa Operacional *Soft*, e propor ações estratégicas baseadas em sustentabilidade e no conceito de *Smart City*. Como resultado, espera-se obter uma lista de recomendações que auxiliem os gestores públicos na promoção de uma mobilidade urbana mais sustentável.

PALAVRAS CHAVE. Pesquisa Operacional; Mobilidade Urbana Sustentável; *Smart City*.

Tópico: Métodos de Estruturação de Problemas da Pesquisa Operacional *Soft*.

ABSTRACT

The fast and continuous growth of the population in Brazilian cities is accompanied by an increase in the occupied area which, without the corresponding growth in urban services infrastructure, causes several latent problems, e.g., increasingly difficult mobility. The Smart City concept seeks the development of sustainable and resilient cities, flexible and adaptive. In this context, the objective of the study is to understand and structure the problematic situation of urban mobility in Brazilian cities by applying Soft Operational Research methods, and proposing as well strategic actions based on the Smart City concept. The outcome of the study a list of recommendations to assist public managers in promoting a more sustainable urban mobility.

KEYWORDS. Operational Research; Sustainable Urban Mobility; Smart City.

Paper topic: Problem Structuring Methods of Soft Operational Research.



1. Introdução

O rápido e contínuo crescimento da população nas cidades brasileiras vem acompanhado do aumento da área ocupada, muitas vezes de forma dispersa e sem a correspondente contrapartida na infraestrutura de serviços urbanos (transporte, saneamento, saúde, educação, etc), trazendo uma série de problemas latentes, dentre eles, a dificuldade de locomoção. A falta de um planejamento urbano adequado e a escassez de recursos para investimento repercutem na mobilidade urbana, gerando prejuízos nos âmbitos social, econômico e ambiental.

Ao se pensar no futuro das cidades, o conceito de *Smart City* (“Cidade Inteligente”) surge com a intenção de se criar cidades mais resilientes e sustentáveis, isto é, com flexibilidade e capacidade de adaptação, capazes de dar respostas rápidas e eficientes às ameaças externas e de atender aos princípios básicos de qualidade de vida. Assim, a busca por uma cidade mais inteligente, resiliente, inovadora e sustentável pressupõe uma visão holística e sistêmica do espaço urbano e a integração efetiva dos vários atores e setores urbanos, [FGV 2015].

Nos últimos anos as *Smart Cities* transformaram-se em tema de grande importância no mundo e no Brasil, nas discussões sobre o desenvolvimento urbano sustentável [FGV 2015]. A sustentabilidade se apresenta então como um novo paradigma aplicável, dentre outros, à correta alocação de recursos como, por exemplo, os que fortalecem a mobilidade urbana.

Dentro deste contexto e considerando a problemática da mobilidade nos grandes centros urbanos brasileiros, o objetivo do artigo é compreender e estruturar o problema da mobilidade urbana do ponto de vista dos envolvidos, usuários e tomadores de decisão (gestores públicos) apoiando-se nos Métodos de Estruturação de Problemas da Pesquisa Operacional *Soft*. A intenção é propor ações estratégicas, sistematicamente viáveis e culturalmente desejáveis, que conduzam à melhoria da situação de interesse, promovendo uma mobilidade urbana mais sustentável.

O artigo está estruturado da seguinte forma: na segunda e terceira seções são apresentados os fundamentos teóricos da metodologia adotada para o estudo do problema e na seção quatro discute-se a sua aplicação. Por fim, seguem-se as considerações finais e referências.

2. Método Soft System Methodology – SSM

O método *Soft System Methodology* – SSM, proposto por Peter Checkland [1981], pertence à classe dos chamados Métodos de Estruturação de Problemas [Rosenhead 1989; Mingers e Rosenhead 2004]. SSM atua como um sistema de aprendizagem e intervenção na realidade, trata de situações humanas em que as pessoas procuram tomar ações que lhes façam sentido, de acordo com algum propósito declarado.

O SSM é composto por sete estágios e/ou ações: (1°) explorar a situação problemática; (2°) expressar a situação problemática; (3°) construir definições sucintas de sistemas relevantes; (4°) explorar modelos conceituais; (5°) fazer comparação de 4 com 2; (6°) listar mudanças possíveis e desejáveis; (7°) sugerir ações para a transformação da situação problemática.

No entanto, desde a sua criação, a partir de experiências obtidas na prática, o processo de SSM passou por vários aperfeiçoamentos e modificações [Checkland 2000]. Assim, inúmeras críticas surgiram, apontadas pela falta de rigor teórico e valor prático do método [Holwell 2000]. Estudantes de SSM se deparam com uma metodologia que não é propensa à padronização e não oferece nenhuma convergência definida. No plano teórico, a questão se agrava pelo fato de que a metodologia se baseia em ciências sociais interpretativas [Georgiou 2015]; [Abuabara et al., 2017].

Neste contexto, para tornar a metodologia mais compreensível e praticável, sobretudo no nível pedagógico, Georgiou [2006] propôs o desenvolvimento de uma versão reconfigurada de três fases do SSM, a saber, (1) produção de conhecimento; (2) definição do problema; e (3)



planejamento sistêmico, com uma perspectiva implícita sobre tomada de decisão.

Mais tarde, em 2012, Georgiou apresentou uma nova configuração das fases do SSM reconfigurado, ilustrado na Figura 1, chamada de “Mecanismo interno do SSM”, em que as três fases acima descritas passaram a ser identificadas como: (1) Registrar uma compreensão da situação problemática; (2) Identificar as mudanças necessárias e (3) Delinear e debater modelos para operacionalizar as transformações. Cada fase será descrita mais adiante juntamente com a sua aplicação a um caso prático.

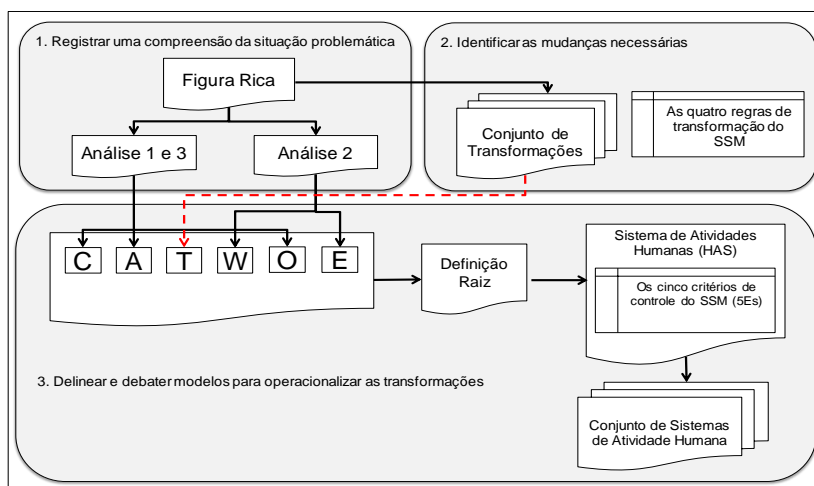


Figura 1 – Mecanismo interno do SSM, adaptado de Georgiou (2012, 2015)

3. Strategic Options Development and Analysis – SODA-T

O método SODA permite estruturar e identificar problemas [Rosenhead1989]; [Mingers e Rosenhead 2004]. A ferramenta do SODA é o Mapa Cognitivo que, por meio de uma estrutura hierárquica de meios e fins, registra e elicita as visões individuais dos envolvidos em uma dada situação problemática [Ackermann 2012]. Para tal, o SODA emprega entrevistas e mapeamento cognitivo com construtos bipolares [Eden 1998], as quais se fundamentam na teoria dos construtos psicológicos de George Kelly [Kelly 1991]. O objetivo é eliminar ambiguidades intrínsecas e propiciar uma visão clara do contexto sob análise, viabilizando assim a identificação das potenciais soluções ou linhas de ação.

Numa visão multi-metodológica, definida como a prática de combinar e relacionar várias metodologias ou alguns estágios de duas ou mais metodologias numa mesma intervenção prática [Mingers2000]; [Munro e Mingers2002], Georgiou [2012, 2015] sugere o uso do método SODA em conjunto com o SSM na fase de identificação das mudanças necessárias, ou seja, para gerar as transformações, auxiliando, desta forma, o planejamento sistêmico. A isto ele deu o nome de SODA de Transformações ou SODA-T.

Resumidamente, no SODA-T, os construtos do mapa são construídos de forma que a entrada e a saída da transformação são os pólos do construto bipolar. As relações exibidas no mapa informam os tomadores de decisão sobre quais transformações devem ser tratadas primeiro e como isto pode levar à consideração de mais transformações. O mapa SODA-T também guia a maneira pela qual os respectivos Sistemas de Atividades Humanas (HASs) das transformações podem ser interligados no estágio final da Fase 3 no SSM [Georgiou 2012, 2015].



4. Aplicação da Metodologia

Nesta seção será discutida a aplicação do SSM reconfigurado com o uso do mapa SODA-T de Georgiou [2012, 2015], Curo [2011] e Fukao [2015] ao problema da mobilidade urbana. Espera-se com isto, obter um melhor exame das percepções da situação problemática, definição de ações e reflexões sobre os efeitos das ações tomadas.

4.1 Fase 1: Registrar uma compreensão da situação problemática.

Nesta primeira fase, conforme Checkland [2000] propõe, deve-se procurar expressar, com a maior riqueza detalhada possível, a situação problemática. Para esta representação, utiliza-se um recurso chamado “figuras ricas”, as quais são ferramentas importantes para capturar tudo o que se conhece sobre uma situação e os elementos interconectados que a caracterizam [Armson 2011]. Ademais, a Figura Rica auxilia as Análises 1, 2 e 3 do SSM, ao possibilitar extrair informações sobre o problema complexo. A Figura 2 ilustra a representação da situação problemática abordada no artigo.

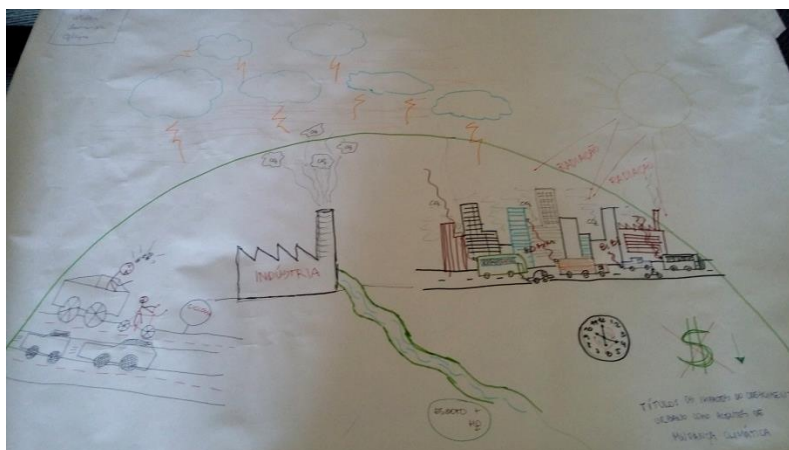


Figura 2 – Figura Rica da situação problemática

Dos impactos do crescimento urbano no cenário das grandes cidades, uma análise da Figura Rica permitiu emergir três deles: o ambiental, o econômico e o político. Nota-se, assim, que a mobilidade urbana relaciona os três impactos de forma negativa. Portanto, este será o foco de análise do problema pois acredita-se que com uma mobilidade urbana eficiente e sustentável, parte destes impactos podem ser minimizados.

4.1.1 Análise 1: Identificação dos atores

Para a identificação dos atores envolvidos no problema complexo, os elementos envolvidos são pessoas físicas (Quem), e também entidades abstratas (Que), constituídas por pessoas físicas.

- Pessoas físicas: (i) usuários do transporte público; (ii) diretores de empresas / indústrias; (iii) empresários (transportes, *startups*, etc); (iv) secretário de transportes; proprietários de veículos (motoristas).
- Entidades: (i) Prefeitura, (ii) empresas / indústrias; (iii) *startups* (aplicativos).



4.1.2 Análise 2: Identificação das dinâmicas socioculturais

No contexto da situação problemática, identificam-se os seguintes aspectos explícitos e implícitos, a saber:

- Execução lenta de obras de infraestrutura;
- Faltam ações conjuntas entre municípios da mesma região metropolitana;
- Estímulo da indústria automotiva (mais fácil comprar um veículo);
- Dificuldade do transporte coletivo em atender quanto ao conforto, a pontualidade, a frequência e a cobertura do trajeto.

4.1.3 Análise 3: Identificação das Dinâmicas de Poder

Nesta etapa, identifica-se a dinâmica de poder para os atores elencados na Análise 1, descrevendo qual é o seu papel na resolução da situação problemática (Tabela 1).

Tabela 1: Identificação das Dinâmicas de Poder

Ator	Poder	Ações
Usuários do transporte público	Cliente	Recorrer à fiscalização dos serviços para obtenção de informações;Apresentar sugestões e reclamações quanto aos serviços;Comunicar às autoridades competentes os atos ilícitos praticados pela concessionária na prestação do serviço.
Proprietários de veículos (motoristas)	Cliente	Promover um trânsito mais seguro;Respeitar as leis de trânsito;Apresentar sugestões e reclamações quanto aos serviços.
Diretores de empresas / indústrias	Hierárquico	Promover alternativas para atender a crescente população;Oferecer serviços que contribuam para a conservação das cidades;Flexibilizar os horários das empresas / indústrias.
Empresários	Hierárquico	Promover a mobilidade do trânsito dentro das cidades.
Secretário de transportes	Organizacional e hierárquico	Regular as tarifas e fiscalizar as empresas responsáveis pela operação do sistema.
Prefeitura	Organizacional	Realizar a construção de vias e terminais de integração;Organizar as linhas e horários de ônibus;Implantar os pontos de parada.
Empresas de transporte	Organizacional	Conservar os ônibus;Respeitar as leis de segurança;Realizar a contratação;Capacitar os funcionários.
Startups	Organizacional	Implantar plataformas digitais para auxílio do usuário (aplicativos, etc).

4.2 Fase 2: Identificar as mudanças necessárias para a situação problemática

Nesta fase, recorreu-se ao mapa SODA-T, a fim de gerar e identificar as transformações necessárias para a situação em questão.

A construção do mapa SODA-T foi realizada a partir da congregação dos mapas



cognitivos (elaborados com base em dados disponíveis em documentos oficiais) e *brainstorming* realizado em grupo. Este mapa SODA-T é apresentado no Apêndice I e foi construído com o auxílio do *software Lucidchart*.

As transformações foram selecionadas pela identificação dos constructos dominantes, ou seja, aqueles que representam as transformações centrais, mais relevantes à situação problemática. Na identificação destas transformações (Tabela 2), foram consideradas as quatro regras de transformação do SSM, a saber: (i) considerar só uma entrada (*input*) e uma saída (*output*); (ii) a entrada tem que estar presente na saída, porém transformada; (iii) uma entrada intangível tem que resultar em uma saída intangível; e (iv) uma entrada tangível tem que resultar em uma saída tangível.

Tabela 2: Transformações identificadas

Transformação SSM	<i>Input</i>	<i>Output</i>
T1	Congestionamentos em zonas centrais da cidade	...vias com volume menor de congestionamento nos horários de pico
T2	Excesso de veículos (uso pessoal/individual)	...menor quantidade de veículo de uso pessoal

4.3 Fase 3: Delinear e debater modelos para operacionalizar as transformações

A última fase é o planejamento sistêmico das ações a serem tomadas. Para isto, são construídos o CATWOE (mnemotécnica de *Client, Actors, Transformations process, Weltanschauung*: - visão do mundo, *Owner* e *Environmental Constraints*), a definição raiz (uma sentença contendo informações de planejamento para orientar a transformação) (Quadros 1 e 2) e o Supersistema formado pelos HASs (Sistemas de Atividades Humanas) (Apêndice II).

Quadro 1 – CATWOE e Definição Raiz para a Transformação T1

TRANSEF.	<i>INPUT</i>	<i>OUTPUT</i>
T1	Congestionamentos em zonas centrais da cidade	...vias com volume menor de congestionamento nos horários de pico
C A T W O E	Usuários do transporte público, Prefeitura, empresários, proprietários de veículos (motoristas).	
	Usuários do transporte público, diretores de empresas de transporte, empresários, Prefeitura, empresas/indústrias, proprietários de veículos (motoristas).	
	T1	
	Diminuir o tempo de deslocamento entre localidades, melhorar a vida das pessoas e melhorar a fluidez do transporte de cargas.	
	Prefeitura (Poder Executivo Municipal).	
	Qualidade precária do acesso às zonas centrais, sobretudo por meio do transporte coletivo.	
Definição Raiz	Um sistema que busca proporcionar, aos grandes centros urbanos, vias com um volume menor de congestionamento nos horários de pico, realizado pelos usuários do transporte público, diretores de empresas de transporte, empresários, Prefeitura, empresas/ indústrias e proprietários de veículos	



	(motoristas), e que irá atender usuários do transporte público, Prefeitura, empresários e proprietários de veículos (motoristas), a fim de diminuir o tempo de deslocamento entre localidades, melhorar a vida das pessoas e melhorar a fluidez do transporte de cargas, em um ambiente onde é precária a qualidade do acesso às zonas centrais, sobretudo por meio do transporte coletivo, cujo poder de decisão final é do Poder Executivo Municipal.
--	---

Quadro 2 – CATWOE e Definição Raiz para a Transformação T2

TRANSF.	INPUT	OUTPUT
T2	Excesso de veículos (uso pessoal/individual)	...menor quantidade de veículo de uso pessoal
C	Usuários do transporte público, Prefeitura, empresários, proprietários de veículos (motoristas).	
A	Usuários do transporte público, diretores de empresas de transporte, empresários, Prefeitura, empresas/indústrias, proprietários de veículos (motoristas).	
T	T2	
W	Desafogar o trânsito nas zonas centrais da cidade, sobretudo em horários de pico e melhorar o deslocamento de pessoas e mercadorias.	
O	Prefeitura (Poder Executivo Municipal).	
E	Crescimento da frota de automóveis, motocicletas, ônibus e caminhões circulando nos grandes centros.	
Definição Raiz	Um sistema que busca diminuir a quantidade de veículos de uso pessoal circulando nas vias, realizado pelos usuários do transporte público, diretores de empresas de transporte, empresários, Prefeitura, empresas/indústrias e proprietários de veículos (motoristas), e que irá atender usuários do transporte público, Prefeitura, empresários e proprietários de veículos (motoristas), a fim de desafogar o trânsito nas zonas centrais da cidade, sobretudo em horários de pico, e melhorar o deslocamento de pessoas e mercadorias, em um ambiente onde existe um crescimento da frota de automóveis, motocicletas, ônibus e caminhões circulando nos grandes centros, cujo poder de decisão final é do Poder Executivo Municipal.	

Na próxima etapa, com o auxílio do mapa SODA-T (Apêndice I), foram identificadas as atividades que operacionalizariam cada transformação T e foram elaborados os respectivos Sistemas de Atividades Humanas (HASs). Estes, por meio da identificação de atividades em comum, foram então conectados para formar o Supersistema, apresentado no Apêndice II. Por questões de limitação de espaço, as atividades para as transformações T1 e T2 e os HASs individuais não serão mostrados.

Os autores, então, reuniram-se para, através de um *brainstorming* e de análise documental, definir quais atividades cumprem as condições do SSM: sistematicamente desejáveis e culturalmente viáveis no mundo real. Tal análise é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Análise das atividades do Supersistema



Atividade		Sistematicamente desejável?	Culturalmente viável?
T1-1	Criar mais ciclovias que liguem os bairros às regiões centrais	Sim	Sim
T1-2/T2-10	Integrar o sistema de transportes	Sim	Sim
T1-3/T2-12	Aplicar taxas para tráfego em regiões centrais	Sim	Sim
T1-4	Implantar processo de educação continuada: atuação em padrões culturais	Sim	Sim
T1-5	Promover investimentos: parcerias público privadas	Sim	Sim
T1-6	Reduzir preços das tarifas do transporte público	Sim	Sim
T1-7	Ampliar o número de faixas e corredores de ônibus	Sim	Sim
T1-8	Ampliar a malha metroviária e ferroviária	Sim	Sim
T1-9	Criar rotas alternativas para os ônibus	Sim	Sim
T1-10	Fazer a ligação direta entre bairros, sem passar pelas regiões centrais	Sim	Sim
T1-11	Duplicar pistas	Sim	Sim
T1-12	Criar um plano de ocupação adequado	Sim	Sim
T2-1	Reduzir o intervalo entre viagens	Sim	Sim
T2-2	Renovar a frota de ônibus	Sim	Sim
T2-3	Ampliar a acessibilidade para deficientes no transporte público	Sim	Sim
T2-4	Reforçar a segurança dentro de trens e metrô	Sim	Sim
T2-5	Aumentar os incentivos fiscais ao transporte público e ferroviário	Sim	Sim
T2-6	Ampliar as rotas dos ônibus	Sim	Sim
T2-7	Firmar parcerias entre Prefeitura e empresas de transporte público	Sim	Sim
T2-8	Fazer campanhas de conscientização junto à população sobre os benefícios individuais e coletivos do transporte público	Sim	Sim
T2-9	Implantar novas linhas que respondam adequadamente ao fluxo de pessoas	Sim	Sim
T2-11	Implementar sistemas de rodízio	Sim	Sim
T2-13	Melhorar o estado de conservação de ciclovias e calçadas	Sim	Sim

Como última etapa do processo, foram aplicados para o Supersistema gerado os cinco critérios de controle do SSM, definidos por Georgiou [2015], a saber, Eficácia, Eficiência, Efetividade, Ética e Elegância.

Depois de executados todos os passos da metodologia, foi possível propor uma lista de recomendações iniciais de ações estratégicas, buscando auxiliar os tomadores de decisão (gestores públicos) na busca pela melhoria da situação problemática. Estas ações estão centradas na construção de condições objetivas (novas vias e sistemas) e condições subjetivas (uma nova visão/percepção da mobilidade urbana), com vistas a um planejamento não só reativo, mas também proativo da mobilidade [FGV, 2015]: (1) Criar um canal de Ouvidoria destinado a receber reclamações e sugestões sobre o trânsito e o transporte público, (2) Criar/aprimorar o Plano Diretor



de Mobilidade Urbana para municípios com mais de 20 mil habitantes, (3) Criar/ampliar ciclovias e ciclofaixas integradas com os diversos modais existentes, (4) Fazer campanhas para desestimular o uso do transporte motorizado individual sobretudo nas áreas de maior conflito nas vias urbanas, (5) Traçar/melhorar planos de segurança pública que ofereçam mais proteção às mulheres em transportes públicos coletivos, (6) Investir na melhoria e no desenvolvimento de corredores viários, (7) Favorecer a implantação de parques industriais próximos a bairros mais populosos, (8) Proceder ao redimensionamento do sistema viário e rever modelos urbanos, (9) Implantar regras de ocupação do solo que determinem a adoção de amplas calçadas e com acessibilidade, (10) Estabelecer a obrigatoriedade de instalação de bicicletários públicos e privados nos novos edifícios, (11) Implantar projetos para o uso das principais soluções de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) aplicadas à configuração de *SmartCities*, como o *bus information system*, *e-logistics*, *smart motor*, entre outros [FGV 2015], (12) Promover a integração física, operacional e tarifária entre diferentes veículos e meios de transporte e a complementaridade da rede de transporte coletivo.

5. Considerações Finais

O objetivo do artigo, compreender e estruturar o problema da mobilidade urbana nas cidades brasileiras do ponto de vista dos envolvidos, usuários e tomadores de decisão (gestores públicos), foi atingido utilizando os Métodos de Estruturação de Problemas da Pesquisa Operacional *Soft*: SSM reconfigurado e SODA-T de Georgiou [2012, 2015]. Foi possível expressar a situação problemática com o auxílio da Figura Rica e explorar as possíveis ações sistemicamente desejáveis e culturalmente viáveis para a promoção da mobilidade urbana sustentável e a construção de *Smart Cities*.

Recomenda-se como trabalho futuro, a intervenção de outros *stakeholders*-chave, com a aplicação de métodos para a identificação do escopo de participação, a fim de se obter uma maior gama de pontos de vista e definição de ações a seguir.

Agradecimentos:

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio financeiro à pesquisa do Programa de Pós-graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA.

REFERÊNCIAS

Abuabara, L., Paucar-Caceres, A., Belderrain, M.C.N. et al (2017). A systemic framework based on Soft OR approaches to support teamwork strategy: an aviation manufacturer Brazilian company case. *Journal of the Operational Research Society*, doi:10.1057/s41274-017-0204-9

Ackermann, F. (2012). Problem structuring methods ‘in the Dock’: arguing the case for Soft OR. *European Journal of Operational Research*, v. 219, n.3, p. 652-658, doi:10.1016/j.ejor.2011.11.014

Armson, R. (2011). *Growing Wings on The Way: Systems Thinking for Messy Situations*. United Kingdom: Triarchy Press.

Checkland, P. (2000). "Soft systems methodology: a thirty year retrospective." *Systems Research*



and Behavioral Science 17. S1:S11-S58. doi: 10.1002/1099-1743(200011)17:1+<::AID-SRES374>3.0.CO;2-O

Curo, R. S. G.(2011). Pensamento sistêmico aplicado à problemática da produção científica em uma instituição de ensino superior no Peru. Diss., Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, São Paulo, Brasil.

Eden, C. (1998). Cognitive mapping: a review. *European Journal of Operational Research*, v. 36, p. 1–13. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(88\)90002-1](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(88)90002-1)

FGV Projetos.(2015). Cidades Inteligentes e Mobilidade Urbana. Cadernos FGV Projetos, Rio de Janeiro, n. 24. Disponível em:<http://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/cadernos_fgvprojetos_smart_cities_bilingue-final-web.pdf>. Acessado em abril 2017.

Fukao, L.(2015). Enfoque multimetodológico para gestão da evasão no ensino técnico. Diss., Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, São Paulo, Brasil.

Georgiou, I. (2006). Managerial Effectiveness from a System Theoretical Point of View. *System Practice and Action Research*, v.19, n. 5, p. 441-459, doi: 10.1007/s11213-006-9035-3.

Georgiou, I. (2012). Messing about in transformations: Structured systemic planning for systemic solutions to systemic problems. *European Journal of Operational Research*, v.223, n.2, p.392-406.<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2012.06.010>

Georgiou, I. (2015). Unravelling soft systems methodology.*International Journal of Economics and Business Research*, v.9, n.4, p.415-436. doi: <http://dx.doi.org/10.1504/IJEBR.2015.069680>

Holwell, S. (2000). Soft systems methodology: other voices, *Systemic Practice and Action Research*, v.13, No. 6, pp.773–797. <http://dx.doi.org/doi:10.1023/A:1026479529130>

Kelly, G.A. (1991). *The psychology of personal constructs*. 2. ed. London: Routledge.

Mingers, J. (2000). Variety is the spice of life: combining soft and hard OR/MS methods. *International Transactions in Operational Research*, v. 7, p. 673-691.[http://doi.org/10.1016/S0969-6016\(00\)00027-7](http://doi.org/10.1016/S0969-6016(00)00027-7).

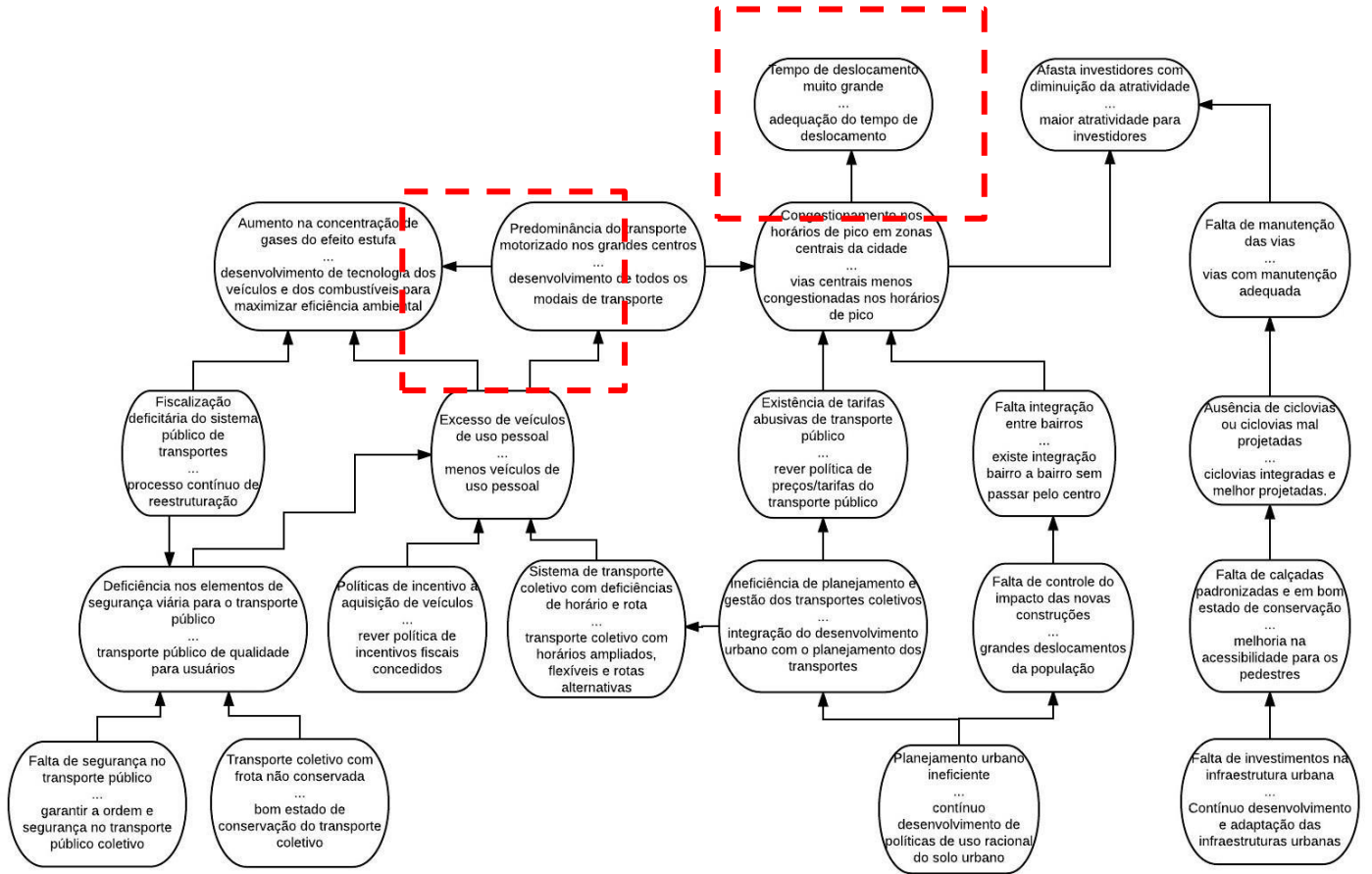
Mingers, J; Rosenhead, J.(2004). Problem Structuring Methods in Action. *European Journal of Operational Research*, v. 152, p. 530-554. doi:10.1016/S0377-2217(03)00056-0

Munro, I.; Mingers, J.(2002). The use of multimethodology in practice—results of a survey of practitioners. *Journal of the Operational Research Society*, v. 53, p. 369-378. doi:10.1057=palgrave=jors=2601331

Rosenhead, J.(1989). Rational Analysis for a Problematic World: Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict. New York: John Wiley and Sons, 1. ed.



APÊNDICE I – MAPA COGNITIVO SODA-T





APÊNDICE II – SUPERSISTEMA

