

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)



Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 3

Atena
Editora
Ano 2019

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
I34	Impactos das tecnologias na engenharia civil 3 [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-542-6 DOI 10.22533/at.ed.426192008 1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Tecnologia. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série. CDD 690
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A construção civil é um setor extremamente importante para um país, e como tal é responsável pela geração de milhões de empregos, contribuindo decisivamente para os avanços da sociedade.

A tecnologia na construção civil vem evoluindo a cada dia e é o diferencial na busca da eficiência e produtividade do setor. A tecnologia permite o uso mais racional de tempo, material e mão de obra, pois agiliza e auxilia na gestão das várias frentes de uma obra, tanto nas fases de projeto e orçamento quanto na execução.

A tecnologia possibilita uma mudança de perspectiva de todo o setor produtivo e estar atualizado quanto às modernas práticas e ferramentas é uma exigência.

Neste contexto, este e-book, dividido em dois volumes apresenta uma coletânea de trabalhos científicos desenvolvidos visando apresentar as diferentes tecnologias e os benefícios que sua utilização apresenta para o setor de construção civil e também para a arquitetura.

Aproveite a leitura!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
'ARTENGENHARIA': UMA PONTE TRANSDISCIPLINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DO POTENCIAL HUMANO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO	
Ana Alice Trubbianelli	
DOI 10.22533/at.ed.4261920081	
CAPÍTULO 2	15
ARQ&CIVIL NAS ESCOLAS- PROJETO PESCADORES DE VIDA	
Marina Naomi Furukawa	
Ana Luisa Silva Alves	
Andressa Gomes dos Santos	
Gabriel Belther	
Gabriel Souza da Silva	
Iago Raphael Mathias Valejo	
Ítalo Guilherme Sgrignoli Madeira	
Luana Manchenho	
Marcelo Ambiel	
Vinicius Gabriel Parolin de Souza	
Vitor Hugo Vieira Brandolim	
DOI 10.22533/at.ed.4261920082	
CAPÍTULO 3	20
RESPOSTAS À DEMANDA POR HABITAÇÃO: QUALIDADE DE VIDA E DO ESPAÇO DA CIDADE	
Isabella Gaspar Sousa	
Maria do Carmo de Lima Bezerra	
Alice Cunha Lima	
DOI 10.22533/at.ed.4261920083	
CAPÍTULO 4	32
CORREDORES VERDES PARA A REABILITAÇÃO URBANA E AMBIENTAL DE ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS	
Daniella do Amaral Mello Bonatto	
DOI 10.22533/at.ed.4261920084	
CAPÍTULO 5	46
DESAFIOS À SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: UMA ANÁLISE SOBRE A TRANSFORMAÇÃO TERRITORIAL NA PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO DE MARICÁ/RJ	
Amanda da Conceição Rocha de Melo Nogueira	
Gisele Silva Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.4261920085	

CAPÍTULO 6 62

ANÁLISE DAS TEMPERATURAS INTERNAS E SUPERFICIAIS EM DIFERENTES REVESTIMENTOS URBANOS SOB AS COPAS DAS ESPÉCIES ARBÓREAS OITI (LICANIA TOMENTOSA) E MANGUEIRA (MANGIFERA INDICA) EM CUIABÁ - MT

Karyn Ferreira Antunes Ribeiro
Flávia Maria de Moura Santos
Marcos Valin de Oliveira Jr
Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira
Fernanda Miguel Franco
José de Souza Nogueira
Marcelo Sacardi Biudes
Carlo Ralph De Musis

DOI 10.22533/at.ed.4261920086

CAPÍTULO 7 77

INFLUÊNCIA DA OCUPAÇÃO DO SOLO NO MICROCLIMA: ESTUDO DE CASO NO HOSPITAL DO AÇÚCAR, EM MACEIÓ – ALAGOAS

Sofia Campus Christopoulos
Clarice Gavazza dos Santos Prado
Patrícia Cunha Ferreira Barros
Ricardo Victor Rodrigues Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.4261920087

CAPÍTULO 8 88

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA LUZ NATURAL SOBRE O AMBIENTE INTERNO DAS CONSTRUÇÕES, COM ÊNFASE EM VIDROS

Giovana Miti Aibara Paschoal
Paula Silva Sardeiro Vanderlei

DOI 10.22533/at.ed.4261920088

CAPÍTULO 9 100

INFLUÊNCIA DOS JARDINS VERTICAIS NO CLIMA ACÚSTICO DE UMA CIDADE

Sérgio Luiz Garavelli
Armando de Mendonça Maroja

DOI 10.22533/at.ed.4261920089

CAPÍTULO 10 113

POLUIÇÃO VISUAL: ESTUDO DA QUALIDADE VISUAL DA CIDADE DE SINOP – MT

Cristiane Rossatto Candido
Renata Mansuelo Alves Domingos
João Carlos Machado Sanches

DOI 10.22533/at.ed.42619200810

CAPÍTULO 11 125

MAPEAMENTO COLETIVO NO LOTEAMENTO INFRAERO II EM MACAPÁ

Victor Guilherme Cordeiro Salgado
Mauricio Melo Ribeiro
Melissa Kikumi Matsunaga

DOI 10.22533/at.ed.42619200811

CAPÍTULO 12	138
ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA PARA UM CÂMPUS UNIVERSITÁRIO (PDDRU)	
Andrea Sartori Jabur Adriana Macedo Patriota Faganello Mateus Pimenta De Castro João Victor Souza Scarlatto Da Silva Renan Meira Teles	
DOI 10.22533/at.ed.42619200812	
CAPÍTULO 13	151
O MODELO DA CIDADE PORTUÁRIA REVISITADO	
Manuel Francisco Pacheco Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.42619200813	
CAPÍTULO 14	163
PLANEJAMENTO URBANO UTILIZANDO MAPEAMENTO GEOTÉCNICO DO SETOR NORTE DO PERÍMETRO DE GOIÂNIA-GO, EM ESCALA 1:25.000.	
Henrique Capuzzo Martins João Dib Filho Beatriz Ribeiro Soares	
DOI 10.22533/at.ed.42619200814	
CAPÍTULO 15	175
A RELAÇÃO ENTRE OS LOCAIS DE IMPLANTAÇÃO DAS ZEIS E O MERCADO IMOBILIÁRIO: O CASO DAS ÁREAS DE LAZER E CULTURA EM PALMAS-TO	
Jordana Coêlho Gonsalves Milena Luiza Ribeiro Taynã Cristina Bezerra Silva	
DOI 10.22533/at.ed.42619200815	
CAPÍTULO 16	187
REGIMES DE PROPRIEDADE FLORESTAL, FOGOS E ANTICOMUNS: O CASO PORTUGUÊS	
Manuel Francisco Pacheco Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.42619200816	
CAPÍTULO 17	202
MOBILITY MEASURED BY THE URBAN FORM PERFORMANCE OF THE CITY	
Peterson Dayan Rômulo José da Costa Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.42619200817	
CAPÍTULO 18	216
ANÁLISE INTEGRADA DE FLUXOS DE TRÁFEGO DE VEÍCULOS INTELIGENTES ATRAVÉS DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E DADOS COLETADOS EM TEMPO REAL	
Maria Rachel de Araújo Russo Naliane Roberti de Paula	
DOI 10.22533/at.ed.42619200818	

CAPÍTULO 19	230
INFLUÊNCIA DOS APLICATIVOS DE SMARTPHONES PARA TRANSPORTE URBANO NO TRANSITO	
Maria Teresa Françoso Natália Custódio de Mello Heloisa Moraes Treiber	
DOI 10.22533/at.ed.42619200819	
CAPÍTULO 20	244
MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA PARA O PROBLEMA DE CARPOOLING: UM ESTUDO DE CASO NA UFSC JOINVILLE	
Natan Bissoli Silvia Lopes De Sena Tagliarenha	
DOI 10.22533/at.ed.42619200820	
CAPÍTULO 21	257
UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA EM MOBILIDADE URBANA	
Adriano Paranaiba Eliezé Bulhões	
DOI 10.22533/at.ed.42619200821	
CAPÍTULO 22	271
A QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO COMO MEIO SUSTENTÁVEL DE MOBILIDADE URBANA EM MANAUS	
Maximillian Nascimento da Costa Jussara Socorro Cury Maciel	
DOI 10.22533/at.ed.42619200822	
CAPÍTULO 23	284
ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM CORREDOR EXCLUSIVO DE ÔNIBUS E DA SINCRONIZAÇÃO SEMAFÓRICA NA VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO E EMISSÃO DE GASES POLUENTES: O CASO DE GOIÂNIA	
Mariana de Paiva Maxion Junio de Alcantara Filipe de Oliveira Fernandes Denise Aparecida Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.42619200823	
CAPÍTULO 24	298
ESTUDO PRÉVIO PARA DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA CÁLCULO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL PARA CÂMPUS UNIVERSITÁRIOS	
Sheila Elisângela Menini Andressa Rosa Mesquita Taciano Oliveira da Silva Heraldo Nunes Pitanga	
DOI 10.22533/at.ed.42619200824	
CAPÍTULO 25	312
O TRANSPORTE URBANO DE CARGA E O CENTRO COMERCIAL DE BELÉM	
Christiane Lima Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.42619200825	

SOBRE O ORGANIZADOR.....	324
ÍNDICE REMISSIVO	325

MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA PARA O PROBLEMA DE CARPOOLING: UM ESTUDO DE CASO NA UFSC JOINVILLE

**Natan Bissoli Silvia
Lopes De Sena Taglialenha**

RESUMO: Neste trabalho propõe-se um modelo matemático de programação linear inteira mista (PLIM) que visa maximizar a quantidade de usuários do sistema de *carpooling*, ou seja, de pessoas com destinos em comum que se locomovem juntas em veículos compartilhados. O modelo proposto leva em consideração as informações dos usuários, dentre eles quais são proprietários de veículos, as janelas de tempo disponível para se alcançar o destino final de cada usuário, bem como a capacidade de cada veículo. Para resolver um problema real com 56 usuários com destino à uma universidade utilizou-se a linguagem de programação AMPL e o solver Gurobi. O modelo determinou quais usuários são motoristas e quais são as caronas, bem como o trajeto otimizado a ser percorrido por cada motorista. Apresenta-se a análise do impacto da aplicação do modelo na diminuição de veículos nas vias e na emissão de gases poluentes.

1 | INTRODUÇÃO

Devido à crescente quantidade de veículos nas vias e a ineficiência das mesmas para

atender à demanda, nota-se a necessidade de novos modos de locomoção. A construção de novas vias não se apresenta como alternativa eficiente uma vez que logo depois de construídas, muitas vezes, já estão em sua capacidade máxima. O transporte coletivo, em algumas regiões, também se mostra ineficiente devido a vários fatores como custo, frequência, acessibilidade, abrangência, entre outros. Sendo assim o uso de outras formas de locomoção estão cada vez mais em evidência, como por exemplo, os transportes ativos.

Outra forma de locomoção que tem se destacado é a prática de *carpooling*, também conhecido por *ride-sharing*, ou *lift-sharing* e refere-se à partilha de um veículo privado, pertencente a um dos usuários que se deslocam sob a forma de “boleia”. Reúnem-se no mesmo automóvel usuários que efetuam ou pretendem efetuar pelo menos uma parte de um mesmo percurso nas suas viagens e as despesas de deslocamento são partilhadas entre todos os utilizadores do mesmo veículo (HARTMAN *et al.*, 2014).

Dentre as principais vantagens do *carpooling* pode-se citar a diminuição do número de carros nas vias, aumento da frequência de vagas de estacionamento, redução no número de acidentes, do consumo de combustível e da

emissão de poluentes.

O veículo privado individual possui diversas vantagens ao motorista relacionados principalmente à flexibilidade e conveniência (ABRAHAMSE et al., 2012). Sendo assim, existe uma grande tendência para que os veículos individuais sejam adotados pelos cidadãos. Porém, Abrahamse et al. (2012) afirma que “o crescimento na demanda pelas viagens de carros contribuem para uma variedade de problemas relacionados a qualidade ambiental e saúde pública”. Desta forma, o *carpooling* se mostra como alternativa.

Bruglieri et al. (2011), explica que “usualmente o motorista decide buscar passageiros de maneira a conseguir utilizar uma via de veículos de alta capacidade ou dividir os gastos da viagem”. Além das vantagens para a cidade de maneira geral, o *carpooling* também demonstra vantagens individuais para os usuários. Hussain et al (2014) afirma que “no *carpooling*, os indivíduos precisam coordenar, negociar e na maior parte dos casos adaptar suas agendas (escala diária) para permitir a cooperação”.

Sob o ponto de vista do utilizador, existem algumas desvantagens tais como perda da independência e rigidez do sistema, em particular no que diz respeito às horas das viagens, indução de stress devido ao compromisso de horários ou de presença, e perda de intimidade na partilha do veículo privado com outras pessoas.

Embora o *carpooling* apresente vantagens e desvantagens, é necessário esforço por parte dos indivíduos para que o sistema funcione de maneira eficiente. Em (HARTMAN et al., 2014) o problema de *carpooling* (PC) é apresentada através de um problema de programação matemática para encontrar a determinação dos motoristas e passageiros. Trata-se de tema recente e em desenvolvimento.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma modelagem matemática para solução exata do problema de *carpooling*. A modelagem se dá por uma função objetivo, na qual busca-se maximizar a quantidade de usuários do sistema *carpooling* e, por consequência, minimizar a quantidade de veículos nas vias. Utilizando *A Mathematical Programming Language* (AMPL) é possível resolver o problema de maneira exata. O modelo proposto, além de determinar os motoristas e seus respectivos passageiros, também propõe rotas para os veículos.

Além disso, apresenta-se a análise do impacto da aplicação do modelo na diminuição de veículos nas vias e na emissão de gases poluentes.

Para o levantamento de informações foi realizada uma pesquisa online, disponibilizada apenas para alunos da Universidade Federal de Santa Catarina na cidade de Joinville. A pesquisa coletou informações quanto aos endereços dos possíveis usuários e veículos utilizados pelos motoristas.

Na próxima seção apresenta-se a formulação matemática do PC, a metodologia para sua resolução, e sua aplicação em um exemplo de pequeno porte. Na seção 3 apresenta-se uma breve metodologia para a análise de emissão de poluentes. Na seção 4 apresentam-se os resultados para o problema com 56 usuários. E finalmente, a seção 5 traz as considerações finais.

2 | FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE CARPOOLING

Considerando-se um conjunto de vértices V , um conjunto de arestas E , uma matriz de custos C e um vetor de janela temporal W , o PC consiste em garantir o empacotamento de U de maneira que a soma dos custos de um trajeto não supere a janela temporal do i -ésimo motorista. A solução ideal é aquela onde todos os usuários são atendidos.

Quando o custo temporal de incluir um usuário a uma rota supera a janela temporal do motorista, tenta-se realocar o passageiro para outro motorista. Portanto, caso o tempo de viagem entre o motorista e o passageiro seja muito grande ou a janela temporal dos motoristas seja pequena, alguns usuários podem não ser designados a nenhuma carona. Quando o usuário não é alocado a nenhum motorista, o mesmo não é considerado como usuário do sistema.

Devido à sua natureza combinatorial, o PC se apresenta como NP-Hard (HARTMAN et. al., 2014). Sendo assim, o tempo para se obter a solução exata do problema cresce de maneira exponencial à medida que mais possíveis usuários são acrescentados ao sistema.

2.1 Modelo Matemático

Baseado em (Hartman et. al., 2014), o PC pode ser formulado como o problema de Programação Linear Inteira Mista (PLIM) (1)-(13), considerando-se:

- n : quantidade de possíveis usuários (motoristas e não motoristas);
- cap_k : $\begin{cases} 0, & \text{se o usuário } k \text{ não possui veículo} \\ n, & \text{se o usuário } k \text{ possui veículo de capacidade } n \end{cases}$;
- $t_{i,j}$: tempo de viagem do usuário i até o usuário j ;
- $tmax_k$: $\begin{cases} 0, & \text{se o usuário } k \text{ não possui veículo} \\ t, & \text{se o usuário possui veículo} \end{cases}$;
- M : constante positiva grande;
- $x_{i,j,k}$: $\begin{cases} 1, & \text{se o usuário } i \text{ é levado a } j \text{ pelo motorista } k; \\ 0, & \text{Caso Contrário} \end{cases}$;
- y_k : $\begin{cases} 1, & \text{se o usuário } k \text{ é considerado motorista}; \\ 0, & \text{Caso Contrário} \end{cases}$;
- u_i : variáveis de decisão para controle de subciclos;

Ressalta-se que para efeitos de implementação, algumas restrições possuem o limite superior no somatório em n , pois é necessário contabilizar a viagem até o local de destino. Neste caso, o destino final é contabilizado no modelo como um vértice (nó) artificial, o qual todos os motoristas devem alcançar. O nó artificial possui capacidade e janela de tempo iguais a zero e tempo de viagem para os outros vértices infinito. O tempo de viagem do nó para ele mesmo deve ser infinito.

$$\text{Maximize } \sum_i^{n+1} \sum_j^n \sum_k^n x_{i,j,k} \quad (1)$$

Sujeito às restrições:

$$\sum_{i,j}^n x_{i,j,k} \leq cap_k \quad \forall k = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{i,k}^n x_{i,j,k} \leq 1 \quad \forall j = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{i,j}^{n+1} x_{i,j,k} t_{i,j} \leq tmax_k \quad \forall k = 1, \dots, n \quad (4)$$

$$\sum_{j,k}^n x_{i,j,k} \leq 1 \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (5)$$

$$\sum_j^{n+1} x_{i,j,k} \leq \sum_j^n x_{j,i,k} \quad \forall i = 1, \dots, n; i \neq k; k = 1, \dots, n \quad (6)$$

$$\sum_{i,j}^n x_{i,j,k} \leq M(1 - \sum_i^n x_{i,k,l}) \quad \forall k = 1, \dots, n+1; l = 1, \dots, n+1; l \neq k \quad (7)$$

$$\sum_{i,j}^n x_{i,j,k} \leq M y_k \quad \forall k = 1, \dots, n \quad (8)$$

$$\sum_i^n x_{k,i,k} = y_k \quad \forall k = 1, \dots, n \quad (9)$$

$$\sum_i^n x_{i,n+1,k} = y_k \quad \forall k = 1, \dots, n \quad (10)$$

$$\sum_{i,j \in S} x_{i,j,k} \leq |S| - 1 \quad \forall S \subset N \quad (11)$$

$$x_{i,j,k}, y_k \in \{0,1\} \quad \forall i, j, k = 1, \dots, n+1 \quad (12)$$

A equação (1) representa a função objetivo, que busca maximizar a quantidade de usuários no sistema do *carpooling*. Em (2) se encontra a restrição da capacidade do -ésimo veículo, ou seja, a quantidade de pessoas em um veículo não pode ultrapassar sua capacidade máxima. Vale citar que esta capacidade não inclui o motorista. Portanto, em um veículo com cinco lugares (incluindo o motorista) terá capacidade igual a quatro. As restrições (3) garantem que cada usuário seja levado apenas a um destino, ou seja, um usuário só pode ser levado a um outro destino.

A restrição (4) se refere à janela de tempo máxima do -ésimo usuário. Nesta soma, é necessário levar em consideração o tempo de viagem até o destino final, que é considerada na restrição (10). Deste modo, é necessário que o tempo de viagem de a somado com o tempo de até o destino final seja menor que a janela de tempo do motorista, caso contrário, o motorista deve escolher outro usuário para seguir a viagem, ou ir ao destino final. Em (5) é garantido que os usuários sejam contabilizados apenas uma vez no sistema. Desta forma, um indivíduo não pode estar presente em mais de uma rota. A restrição (6) se refere ao balanceamento de fluxo. Um motorista que chega ao passageiro deve sair deste mesmo local para o próximo passageiro.

Um objetivo do modelo é que nem todos os usuários que possuem um veículo, o utilizem. Sendo assim, se um motorista é considerado como passageiro, seu veículo não pode ser utilizado. Desta maneira, a restrição (7) trata este caso. A restrição (8) permite pessoas em um veículo apenas se o usuário k é selecionado como motorista. Desta maneira, quando um motorista é escolhido como passageiro, seu veículo é desconsiderado no sistema. Em (9) os motoristas são colocados como pontos de origem da sua rota.

A restrição (11) evita a formação de subciclos dentro do sistema, levando em consideração a cardinalidade do problema. Tal restrição leva em consideração todas as combinações possíveis de subciclos a serem formados dentro do problema. As restrições em (12) especificam o tipo de variáveis consideradas.

Ressalta-se que o modelo aqui apresentado possui função objetivo distinta da apresentada em (Hartman et. al., 2014), no qual é maximizado o número de número de veículos utilizados no sistema. O mesmo acontece com as restrições de subciclos, que lá resulta em um número exponencial de restrições em função do número de usuários do sistema.

2.2 Metodologia para solução do problema do CP

Nesta etapa, como suporte para a resolução do problema, utilizou-se o site *NEOS Server: State-of-Art Solver for Numerical Optimization* (www.neos-server.org). Trata-se de um *site* gratuito para solução de problemas de otimização numérica sem limite de variáveis. Com suporte da *University of Wisconsin*, em Madison, os modelos matemáticos são executados remotamente em máquinas de alto desempenho distribuídos em várias universidades pelo mundo como por exemplo na *Arizona State University*, *University of Klagenfurt* na Áustria, e *University of Minho* em Portugal (NEOS SERVER GUIDE, 2014).

Para a inserção dos dados são necessários três arquivos, a saber, o primeiro, Model File (um arquivo de extensão *.mod), com o modelo matemático na linguagem escolhida; o segundo, Data (*.dat), com a entrada dos parâmetros; e o terceiro, Commands File(*.dat), é o conjunto de comandos que especifica o que o usuário deseja visualizar.

Após o upload dos três arquivos e a introdução de um endereço de e-mail válido, basta esperar o servidor devolver os dados solicitados, ou enviar alguma mensagem de erro, quando for o caso. O servidor devolve como resposta dados como o número de iterações, número de variáveis e restrições além das respostas esperadas.

Utilizou-se o solver GUROBI entre os disponíveis para problemas de programação linear inteira e mista, e o modelo matemático foi escrito em AMPL (*A Mathematical Programming Language*), como mencionado anteriormente.

2.3 Exemplo

Para exemplificar e facilitar o entendimento do modelo proposto apresenta-se um exemplo considerando-se nove usuários, cujos custos de viagens entre os possíveis usuários de *carpooling* são apresentados na Tabela 1, o vetor de capacidades e de tempos máximos de viagem apresentados na Tabela 2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	-	15	20	10	5	30	40	10	20	15
B	15	-	5	20	10	15	20	20	25	10

C	20	5	-	15	40	20	30	10	25	15
D	10	20	15	-	10	15	20	30	35	5
E	5	10	40	10	-	25	15	5	40	10
F	30	15	20	15	25	-	15	50	25	20
G	40	20	30	20	15	15	-	10	20	30
H	10	20	10	30	5	50	10	-	15	5
I	20	25	25	35	40	25	20	15	-	15
J	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	-

Tabela 1: Tempos de viagens hipotéticos entre usuários

Neste exemplo, o usuário “J” é o local de destino, ao qual os demais usuários buscam chegar. Desta maneira, este será o local onde as rotas de todos os motoristas deverão terminar.

Pelo vetor de capacidades dos veículos e de tempo máximo de viagem, é possível verificar que existem apenas dois motoristas (A e B). Nota-se neste caso, que nem todos os indivíduos do sistema poderão ser atendidos, pois a quantidade de espaços disponíveis nos veículos é menor que a quantidade total de possíveis usuários.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Capacidade	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Tempo Máximo	20	50	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 2: Capacidade dos veículos e janelas de tempo

Ressalta-se que mesmo que haja mais vagas que usuários, é possível que se encontre diversas soluções ótimas com o mesmo valor da função objetivo. Isto pode se dar ao fato dos tempos de viagem entre usuários serem semelhantes. Desta forma, é possível encontrar mais de uma rota que satisfaça as restrições para os motoristas.

A solução para este exemplo, utilizando o software estudiantil AMPL, resulta na solução apresentada na Figura 1.

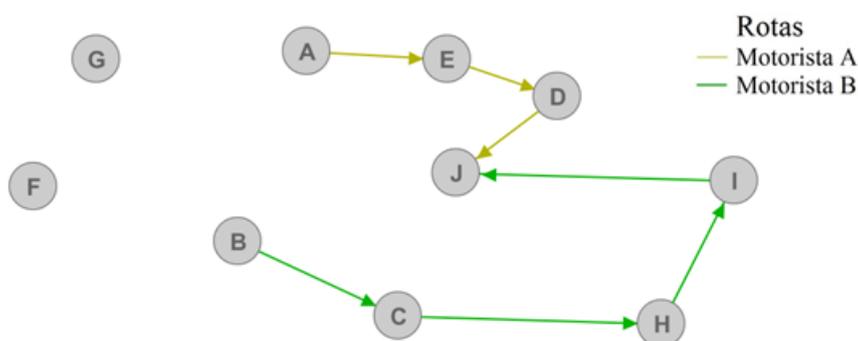


Fig. 1 Rotas obtidas

Nota-se que, nem o motorista A, nem o motorista B conseguiram ocupar

completamente seus veículos. Isto se deve ao fato de que os passageiros F e G, caso fossem buscados, fariam com que os tempos limites dos motoristas fossem extrapolados. Se os mesmos fossem buscados antes, os motoristas não conseguiriam chegar ao destino final em tempo hábil.

Desta maneira, pode-se notar que, como dito anteriormente, nem todos os passageiros poderão utilizar o sistema do *carpooling*.

3 | EMISSÃO DE POLUENTES

As emissões de poluentes em uma cidade podem ser divididas em duas grandes categorias: Fontes fixas e móveis. As fontes fixas se referem às indústrias, caldeiras, entre outros. Veículos automotores são a grande parcela que compõem as fontes móveis. Ambas as fontes contribuem para a degradação da qualidade de vida urbana. Desta maneira, Teixeira *et al.* (2008), cita que:

“Os congestionamentos de grandes extensões nos horários de pico, a redução da velocidade média do trânsito nos corredores de tráfego, o maior gasto de combustível são questões que fazem parte da realidade dos centros urbanos. As emissões causadas por veículos carregam diversas substâncias tóxicas que, em contato com o sistema respiratório, podem produzir vários efeitos negativos sobre a saúde.”

Portanto, é necessária a preocupação quanto aos poluentes emitidos pelos veículos de uma cidade. Vale citar que a quantidade de poluentes emitidos depende de diversos fatores do veículo, tais como modo de dirigir dos usuários, tipo de motor do veículo, combustível utilizado, manutenção do veículo, idade do veículo. Como pode se ver na Figura 2 o tamanho da frota de veículos na cidade de Joinville, segundo o Departamento Nacional de Trânsito (2013), sempre esteve a crescer.

No Brasil em 1986, instaurou-se a Resolução nº 18 do CONAMA que instituiu o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), coordenado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Com os objetivos de reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores, criar programas de inspeção e manutenção para veículos em uso, entre outros. Sendo assim, pode-se verificar na Resolução nº 18 do CONAMA que existe uma diferença considerável entre as emissões permitidas entre os veículos de 1988 aos mais novos (CONAMA, 1986).

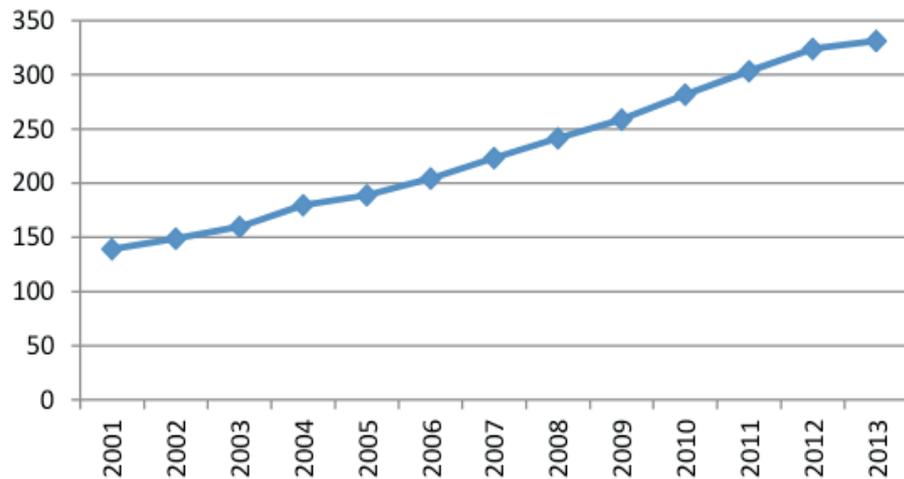


Fig. 2 – Evolução da frota de veículos na cidade de Joinville

Foi questionado aos motoristas da pesquisa online sobre o veículo utilizado no transporte até a universidade. As emissões de cada veículo foram obtidas de tabelas do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). As informações disponibilizadas pelo INMETRO possuem informações para veículos fabricados após o ano 2000. Os dados obtidos mostraram apenas veículos de ano superior a 2000. Desta maneira, consideraram-se os seguintes gases para serem analisados: Monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e hidrocarbonetos não metano (NMHC) (INMETRO, 2016).

3.1 Cálculo de Emissão de Poluentes

Para o cálculo das emissões totais foi utilizado um método simplificado levando em consideração apenas a taxa de emissão e o fator de emissão dos gases. Utilizando da fórmula:

$$E = Fe \cdot km \cdot N. \quad (14)$$

No qual:

- E: Taxa de emissão (g);
- Fe: Fator de emissão (g/km);
- km: Quilometragem média rodada por veículo (km);
- N: Número de veículos.

Desta maneira é possível verificar qual a redução nos poluentes emitidos no cenário atual e no cenário onde as pessoas optam pelo *carpooling*. Simulou-se também um cenário onde todos os indivíduos possuem um veículo, os resultados

destes cenários podem ser verificados na sessão 4.

4 | RESULTADOS

O modelo foi utilizado para solucionar de maneira exata um problema contendo 56 nós. Para levantamento dos dados, foi realizada uma pesquisa online, disponibilizada apenas para estudantes, servidores e professores da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Joinville. Os questionamentos foram direcionados para as classes passageiros e motoristas. Em cada classe havia uma separação entre não usuários do *carpooling* e aqueles que já utilizavam do sistema. Aos motoristas também era solicitada a informação do tipo o veículo utilizado, para posteriormente se analisar os poluentes.

Os endereços informados na pesquisa foram levados ao software Quantum GIS e georreferenciados no sistema de coordenadas EPSG:32722, WGS 84 / UTM zone 22S, o qual é adotado pela Secretaria de Infraestrutura Urbana (SEINFRA) da cidade de Joinville. Desta forma, foi possível calcular as distâncias, em linha reta, entre todos os possíveis usuários. Para determinar os tempos de viagens, dividiu-se as distâncias pela velocidade média de 40km/h, devido ao problema se tratar de um trecho urbano.

Na Figura 3 é possível verificar o mapeamento de um grupo de possíveis usuários do *carpooling* da universidade na cidade de Joinville. Existe um usuário que indicou um endereço em uma cidade próxima, o mesmo não está no mapa abaixo para facilitar a visualização da figura. Entretanto, este usuário é considerado no problema.

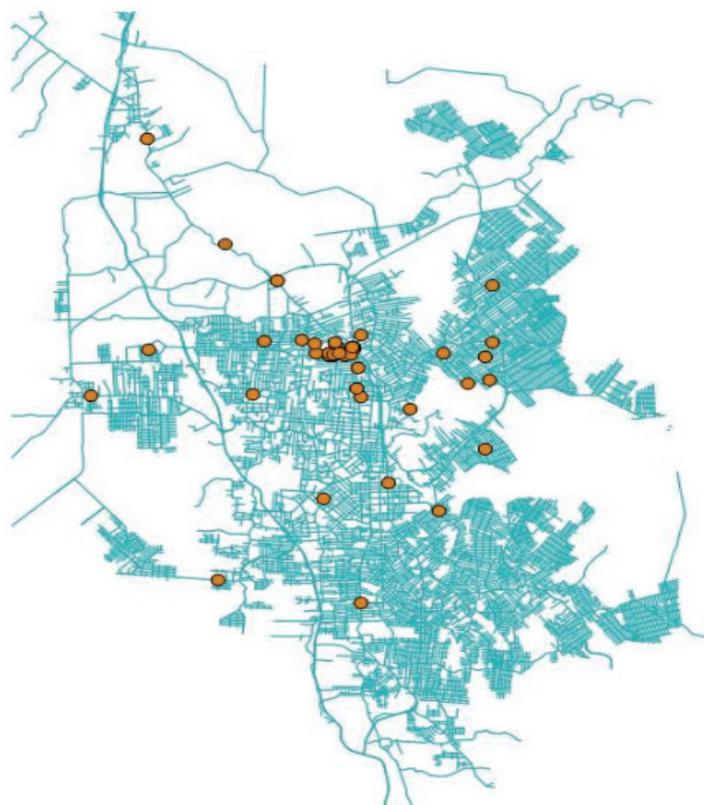


Fig. 3 Mapeamento dos pontos na cidade de Joinville

A escolha da Universidade Federal de Santa Catarina para aplicação do modelo se deu ao fato da universidade se mudar de endereço. Anteriormente, a universidade se localizava em uma região na qual havia residências próximas. A universidade agora se localiza em uma região mais distante. Desta maneira houve uma adaptação às formas de locomoção ao novo endereço. Muitos estudantes não optaram pelo sistema de transporte público, pois o mesmo, na cidade de Joinville, passou a cobrar valores altos pela passagem. Sendo assim, buscou-se aplicar o modelo (1)-(13) para este problema.

Após submeter ao solver GUROBI do NEOS Server, obtiveram-se os resultados apresentados na Figura 4. O resultado da função objetivo foi de 44 pessoas utilizando o sistema do *carpooling* como passageiros e mais 11 pessoas utilizando o sistema como motoristas, indicando que 55 pessoas são usuárias do sistema. Portanto, apenas um indivíduo necessitará utilizar outro sistema de transporte para chegar à universidade.

Com a pesquisa online, foi possível obter o fator de emissão médio. Tal fator foi utilizado no cenário simulado, no qual todos os usuários possuem um veículo próprio e vão diretamente à universidade. Os fatores médios de emissão e a comparação entre o cenário simulado e o real pode ser verificado nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

No cenário real, utilizou-se o fator de emissão do veículo informado por cada motorista. Para o cálculo das distâncias, foram somadas as distâncias entre os usuários da rota até o ponto de destino.

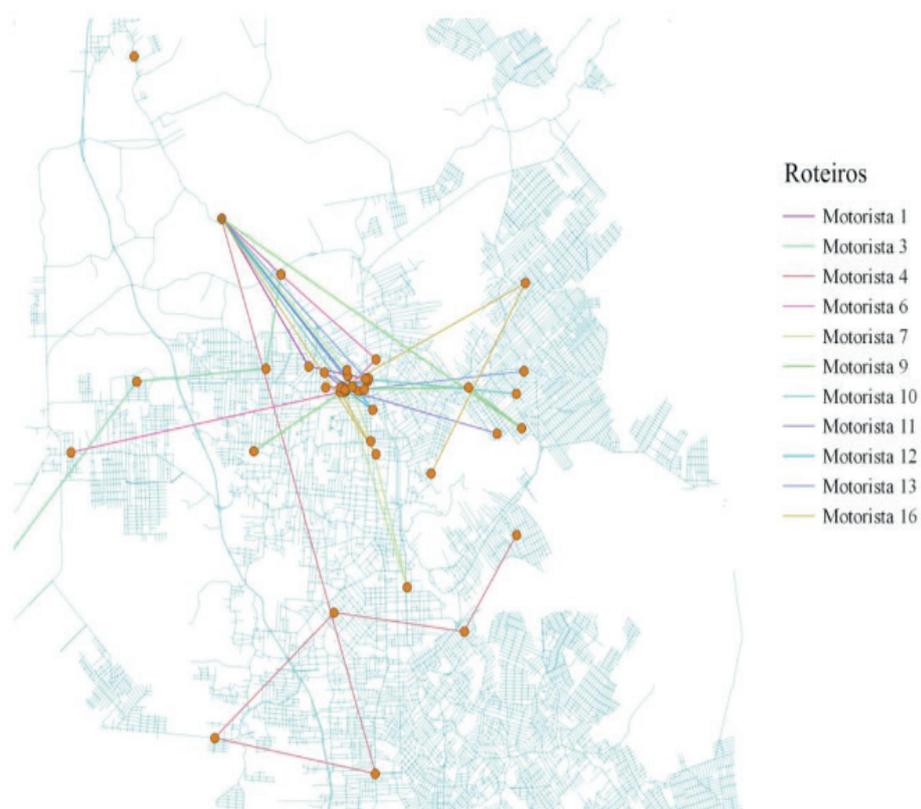


Fig. 4 Resultado da aplicação do modelo

Na Tabela 4 pode-se verificar também o itinerário de cada motorista. O solver Gurobi utilizou cerca de uma hora para processar o problema.

Motorista	Rota				
1	47	35	49	30	57
3	51	43	27	54	57
4	18	31	45	36	57
6	34	29	56	46	57
7	41	55	25	26	57
9	33	14	52	40	57
10	38	50	42	19	57
11	22	37	8	32	57
12	53	5	28	44	57
13	48	39	17	24	57
16	2	15	23	20	57

Tabela 4 Itinerário dos motoristas

Desta forma, pode-se notar uma redução significativa em todos os fatores analisados. A menor quantidade de veículos em circulação auxilia principalmente na mobilidade urbana, permitindo que as vias estejam menos ocupadas pelos veículos.

A redução nos gases emitidos permite uma melhor qualidade de vida dos cidadãos. Tais resultados podem ser ainda maiores a medida que mais usuários utilizam um sistema.

Gás	CO	CO ₂	NO _x	MNHC
Taxa Média	0,406	107	0,023	0,022

Tabela 5 Taxa de emissões médias em g/km

O cenário proposto considerou apenas 56 possíveis usuários, porém a Universidade Federal de Santa Catarina na cidade de Joinville conta com mais de 1600 alunos, cento e um professores, mais de quarenta servidores técnicos administrativos e terceirizados. O modelo não foi aplicado para tal cenário por não ter sido possível obter todas as informações necessárias.

	CO (g)	Nox (g)	NMHC (g)	CO ₂ (g)	Distância Total (km)	Quantidade de Veículos
Cenário Simulado	131,94	7,47	7,15	34771,24	324,97	56
Cenário Real	61,82	3,39	3,45	17275,19	158,84	11
Redução	53,14%	54,70%	51,70%	50,31%	51,12%	80,35%

Tabela 6 Comparação entre os cenários simulado e real

Vale citar que as rotas individuais podem não estar otimizadas visto que a função

objetivo busca apenas maximizar a quantidade de indivíduos que viajam de carona. Por este motivo, foi escolhido trabalhar com tempos de viagem e não com distâncias percorridas. Contudo, de maneira geral, a distância de todos os usuários é reduzida de maneira significativa em todo o sistema.

5 | CONCLUSÃO

Para melhorias na mobilidade urbana, são necessárias medidas mitigadoras que permitam as pessoas se locomoverem pela cidade de maneira fluída. Uma cidade necessita de um sistema para que veículos possam se locomover, ainda que os mesmo não possam ser o completo foco de um gestor. Fornecer melhor infraestrutura para pedestres e ciclistas é uma necessidade a ser atendida no planejamento, uma vez que as pessoas devem ser prioridade em relação aos veículos. Mostrou-se que nem todos os possíveis usuários serão aceitos no sistema. Desta forma, para tais usuários é necessário ofertar-lhes uma opção viável de locomoção. As opções necessitariam ser desfavoráveis ao uso do transporte individual.

Sendo assim, é possível que haja usuários que não façam parte do sistema, pois nenhum motorista possui janela de tempo para buscar o mesmo. Ainda assim, é possível que usuários que possuam veículo próprio usem o sistema como passageiros. Deste modo, nem todos os veículos disponíveis são utilizados, apenas os necessários. O problema combinatório apresentado é do tipo NP-hard. Utilizou-se a linguagem de programação AMPL para auxiliar na resolução do problema. O modelo escrito em AMPL foi submetido ao NEOS Server para resolver o problema do carpooling com 56 usuários, em vários cenários diferentes, de maneira exata.

Embora nos últimos anos, no Brasil, houve uma redução na quantidade de automóveis, a infraestrutura presente ainda se apresenta ineficiente. Portanto, é necessário otimizar as vias já existentes, uma vez que a construção de novas vias não é sinônimo de maior mobilidade. Sendo assim, o sistema de carpooling se apresenta como alternativa. O modelo proposto se mostrou efetivo para os dados fornecidos ao problema, implicando em reduções significativas no trânsito e na emissão de poluentes.

Contudo, por se um problema do tipo NP-Hard o modelo exato pode-se mostrar difícil quando a entrada de dados for maior. Desta maneira, no futuro serão necessárias heurísticas e meta heurísticas para solucionar este problema em tempo mais razoável. Também vale ressaltar a necessidade de métodos que calculem o tempo de viagem de maneira mais precisa, uma vez que tal informação é primordial para o problema do carpooling.

Em finalização, o carpooling não é um sistema para substituir outros sistemas já existentes em uma cidade. Tal sistema deve ser complementar ao demais, uma vez que alterações em um determinado sistema de transportes afeta diretamente aos demais. Contudo, outros estudos são necessários sobre o tema, uma vez que o presente artigo

análisa apenas questões quantitativas do problema. Mostra-se necessário uma análise mais profunda relacionando as questões quantitativas com as questões qualitativas do carpooling.

REFERÊNCIAS

Abrahamse, W., Keall, M. (2012) Effectiveness of a web-based intervention to encourage carpooling to work: A case study of Wellington, New Zealand, *Transport Policy*, 21, 45-51.

Bruglieri, M., Ciccarelli, D., Colornia, A., Luè, A. (2011) PoliUniPool: a carpooling system for universities, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 20, 558-567.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res1886.html>>. Acesso em abr. 2018.

DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito, Relatórios estatísticos. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/estatistica/237-frota-veiculos>>. Acesso em abr. 2018.

Hartman, I. B. A., Keren, D., Dbai, A. A., Cohen, E., Knapen, L., Yasar, A. U. H. e Janssens, D. (2014) Theory and Practice in Large Carpooling Problems, *Procedia Computer Science*, 32, 339-347.

Hussain, I., Knapen, L., Galland, S., Janssens, D., Bellemans, T., Yasar, A. U. H., Wets, G. (2014) Organizational and Agent-base Automated Negotiation Model for Carpooling, *Procedia Computer Science*, 37, 396-403.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, Tabela de emissão de poluentes Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/veiculos_leves_2016.pdf>, acesso em abr. 2018.

NEOS GUIDE SERVER, User's Guide to the NEOS Server, Disponível em <<https://neos-guide.org/content/users-guide>>. Acesso em abr. 2018.

Teixeira, E. C., Feltes, S., Santana, E. R. R. (2008) Estudo das emissões de fontes móveis na região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, *Quim. Nova*, 31(2), 244-248.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem Sistêmica 46, 48

Arquitetura 5, 14, 15, 16, 17, 20, 30, 31, 32, 44, 75, 77, 78, 87, 124, 125, 131, 175, 185, 214, 230, 233

Arteterapia 1, 2, 4, 9, 11, 12

C

Câmpus Universitário 8, 138, 298, 300, 301, 302, 306, 307, 308, 309, 310, 311

Cidade 6, 7, 8, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 36, 37, 44, 46, 47, 48, 50, 51, 56, 60, 62, 64, 71, 72, 75, 79, 81, 82, 100, 102, 103, 104, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 133, 135, 136, 140, 141, 142, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 163, 164, 165, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 202, 203, 214, 218, 221, 228, 235, 238, 245, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 260, 261, 265, 266, 270, 271, 272, 275, 279, 285, 296, 300, 301, 310, 312, 313, 314, 317, 320, 321, 322

Cidade Limpa 113, 114, 118

Climatologia 63

Conjuntos Habitacionais 20, 21, 23, 25, 28, 29, 126

Construção Civil 5, 6, 88, 113

Corredores Verdes 6, 32, 34, 35, 36, 40, 41, 43, 44, 45

D

Desenvolvimento 6, 9, 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 18, 22, 24, 26, 27, 34, 35, 46, 49, 50, 51, 52, 55, 60, 61, 64, 78, 79, 89, 100, 101, 126, 127, 129, 130, 132, 135, 136, 139, 160, 163, 179, 184, 186, 188, 198, 200, 228, 230, 231, 232, 235, 236, 237, 239, 241, 245, 262, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 283, 285, 286, 298, 299, 302, 303, 304, 310, 311

Drenagem Urbana 48, 138, 139, 147

E

Engenharia 2, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 25, 46, 61, 75, 76, 88, 99, 113, 138, 149, 167, 173, 174, 186, 230, 243, 260, 269, 282, 283, 296, 297, 298, 310, 311, 312, 318, 324, 325, 326, 327

Ensino 16, 26, 53, 276, 297, 303, 324

Extensão 1, 16, 18, 19, 35, 36, 51, 52, 129, 134, 169, 193, 248, 285, 291, 308, 309, 320

H

Humano 6, 1, 2, 5, 8, 11, 12, 21, 48, 89, 90, 91, 93, 95

I

Iluminação Natural 88, 89, 99

Infraestrutura Urbana 20, 23, 25, 26, 30, 33, 47, 53, 55, 181, 228, 252, 264

J

Jardins Verticais 7, 40, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111

M

Mapa de Ruídos 100, 107

Mapeamento Coletivo 7, 125, 127, 129, 131, 132, 134

Maricá-RJ 46, 47

Materiais Construtivos 63

Microclima Urbano 42, 43, 77, 78, 102

O

Ocupação do Solo 7, 38, 46, 47, 60, 75, 77, 87, 273, 278, 314

P

Participação 24, 26, 27, 50, 52, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 135, 136, 186, 262, 275, 305

Planejamento Urbano 8, 25, 32, 34, 35, 43, 44, 46, 48, 49, 60, 111, 124, 125, 127, 128, 136, 149, 163, 170, 173, 185, 186

Plano Diretor 8, 24, 37, 61, 125, 126, 127, 128, 135, 136, 137, 138, 148, 163, 164, 176, 179, 180, 182, 185, 257, 261, 303, 317

Poluição Sonora 100, 101

Poluição Visual 7, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 122, 123, 124

Q

Qualidade Visual 7, 101, 113, 114, 115, 118, 123, 124, 133

R

Reabilitação 6, 32, 34, 35, 36, 39, 40, 43, 44

Regularização Fundiária 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 126, 178, 179

Resiliência Urbana 32, 44

S

Simulação Computacional 77

Sistema de Espaços Livres 32, 34, 43

Sombreamento Arbóreo 62, 64, 66, 75

Sustentabilidade 6, 35, 44, 46, 49, 60, 61, 137, 138, 139, 196, 261, 263, 264, 273, 275, 299, 300, 301, 303, 304, 306, 307

Sustentabilidade Ambiental 6, 46

T

Transdisciplinar 6, 1, 2, 8, 11, 48

Transmissão espectral 88

V

Vidros 7, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 98, 99

Voluntariado 16

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-542-6

