

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 Eliez 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

‘ARTENGENHARIA’: UMA PONTE TRANSDISCIPLINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DO POTENCIAL HUMANO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO

Ana Alice Trubbianelli

Engenharia Civil pela Escola Politécnica da USP –
Campinas – SP

Especialização em Arteterapia – Universidade
São Marcos – Paulínia – SP

Especialização em Psicologia Junguiana – FACIS
& IJEP – São Paulo – SP,

Extensão em Gestão de Pessoas – UNICAMP –
Limeira – SP,

Especialização em Desenvolvimento do Potencial
Humano nas Organizações – PUCCAMP –
Campinas SP;

RESUMO: No instável e incerto cenário contemporâneo, a cada dia novas são as dificuldades e também as oportunidades, exigindo novas soluções e interações entre conhecimentos, demandando novas abordagens e formas de pensamento. Em uma integração transdisciplinar entre Arteterapia e Engenharia, este artigo traz a proposta ‘ArtEngenharia’, que levanta sua estrutura explorando a arte enquanto linguagem simbólica e transformadora, e a engenharia como referencial analógico. A ‘ArtEngenharia’ vem se construindo como proposta de desenvolvimento humano pessoal e organizacional, em contextos diversos como o empresarial, o institucional e o educacional, e revelando também significativo potencial de contribuição com a gestão do

conhecimento. Nesta construção, projetos específicos vem sendo elaborados e aplicados no formato de atendimentos individuais, palestras interativas, workshops e programas contínuos, propondo a Arteterapia como recurso construtivo significativo no desenvolvimento dos projetos da engenharia da mente humana bem como na gestão dos seus conhecimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento, Humano, Transdisciplinar, Arteterapia, Engenharia.

‘ARTENGENHARIA’: A TRANSDISCIPLINARY BRIDGE FOR THE DEVELOPMENT OF HUMAN POTENTIAL AND ITS CONTRIBUTIONS TO KNOWLEDGE MANAGEMENT

ABSTRACT: In the unstable and uncertain contemporary setting, every new day are the difficulties and also the opportunities, requiring new solutions and interactions between knowledge, requiring new approaches and ways of thinking. In a transdisciplinary integration between art therapy and engineering, this article brings the proposal ‘ArtEngenharia’, which raises its structure exploring art as symbolic and transformative language, and engineering as analog reference. The ‘ArtEngenharia’ has been built as proposed personal and organizational human development in several contexts such

as corporate, institutional and educational, and also revealing significant potential to contribute to the management of knowledge. In this construction, specific projects are being developed and applied in individual consultations format, interactive lectures, workshops and ongoing programs, proposing the Art Therapy as a meaningful constructive resource in the development of engineering projects of the human mind and the management of their knowledge.

KEYWORDS: Development, Human, Transdisciplinary, Art Therapy, Engineering

1 | INTRODUÇÃO

Este artigo traz com a denominação ‘ArtEngenharia’ uma proposta de integração transdisciplinar entre Arteterapia e Engenharia para o desenvolvimento do potencial humano, tanto pessoal como organizacional. A partir de fundamentação teórica transdisciplinar, tal proposta levanta sua estrutura explorando a arte enquanto linguagem simbólica, estruturante e transformadora, e a engenharia como referencial analógico, identificando a Arteterapia como recurso diferencial na *engenharia mental*.

Tanto a Arteterapia como a Engenharia desenvolvem o potencial humano, com projetos de construções em diferentes contextos, ambos pertencentes, porém, ao universo da complexidade humana. Universo que em seu dinamismo sistêmico, permitiu nesta proposta aproximá-las, respeitando e reverenciando a abrangência, especificidade e profundidade que as diferencia, identificando em sua interação, uma concepção essencialmente construtiva para a Arteterapia.

Na relevância da gestão do conhecimento no dinâmico e fluido contexto contemporâneo, este trabalho tem como objetivo apresentar a proposta da ArtEngenharia para o desenvolvimento do potencial humano, bem como identificar suas afinidades e contribuições para a gestão do conhecimento.

2 | ‘ARTENGENHARIA’ NO CONTEXTO PESSOAL:

Neste contexto, a proposta ‘ArtEngenharia’, propõe a Arteterapia como *expressivo* recurso para as construções, desconstruções e reconstruções psíquicas, para o desenvolvimento do potencial pessoal. Segundo Jung (2007), todo homem tem potencialidades inatas e traz consigo uma tendência instintiva a realizá-las plenamente ao longo de sua vida. É o que chamou de “processo de individuação”. Assim, todos temos *um projeto a ser construído...*

2.1 Engenharia

Engenhar significa inventar; criar algo a partir de algo existente; transformar. Desde os primórdios, na engenharia tais transformações decorrem de uma necessidade, efetivando-se na realização de uma potencialidade, rumo a uma finalidade.

Segundo Rebello (2007), a primeira atividade humana de sobrevivência foi a alimentação. Sendo preciso caminhar para procurar alimento, muitos obstáculos eram encontrados. Quando não havia pontes naturais feitas de cipós ou de pedras, o homem procurava imitar a natureza, lançando mão de um tronco caído, ou empilhando pedras ou, ainda, fazendo tranças de cipó. Por volta do ano 5000 a.C. o homem aprendeu a domesticar animais e a cultivar grãos. Era a descoberta da agricultura. Precisando estar próximo de suas plantações, o homem passa a construir abrigos permanentes.

Ao longo de seu desenvolvimento o homem foi então construindo suas próprias obras, com finalidades específicas de superação de dificuldades e atendimento de necessidades, percebendo-se, em consequência, como sujeito de sua ação construtiva, reconhecendo através dela, sua capacidade de criar. Das épocas mais antigas aos tempos atuais, o homem não parou mais de construir, não só construções civis, como também equipamentos, meios de transporte, usinas e redes elétricas, máquinas de altíssimo nível de sofisticação e mais outras tantas conquistas tecnológicas.

2.2 Engenharia Mental

A Engenharia foi então desenvolvida pela necessidade humana de aperfeiçoar o meio em que vive, para criar melhores condições de vida. Diante das necessidades, o homem imitava a natureza e por analogias, fazia a construção física de que necessitava. Do mesmo modo, segundo Jung (2007), a mente humana tem a capacidade inata de fazer analogias – simbolizações – nesta proposta identificadas como *pontes psíquicas*.

Além deste paralelo, Jung (2007) concebe os fenômenos psíquicos como manifestações energéticas, passíveis de transformação de uma forma em outra, como acontece no mundo físico. Segundo Jung (2007), a energia psíquica abrange diversas formas de energia, do mesmo modo que luz, calor, eletricidade são diferentes formas de energia física: “Do mesmo modo que uma usina elétrica imita uma queda d’água, e assim se apossa de sua energia, também o mecanismo psíquico imita o instinto e, deste modo, apossa-se de sua energia para fins especiais” (JUNG, 2007, p.51).

Penso em uma transferência das intensidades psíquicas de um conteúdo a outro, como o calor se converte em uma máquina a vapor, em tensão do vapor e, então, em energia do movimento. De maneira semelhante, a energia de certos fenômenos psíquicos se converte, por meios adequados, em outros dinamismos (JUNG, 2007, p. 49,50).

Para ilustrar a dinâmica da psique, Jung(2007) diversas vezes recorre a analogias que evidenciam-se como inerentes ao campo das engenharias:

Da mesma forma que o homem conseguiu inventar uma turbina e, conduzindo o curso d’água para ela, transformar a energia cinética nela contida em eletricidade, capaz de múltiplas aplicações, assim também conseguiu, com a ajuda de um mecanismo psíquico, converter os instintos naturais – que, de outra maneira, seguiriam sua tendência natural - em outras formas dinâmicas que tornam possível a produção de trabalho. O mecanismo psicológico que transforma a energia

Jung (2007) vê nos símbolos uma ação transformadora, no encontro entre opostos, rumo à totalidade psíquica: “Essa qualidade lançadora de pontes do símbolo pode ser literalmente considerada um dos comportamentos mais engenhosos e importantes da administração psíquica” (JACOBI, 1986, p.92).

A partir destas analogias com a engenharia, pelas quais os símbolos promovem *pontes* entre polos opostos e *transformações de energia* psíquica, é que esta proposta identifica a dinâmica psíquica como *Engenharia Mental*.

2.3 Arteterapia: um processo construtivo

Nesta *Engenharia Mental*, a Arteterapia, ao articular a linguagem simbólica inerente às linguagens artísticas, promove a emergência dos símbolos, que, como mecanismos transformadores de energia e pontes que integram opostos, promovem construções, desconstruções e reconstruções psíquicas, integrando consciente e inconsciente rumo à totalidade psíquica, executando o *projeto* do Processo de Individuação (JUNG, 2007).

Na Arteterapia, a arte se dispõe como uma confidente, proporcionando um lugar para a emergência símbolos: “O símbolo é, então, uma espécie de instância mediadora entre a incompatibilidade do consciente e do inconsciente, um autêntico mediador entre o oculto e o revelado”. (JACOBI 1986, p.90). Segundo Ciornai (2004), nesse fazer, há sempre um produto que pode servir de espelhamento, fonte de identificação e reflexão, gerando novas compreensões: “Tratam-se de mensagens complexas, metafóricas ou simbólicas do indivíduo para si e para os outros” (CIORNAI, 2004, p. 83).

Assim, na concretude do fazer artístico é possibilitado um ordenamento dos conteúdos que vão emergindo, que vão sendo re combinados e integrados, proporcionando, além da conscientização, transformações da energia psíquica, para a *construção* da totalidade psíquica.

2.4 ‘ArtEngenharia’: Engenharia Mental através da Arte

‘ArtEngenharia’ constrói sua proposta propondo a Arteterapia como recurso construtivo significativo na engenharia mental humana, para a realização de uma grande obra: um ser diferenciado e integrado nos diversos contextos de sua existência.

3 | ‘ARTENGENHARIA’ NO CONTEXTO ORGANIZACIONAL

No contexto organizacional, o uso das analogias ao universo da engenharia traz uma concretude racional que promove a penetração empática da proposta em contextos técnicos e racionais, onde impera a produtividade. Introduzido em diálogo com tal referencial exato, o uso das linguagens artísticas vai promover a interação dialógica

do universo técnico e produtivo da engenharia com o universo sensível e intuitivo inerente às artes. Diálogo do qual, conforme esta proposta vai evidenciar, se constrói como *ponte*, a criatividade, constatada pelos estudiosos da área como indispensável ao cenário de inovação contínua do contexto organizacional contemporâneo: “O novo paradigma organizacional enfatiza o conhecimento e criatividade” (ZANELLA em ANGELONI, 2008, p.191)

3.1 Análise do cenário: a *sondagem do solo*

Iniciemos então tal construção analógica, pela *análise do solo*, que no contexto organizacional corresponde à análise do cenário em que se insere a organização. Na engenharia civil, segundo Abrahão (2011), sem esta análise a estrutura pode não erguer-se de forma segura, correndo riscos de não sustentar-se e desabar. Ao mesmo tempo, o solo reage sob as fundações e sofre deformações, influenciando o *comportamento* das obras segundo suas propriedades e *seu próprio comportamento*, cuja complexidade decorre de seu todo composto por material particulado e multifásico. Assim são hoje os cenários em que se inserem as organizações. Faz-se fundamental ao contexto organizacional que para a construção do desenvolvimento humano (*obra*) se faça uma análise do cenário (*estudo do solo*), uma vez que programas de desenvolvimento humano (*estrutura e técnicas construtivas*) precisam estar adequados a um público e contexto específicos (*ambiente*), cujos *comportamentos*, se inter-relacionam e influenciam.

No cenário contemporâneo de inovações contínuas e encurtamento do período de existência dos produtos e serviços, o conhecimento torna-se essencialmente dinâmico, volátil, em desenvolvimento contínuo. Sua gestão revela-se, portanto, indispensável. Segundo Drucker (1999), ‘Gestão do Conhecimento’ (Knowledge Management) é a capacidade de captar, reter, mapear, distribuir, gerenciar, criar, transferir, compartilhar e multiplicar conhecimento para garantir a sobrevivência, competitividade e expansão das organizações no mercado. Emergem assim as ‘Organizações do Conhecimento’, em que “o repertório de saberes individuais e dos socialmente compartilhados pelo grupo é tratado como um ativo valioso, capaz de entender e vencer as contingências ambientais” (ANGELONI, 2008, p. 2).

Segundo Lima (2005), indispensável se faz valorizar as capacidades individuais e coletivas, gerando um sistema integrado, dinâmico e pró ativo. São necessários profissionais autônomos, capazes de trabalhar em equipe, capazes de adquirir e compartilhar conhecimento, com uma visão do todo que compõe o mundo da sua profissão. Segundo Crema em Weil *et al* (1993), são indispensáveis programas que possibilitem ao trabalhador um contexto de trabalho que integre o científico, o técnico e o humanístico, de forma a capacitar o profissional a integrar-se ao sistema produtivo e não enquadrar-se apenas como mais uma peça da engrenagem que move a organização.

Neste cenário essencialmente dinâmico e complexo, segundo Lima (2005), a regra do “não pense, execute” é substituída por “invente, resolva, crie, discuta, delibere, participe”. Senge (2000) propõe que o desenvolvimento organizacional se inicie no indivíduo, através de um processo de autoconhecimento, desenvolvendo habilidades individuais, passando então para o grupo, através do compartilhamento da visão e, finalmente, estendendo-se sistemicamente à organização como um todo. Assim, os profissionais precisam de uma efetiva gestão do conhecimento, do âmbito individual ao coletivo, bem como desenvolver habilidades e atitudes, tanto para trazer resultados efetivos à organização como para o seu próprio desenvolvimento pessoal e profissional. Integrado a habilidades e atitudes, o conhecimento estrutura as competências individuais, as quais relacionam-se sistemicamente compondo as competências organizacionais, que segundo Dutra (2001), não têm existência sem as pessoas e suas ações. Do mesmo modo, na construção civil, “o *comportamento* dos materiais manifesta-se no *comportamento* das estruturas” (ALVA, 2010, p.17).

3.2 Pessoas: *Pilares da estrutura organizacional*

No contexto organizacional atual, as competências e o conhecimento que lhes é inerente vêm, imperativamente, como *estrutura* do desenvolvimento organizacional, cujos *pilares* de sustentação, entretanto, são as pessoas. Nas palavras de Oliveira (2006, p.264): “A concepção de pilares é uma fase importante no *desenvolvimento* de edifícios”.

Os pilares têm fundamental importância no levantamento e sustentação das estruturas das construções. Nas organizações as pessoas são fundamentais para o *levantamento e sustentação da estrutura* organizacional.

Segundo Oliveira (2006), os pilares recebem, predominantemente, ações de compressão. Porém, recebem também forças de tração decorrentes das cargas horizontais, vindas da ação do vento ou de outras ações laterais atuantes na estrutura. Para que sejam capazes de suportar esta gama de esforços *opostos*, os pilares são feitos da associação do concreto com a armadura de aço, compondo o concreto armado, em que o concreto possui resistência à compressão e o aço possui resistência à tração. Também nas organizações as pessoas – seus *pilares* – estão submetidas a contínuos esforços, em direções diversas. Do mesmo modo que o concreto – sem o aço – não suporta a gama de esforços solicitantes em uma estrutura, nas organizações, não é suficiente às pessoas o conhecimento técnico e objetivo. Precisam de habilidades e atitudes – conhecimento tácito. Desta combinação é que se estruturam, como pilares resistentes, pessoas competentes.

3.3 Criatividade – Uma *ponte para o desenvolvimento*

No contexto organizacional atual, a criatividade faz-se imprescindível, revelando-se importante diferencial nas organizações do conhecimento.

A conquista de uma liderança na era do conhecimento não estará ligada a longo prazo ao domínio de uma tecnologia, mas, sim, à capacidade contínua de utilizar a criatividade para produzir novas combinações, novos processos, novos produtos, novas utilizações para o conhecimento acumulado (NASTARI *et al*, 2003, p.10).

Neste cenário dinâmico e permeado pelo imprevisto, indispensável não só a flexibilidade para se adaptar às novas situações, mas também a capacidade de criá-las. Com a inovação contínua, crescente é o número problemas que exigem novas e rápidas soluções, pois as utilizadas com sucesso no passado têm pouca chance de funcionar.

Aplicar a criatividade à administração de empresas é objeto de estudo em organizações com estratégia em inovação, uma vez que esse fenômeno, tratado por essas organizações como competência humana é utilizado como matéria prima no processo inovador (TUDDA e SANTOS, 2011, p.119).

É fundamental desfazer a crença de que a criatividade está restrita a áreas distantes do ambiente organizacional: “O desafio não é pequeno, mas é um imperativo para os novos modelos de gestão” (PAROLIN, 2003, p.25).

Criatividade é uma das ferramentas mais adequadas para se buscar maneiras de fazer mais com menos, reduzir custos, simplificar processos e sistemas, aumentar lucratividade, encontrar novos usos para produtos, encontrar novos segmentos de mercado, desenvolver novos produtos e muito mais (KILIAN, 2005, p.98).

Gramigna (2007, p. 226) também alerta: “A criatividade é um tema que faz parte do contexto atual das organizações. Aquelas que pretendem substituir o paradigma da sobrevivência pelo da expansão precisam se reinventar”. Segundo Predebon (2001), esta capacidade de reação criativa requer flexibilidade e abertura a novas ideias. Constatam-se como diferenciais a exposição a experiências diversificadas, interesse por ideias e suas combinações, capacidade de fazer associações, receptividade a metáforas e analogias, abertura ao novo e ao complexo, e independência de julgamentos. Destaca que as habilidades criativas devem ser desenvolvidas em todos os membros da organização e não restritas a grupos de pensadores sofisticados.

As rápidas mudanças que enfrentamos nos negócios geram novos problemas e novas oportunidades, que exigem novas soluções e novas maneiras de pensar. Por isso, os negócios seguem necessitando de criatividade desde a estratégia até as exigências de mercado. A empresa precisa tornar-se mais competitiva. É preciso inovar com diferenciais competitivos que valorizem o produto, para isso é necessária a criatividade (KILIAN, 2005, p. 34).

As organizações, diante da velocidade das mudanças e a complexidade dos desafios atuais, clamam por novas abordagens para desenvolver colaboradores, numa gestão efetiva de competências e conhecimentos, individuais e organizacionais.

Para tanto, os métodos tradicionais já não são suficientes. Emerge a questão: Como ir além dos modelos convencionais de treinamento e desenvolvimento? Em confluência, Hamel (2000) constata que a empresa inovadora está repensando seus conceitos. Segundo afirma, a inovação vai além de produtos, serviços, operações e estratégias de negócios. Conforme Montenegro (2007), a inovação precisa abranger também o contingente humano. Para Hamel (2007), é preciso buscar lições para a inovação em sistemas de alta adaptabilidade fora do universo corporativo. O autor propõe como gatilho, simplesmente começar a fazer perguntas. Afirma que a primeira delas, fundamental, é: *o que poderíamos fazer de forma diferente?*

3.4 'ArtEngenharia': a arte como diferencial na *engenharia* mental

Segundo Predebon (2001, p.33): "Ideias novas não vêm do nada, sendo quase sempre produtos de associações entre referências de campos distintos." Segundo Pellanda (2001), existem hoje engenheiros, matemáticos, físicos e doutores em computação estudando a mente humana. O autor destaca o físico F. Davis Peat, que defende a unificação entre física e psicologia ao considerar indispensável uma ciência que explore o lado objetivo da consciência humana e o lado subjetivo da matéria. Constata que os novos paradigmas já estão aqui: não há mais fronteiras entre as ciências – tudo são relações. Em confluência, Carvalho (2002) alerta que o planeta tem urgência de ser mais integrativo e interdependente. Sendo o diálogo uma necessidade imperativa, não faz sentido catalogar o conhecimento em compartimentos herméticos. Imprescindível comunicar os saberes. Tais constatações vêm encorajar a proposta transdisciplinar da 'ArtEngenharia'.

Morfologicamente, o cérebro humano está dividido em dois hemisférios. Segundo Zamboni (2006), o hemisfério esquerdo é racional, analítico e sequencial. A ele cabe o pensamento lógico, a realização de operações matemáticas, o pensamento linear, decorrente dos processos racionais que lhe são inerentes e responsáveis pela construção da linguagem verbal. O hemisfério direito é sintético, intuitivo, imagético, acolhendo a realidade de forma global, decorrente de processos perceptivos e sensitivos.

Entretanto, embora seja comprovada a especialização das funções dos hemisférios cerebrais, identificam-se movimentos dialógicos entre eles. A criatividade emerge da interação entre os hemisférios. Assim, a criatividade pode ser concebida como a *ponte* que se constrói entre intuição e intelecto, razão e emoção, com vias de mão dupla, conforme confirmam Angeloni (2002) e Damásio (1996), destacando a criatividade como produto de tais interações: "O que ocorre frequentemente dentro de um trabalho criativo é a existência de sequências de momentos intuitivos, seguidos de ordenações racionais" (ZAMBONI, 2006, p. 34).

No contexto empresarial, entretanto, Barros e Morais (2004) constatam que as pessoas são mais estimuladas a usar seu hemisfério esquerdo: racional, lógico e

sequencial. Segundo afirmam, não há carência de força criativa nas empresas e sim não se permite sua emergência decorrente do diálogo com o hemisfério direito, pouco estimulado em decorrência de restrições e cisões paradigmáticas: “Precisamos, pois, proporcionar estímulos ao lado direito do cérebro. Para isso, será necessário romper com certos padrões” (BARROS e MORAIS, 2004, p.110).

Esta proposta de integração ente Arteterapia e Engenharia, caminha nesta direção. Na interação dialógica entre o universo técnico e racional da engenharia e o universo sensível e intuitivo inerente às artes, promove-se, essencialmente, tal diálogo entre os dois hemisférios, gerando a criatividade. Além disso, sendo uma linguagem não inerente à rotina produtiva das organizações, as atividades artísticas rompem paradigmas e estimulam o pensamento lateral, definido por De Bono (2002) como o processo de provocar o cérebro para novas percepções, ampliando a capacidade mental.

A arte, essencialmente, é grande mobilizador da imaginação, intuição, sensibilidade e apreensão do todo, que são habilidades do hemisfério direito: “A arte estimula a capacidade de imaginar, pensar o impensado, dar vida ao inexistente, transformar ideias em realidade”. (GRAMIGNA, 2004, p.68).

Segundo Morin (1998), o conhecimento necessita da imaginação e da intuição, não existindo uma inteligência fria e unicamente lógica.

Embora não evidente ao senso comum, o próprio exato universo da engenharia vale-se de imagens e intuições. Brohn (2005) afirma que um esquema visual é crucial à concepção das estruturas, para que se desenvolva um “sentimento intuitivo” do *comportamento* dos sistemas estruturais. Schwark (2006) afirma que ao aprimorar a capacidade de percepção intuitiva, o engenheiro estará mais preparado para conceber uma estrutura: “As primeiras e mais importantes decisões na concepção de um projeto, relacionados à sua importância, necessidade, utilidade e tipo de solução são valores qualitativos e intuitivos” (SCHWARK, 2006, p.7).

Assim, a proposta da ‘ArtEngenharia’ nas organizações é proporcionar um espaço de experimentação e simulação, onde, através das linguagens artísticas, se pode correr riscos e observar o que acontece. Lembremos que para Mandelli (2003), o maior estágio possível de integração de uma equipe é obtido quando todos compartilham os riscos.

Para Rhyne (2000), o contato com a arte no contexto empresarial pode torná-lo menos ameaçador, ao promover a fluidez, a espontaneidade e a criatividade. Muitas das questões deste contexto dizem respeito a posturas defensivas, desconfiança, exigência exacerbada de si mesmo, necessidade de ser confirmado por um líder e dificuldades relacionais. Além disso, no ambiente de trabalho a dificuldade em identificar e transmitir em palavras, sensações e sentimentos presentes fica potencializada pela preocupação com a exposição, mas, por valer-se de recursos simbólicos e analógicos, esta proposta possibilita a preservação da intimidade do profissional, pois permite “alcançar um bom nível de aprofundamento, diante das atividades, sem que as

mesmas sejam demasiado incisivas, não expondo os indivíduos em seus ambientes de trabalho” (ARANTES, 2008, p.9). Pode-se assim:

Oferecer uma série de experiências focadas e estruturadas para permitir recuperar, valorizar, ativar habilidades presentes, e todavia, pouco utilizadas no dia-a-dia do mundo do universo profissional, e por outro lado, um espaço separado do mundo da organização onde se possa experimentar e colocar à prova hipóteses e comportamentos já presentes mas não usados por receio de provocar danos às relações ou outros (LUPERINI, 2008, p. 24).

Em sintonia com as proposições da Gestão do Conhecimento, os programas propostos pela ‘ArtEngenharia’ vão ao encontro do que diz Starkey (1997) sobre a importância de proporcionar aos trabalhadores o conhecimento e o estímulo para que pensem por si, em substituição ao velho treinamento que oferece informações apenas na base do “eles precisam saber”.

Outras questões evidenciadas no contexto organizacional são a ansiedade, medo, raiva, depressão, estresse e as somatizações, indicando desvios de energia. Segundo Rhyne (2000), a expressão artística traz em si o potencial de equilibrar o indivíduo com o meio, através da descarga de energias não utilizadas, contribuindo para o gerenciamento do estresse.

Tais aspectos voltam a Jung (2007) e a linguagem simbólica da arte, além do poder de canalizar a energia, o poder de transformá-la, aproveitando-a. As linguagens artísticas podem servir de condutores para as emoções, transformando-as em desenvolvimento: “Se pudéssemos disciplinar as cargas energéticas de uma tempestade, teríamos imenso arsenal de forças. O mesmo acontece com as *emoções humanas*” (LIMA, 2005, p.110).

D Arantes (2008, p.12): “A Arte contribui para o desenvolvimento criativo, desvelando as relações e as possibilidades potencializadas no processo de cada pessoa, para a conscientização dos conflitos e das dificuldades, bem como para o autoconhecimento”. Assim, a proposta da ‘ArtEngenharia’ promove também, uma ‘*Gestão do Autoconhecimento*’.

A essência da construção da cultura organizacional parece estar localizada no próprio domínio psíquico dos integrantes da organização. Sendo assim, identificar suas peculiaridades fundamentais fornece elementos que podem alavancar igualmente formas de trabalhar o cerne da gestão do conhecimento. (RICHTER em ANGELONI, 2008, p.65)

Citando a Teoria Sistêmica, pela qual atuações e transformações em uma parte de um sistema afetam o sistema como um todo, Ciornai (2004) confirma que a concretude do fazer na atividade artística irá estimular, energizar e facilitar esses processos não só na realização da atividade artística em si, mas na totalidade do ser, facilitando a geração de *insights* e o estabelecimento de pontes e de analogias com suas construções internas e com seu contexto profissional gerando novas compreensões e

possibilidades.

Segundo Rhyne (2000, p. 11), as pessoas “poderão ver que os padrões de suas formas de arte simbolizam o modo como padronizam suas atitudes e comportamentos”. Arantes (2008, p.18) completa: “A harmonia entre a percepção interna e a manifestação externa fortalecem o indivíduo, ajudam-no a se reconhecer como ser existente para si mesmo e para sua empresa/mundo.” Dennis (2011) afirma que com a arte nas empresas os participantes desenvolvem habilidades, alinhamento de grupo ao contexto bem como compromisso e coragem frente aos desafios e mudanças organizacionais repentinas. Dennis (2011) relata que muitas das empresas do ranking das “Melhores empresas para você trabalhar” fizeram ou fazem uso da arte para desenvolver a organização.

A qualidade humana no contexto empresarial consiste essencialmente em posicionar o trabalhador como sujeito de seu processo, de forma que não seja determinado por suas circunstâncias externas, e sim crie as circunstâncias de que necessita, quando não as encontra. A proposta da ‘ArtEngenharia’, estruturada no fazer artístico, traz, em si, uma AÇÃO criativa, convocando, portanto, um SUJEITO que a realiza. Percebendo-se autor de suas produções, e estas como resultado de suas escolhas e ações, o indivíduo constata-se como sujeito de sua situação e não sujeito à sua situação, numa engenharia de construção e transformação, de seu meio, de seu conhecimento e de si mesmo.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do desenvolvimento do nosso potencial, todos nós temos um *projeto a ser construído*. A ‘ArtEngenharia’ vem como abordagem transdisciplinar inovadora ao explorar, com base na *fundação* teórica apresentada, as possíveis contribuições da Arteterapia e da Engenharia integradas, para a *construção* do desenvolvimento humano tanto do indivíduo como das organizações. Tal proposta se estrutura em atendimentos individuais e em projetos temáticos personalizados, específicos à cada necessidade, no formato de *workshops*, palestras interativas e programas contínuos *in company*, com concretos benefícios pessoais e organizacionais, contribuindo *expressivamente* para uma efetiva gestão de pessoas e de seu conhecimento.

Sua relevância amplia-se para a sociedade uma vez que o desenvolvimento e o conhecimento se iniciam no indivíduo, estendendo-se aos grupos em que está inserido, repercutindo na sociedade como um todo. Os estudiosos da contemporaneidade vêm destacando que uma nova visão de mundo está em marcha, transformando paradigmas, criando e compartilhando conhecimento à procura de soluções inovadoras e sistemicamente integradoras, para sair da crise de fragmentação que está levando ao colapso o indivíduo, o meio ambiente e a sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS:

- ABRAHÃO, R. **O chão exige muito cuidado**. GEOeasy – Geotecnologias & Meio Ambiente., publicado em 4 de Novembro de 2011. Disponível em:
< <http://geoeasy.com.br/blog/?cat=25&paged=34>>. Acesso em: 20-08-2013.
- ALVA, G.S. **Comportamento dos materiais e das estruturas**. Universidade Federal de Santa Maria. Curso Graduação em Engenharia Civil ECC106 - Concreto Armado A, Santa Maria. 2010. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/Aulas_5_6_2sem_2010.pdf> Acesso em 15-08-2013
- ANGELONI, M. T.(org) **Organizações do conhecimento: infraestrutura, pessoas e tecnologias**. 2ª edição. São Paulo: Saraiva, 2008.
- ARANTES, S. M. R. **A Arte e o Terapêutico na Práxis Psicopedagógica nas Organizações**. Constr. psicopedag., São Paulo , v. 16, n. 13, dez. 2008. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1415-69542008000100002&script=sci_arttext> Acesso em: 12-05-2013
- AYUB, S. R. C. **Uso da analogia em treinamento & desenvolvimento empresarial**. Dissertação de Mestrado. São Paulo, FECAP: 2002. Disponível em: <http://200.169.97.106/biblioteca/tede//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=261>
Acesso em: 20-08-2013
- BARROS, O.; MORAIS, J. A. **A Coragem de Mudar**: este é o momento de um novo Brasil, que exige uma nova empresa, que exige um novo profissional (Coleção Nova Tecnologia da Administração). Juiz de Fora: Concorde, 2004.
- BROHN, D. **Understanding structural analysis**. 3ª ed. London: New Paradigm Solutions, 2005.
- CARVALHO, E. A. **Saberes Culturais e educação do futuro**. PGM 4 – Na busca de novos conhecimentos. 2002. Disponível em: <<http://www.uesb.br/labtece/artigos/Saberes%20Culturais%20e%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20do%20Futuro.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2007.
- CIORNAI, S. (Org.) **Percursos em Arteterapia**: arteterapia gestáltica, arte em psicoterapia, supervisão em arteterapia. Volume 62. São Paulo: Summus, 2004. (Coleção novas buscas em psicoterapia)
- DAMASIO, A. **O erro de Descartes**: emoção, razão e o cérebro humano. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- DE BONO, E. **O pensamento lateral**. Rio de Janeiro: Nova Era, 2002.
- DENNIS, R. **Arte e negócios como forma de desenvolvimento**. Empreender para todos. Publicado em 05 de Dezembro de 2011. Disponível em: <<http://www.empreenderparatodos.com.br/arte-e-negocios-como-forma-de-desenvolvimento/>> Acesso em: 28 de Agosto de 2013
- DRUCKER, P. F. **Administrando em tempos de grandes mudanças**. São Paulo: Pioneira/Publifolha, 1999.
- DUTRA, J. S. **Gestão por competências**. São Paulo: Gente, 2001.
- GRAMIGNA, M. R. **Líderes Inovadores**: Ferramentas de criatividade que fazem a diferença. 1ª edição. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda., 2004.
- _____. **Modelo de Competências e Gestão dos Talentos**. 2ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

HAMEL, G. **Liderando a Revolução**. Traduzido por Afonso Celso da Cunha Serra. Editora Campus. Rio de Janeiro, 2000.

HAMEL, G.; BREEN, B., **O Futuro da Administração** (The future of management) Traduzido por Thereza Ferreira Fonseca. Editora Campus: São Paulo, 2007.

JACOBI, J. **Complexo, arquétipo e símbolo na psicologia de C.G. Jung** São Paulo: Cultrix, 1986.

JUNG, C. G. **O espírito na arte e na ciência**. Tradução Maria de Moraes Barros. 3ª edição. Petrópolis, RJ: Vozes, 1991.

_____. **A energia psíquica**. Tradução Mateus Ramalho Rocha. 9ª edição. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007. 95 p. (Título original: Die Dynamic des Unbewussten).

KILIAN, A. P. V. **O processo de geração de idéias fundamentado no pensamento lateral: Uma Aplicação para Mercados Maduros**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, UFSC, 2005. Disponível em: < <http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS4772.pdf>>. Acesso em: 23-08-2013

LIMA, L.O. **Dinâmicas de Grupo na empresa, no lar e na escola: grupos de treinamento para a produtividade**, 1ª edição, Petrópolis: Vozes, 2005.

LUPERINI, R. **Dinâmicas e jogos na empresa: método, instrumento e práticas de treinamento**; tradução de João Batista Kreuch, 2ª edição; Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

MANDELLI *et al.* **A disciplina e a arte da gestão das mudanças: como integrar estratégias e pessoas nas organizações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

MONTENEGRO, I. **Excelência Operacional: O Desafio da Melhoria Contínua**. São Paulo: Sobratema, 2007.

MORIN, E. **Complexidade e Liberdade - Ordem, separabilidade e lógica: os pilares da ciência clássica**. Publicação de ensaios *Thot*, Associação Palas Athena, São Paulo, n.67, p.12-19, 1998. Disponível em: < <http://www.geocities.com/pluriversu/complexi.html>>. Acesso em: 29 out. 2007.

NASTARI, S. L. N. *et al.* **O pensar criativo: uma disciplina no currículo da engenharia**. COBENGE, 2003. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2003/artigos/ECI928.pdf>> Acesso em: 20-07-2013.

OLIVEIRA, M. B. *et al* **Concepção de pilares em concreto armado e de pilares em aço**. X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos: 2006. Disponível em : <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2006/inic/inic/07/INIC000071ok.pdf> Acesso em: 12-07-2013.

PAROLIN, S.R.H. **A criatividade nas organizações: um estudo comparativo das abordagens sociointeracionistas de apoio à gestão empresarial**. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 10, nº 1, janeiro/março 2003. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/cad-pesq/arquivos/v10n1art2.pdf>>. Acesso em: 16-06-2013.

PELLANDA, L. E. C. **Psicanálise numa Visão Sistêmica**. Pôster apresentado ao Congresso Internacional de Psicanálise, Nice, França, 2001. Disponível em <http://pessoal.portoweb.com.br/pellanda/portpost.htm>. Acesso em: 15 set. 2007.

PREDEBON, J. **Criatividade hoje: como se pratica, aprende e ensina**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2001.

REBELLO, YOPANAN C. P. **A Conceção Estrutural e a Arquitetura** 5ª Edição São Paulo: Zigurate Editora, 2007.

RHYNE, J. **Arte e Gestalt** – Padrões que convergem. São Paulo: Summus, 2000.

ROCHA, R. A. **O pensamento racional lógico, a intuição e a criatividade no processo de administração estratégica**. Tese de Doutorado- Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, 17-10-2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/78405>>. Acesso em: 17-07-2013

SCHWARK, M. P. **Sugestões para um curso intuitivo de engenharia de estruturas**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SENGE, P. **A quinta disciplina: arte, teoria e prática da organização de aprendizagem** 7ª edição. São Paulo, Best Seller: 2000. .

STARKEY, K. **Como as organizações aprendem: relato do sucesso das grandes empresas**. São Paulo: Futura, 1997.

TUDDA, L. e SANTOS, A. B. A. **Teorias para o desenvolvimento da criatividade individual e organizacional** RAD Vol.13, n.1, Jan/Fev/Mar/Abr 2011, p.116-133. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/rad/article/view/3846/4233>>. Acesso em: 16-06-2013.

WEIL, P.; D'AMBRÓSIO, U.; CREMA, R. **Rumo à nova transdisciplinaridade: Sistemas abertos de conhecimento**. 4ª edição. São Paulo: Summus, 1993.

ZAMBONI, S. **A pesquisa em arte: um paralelo entre Arte e Ciência**. – 3ª edição revista. – Campinas: Autores Associados, 2006.

ARQ&CIVIL NAS ESCOLAS- PROJETO PESCADORES DE VIDA

Marina Naomi Furukawa

UEM- Departamento de Engenharia Civil
Maringá- Paraná

Ana Luisa Silva Alves

UEM- Departamento de Engenharia Civil
Maringá- Paraná

Andressa Gomes dos Santos

UEM- Departamento de Engenharia Civil
Maringá- Paraná

Gabriel Belther

UEM- Departamento de Engenharia Civil
Maringá- Paraná

Gabriel Souza da Silva

UEM- Departamento de Engenharia Civil
Maringá- Paraná

Iago Raphael Mathias Valejo

UEM- Departamento de Engenharia Civil
Maringá- Paraná

Ítalo Guilherme Sgrignoli Madeira

UEM- Departamento de Engenharia Civil
Maringá- Paraná

Luana Manchenho

UEM- Departamento de Engenharia Civil
Maringá- Paraná

Marcelo Ambiel

UEM- Departamento de Engenharia Civil
Maringá- Paraná

Vinicius Gabriel Parolin de Souza

UEM- Departamento de Engenharia Civil
Maringá- Paraná

Vitor Hugo Vieira Brandolim

UEM- Departamento de Engenharia Civil
Maringá- Paraná

RESUMO: O projeto Arq&Civil nas Escolas uniu os esforços do PET Eng. Civil e do Soma EMAU (escritório modelo de Arquitetura e Urbanismo), ambas instituições vinculadas à UEM, no intuito de promover uma tarde interativa no Projeto Pescadores de Vida, o qual se localiza na cidade de Sarandi-PR. Há mais de dez anos, a Associação Amigos Voluntários do Projeto Pescadores de Vidas atua como ação social em bairros pobres da cidade, com intuito de atender e dar acesso a conhecimento e cultura para crianças e adolescentes. O projeto observou que era necessário um contato maior dos jovens e crianças com a universidade e suas opções de formação profissional, a fim de dar a eles o incentivo de se apoiar na educação como principal meio de melhoria de vida, e provavelmente sonhar com uma futura profissão e diploma acadêmico. Por isso, o PET Eng. Civil em parceria com o Soma EMAU recebeu a missão de promover uma tarde interativa com o Projeto Pescadores de Vida, procurando apresentar as respectivas profissões que almejam, e também sua vida na universidade. O desafio estava em, de forma didática, realizar dinâmicas para as diferentes faixas etárias,

abordando cada profissão na sua individualidade e também seus vínculos, além de abrir os olhos de cada um ao direito de se estudar gratuitamente em uma universidade de qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: voluntariado, arquitetura, engenharia, ensino, extensão.

ARQ&CIVIL AT SCHOOLS- PROJECT PESCADORES DE VIDA

ABSTRACT: The project Arq&Civil at schools, joined the efforts of the PET civil Engineering and the Soma EMAU (architecture office), both of them are linked to university, with the aim of promoting an interactive afternoon at the Pescadores de Vida, which is located at Sarandi city. More than ten years ago, the Association Pescadores de Vida, act with social work at the poor neighborhoods of the town, in order to give knowleg and culture for the kids and teenagers. The project noted that the contact between the kids and the University, was very necessary for their professional future and idea that education is an important way of life improvement, and that way probably dream with an future profession or a diploma. Thats why, PET civil Engineering in partnership with Soma EMAU, has received the mission of promoting an interactive afternoon with the project Pescadores de vida, searching for showing their future profession and also their life at university. The chaleng was, in a didactic way, accomplish games for the diferents ages, approaching each profession in your individuality and also their bond, beside that open the eyes of each one about their right of an study gratuit and with quality in a public University.

KEYWORDS: volunteering, architecture, engineering, teaching, extension.

1 | INTRODUÇÃO

O projeto Arq&Civil nas escolas teve por objetivo abrir portas do conhecimento e novas possibilidades para crianças e adolescentes carentes, bem como lhes apresentar a universidade pública como uma opção viável e um direito do cidadão.

Logo ao receber o convite do Projeto Pescadores de Vida, a união entre os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura foi proposta. A iniciativa aprovada entre os dois cursos, graduandos do PET Eng. Civil e Soma EMAU, e também professores participantes, foi de realizar uma tarde interativa com dinâmicas relacionadas aos cursos, e uma roda de conversa abordando a temática de universidade pública, e definição de ambas as profissões, ministrada pela professora Marieli Azoia Lukiantchuki. O público atendido no projeto Arq&Civil nas escolas possuía uma faixa etária muito variada (crianças de 3 a jovens de 18 anos), por isso dividiu-se dois grandes grupos, um de crianças de 3 a 10 anos, e outro com jovens de 11 a 18 anos, para que as dinâmicas fossem condizentes com cada faixa etária. Foram feitas diversas reuniões entre o grupo PET e o EMAU, para definir a organização e as atividades inerentes ao projeto Arq&Civil.



Figura 1: Primeira reunião PET Eng. Civil e Soma EMAU – Comissão organizadora Fonte: PET Eng. Civil UEM

Diante da necessidade de mostrar a individualidade de cada curso, bem como a importância da união entre as duas profissões, foi decidido efetuar duas dinâmicas com a faixa etária mais velha, uma ministrada pelo PET abordando a Engenharia Civil, e outra pelo EMAU sobre Arquitetura. A dinâmica decidida em conjunto para a faixa etária das crianças entre 3 a 10 anos obteve uma temática mais lúdica. Com um longo papel craft, foram desenhadas as ruas e quadras do bairro da cidade de Sarandi, no qual o projeto Pescadores de Vida reside. Foi proposto às crianças que desenhassem o bairro (no qual a maioria também mora) da forma como eles sonham vê-lo, aguçando a imaginação deles e propondo mudar o lugar em que moram ao colocar tudo no papel. Foi disponibilizado livre acesso a vários materiais, desde tintas até massas de modelar. Toda a produção foi acompanhada pelos estudantes, que incentivavam a criatividade das crianças, mas sem interferir nas pinturas.



Figura 2: Dinâmica “Crie seu bairro” Fonte: PET Eng. Civil UEM

Com a faixa etária dos mais velhos, por sua vez, o PET Eng. Civil decidiu fazer algo mais dinâmico e interativo: uma competição que mostrasse curiosidades da profissão de um engenheiro civil, a qual tem uma área de trabalho extensa e diversificada, cuja magnitude, porém, é pouco conhecida. A competição envolveu, portanto, um quiz de perguntas e respostas com curiosidades sobre Engenharia Civil, tais como áreas de trabalho e pesquisa, grandes obras e engenheiros civis. Foram formados dois times (azul e vermelho) em filas, um contra o outro, e quem acumulasse mais acertos ganhava a dinâmica. As perguntas e respostas foram planejadas pelo grupo PET, o qual também convidou alguns calouros do curso para participarem da atividade e da sua organização e planejamento. Em seguida, o grupo Soma EMAU fez uma dinâmica de dobraduras, as quais resultavam em estruturas arquitetônicas estudadas pelo grupo. Por fim, ocorreu a roda de conversa, comandada pela professora Marieli Azoia Lukiantchuki, que abordou a importância da educação e o direito de se estudar gratuitamente e com qualidade, além de mostrar os desafios e belezas das profissões de engenheiro civil e arquiteto, e como ambos podem completar um o trabalho do outro.

2 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ação social desenvolvida no projeto Arq&Civil nas escolas pôs os graduandos e participantes do projeto em choque com uma realidade muito carente. Apesar do conhecimento transmitido aqueles jovens ter sido básico, salienta-se a importância dessa transmissão como forma de instigar futuras mudanças no seu desenvolvimento pessoal, intelectual e profissional. Apoiando-se no princípio de que a educação abre portas e muda vidas, o grupo PET e seus parceiros presenciaram no projeto Arq&Civil nas Escolas crianças e adolescentes com anseio de conhecimento, o que inspirou e emocionou todos os participantes. O saber e a brincadeira levados pelo PET, na tarde do dia 21 de outubro de 2017, foram tomados pela energia do grupo Pescadores de Vida e ocorreram de forma tranquila e com muito êxito. A diversão através do conhecimento, por meio de dinâmicas e conversas descontraídas, foi a melhor forma de diálogo encontrada para se comunicar com as crianças e jovens do projeto social. O grupo PET levou da experiência, a satisfação do sentimento de gratidão para incentivar cada vez mais a realização de projetos de extensão como o apresentado.



Figura 3: Participantes e crianças do projeto Arq&Civil e arte final feita pelas crianças Fonte: PET Eng. Civil UEM

3 | CONCLUSÃO

Como pôde-se perceber, os resultados da realização do projeto Arq&Civil nas Escolas foram muito positivos e atingiram não apenas as crianças e jovens beneficiadas pela ação, mas também os alunos, graduandos e petianos envolvidos na organização e execução da atividade. O contato entre essas duas realidades diferentes promoveu, por um lado, o estímulo necessário para que essas crianças e jovens carentes busquem novos horizontes e perspectivas de vida, especialmente no âmbito acadêmico e profissional. Por outro, promoveu o sentimento de solidariedade e a vontade de desempenhar novas atividades de cunho social como forma de levar a extensão do conhecimento adquirido na universidade para a parcela da sociedade mais carente, desempenhando o importante pilar da tríade do grupo PET.

REFERÊNCIAS

PESCADORES DE VIDA. Conheça um pouco mais sobre nosso trabalho. Disponível em <<http://www.pescadoresdevidas.org.br/institucional>>. Acesso em: 23 de janeiro de 2017

RESPOSTAS À DEMANDA POR HABITAÇÃO: QUALIDADE DE VIDA E DO ESPAÇO DA CIDADE

Isabella Gaspar Sousa

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília (PPGFAU-UnB), Brasília, Brasil.

Maria do Carmo de Lima Bezerra

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília (PPGFAU-UnB), Brasília, Brasil.

Alice Cunha Lima

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília (PPGFAU-UnB), Brasília, Brasil.

RESUMO: O artigo aborda a questão da habitação no Brasil sobre a égide do processo de urbanização desordenado onde os assentamentos irregulares e os conjuntos habitacionais periféricos se destacam como soluções de moradia. O principal objetivo é discutir as implicações da política habitacional na fragmentação e na baixa qualidade de vida das cidades, identificando soluções que promovam a moradia integral, entendida como um conjunto composto pela edificação, os serviços urbanos e a infraestrutura. Os resultados indicam que a regularização fundiária possui maior potencial de integrar a população na cidade dando acesso aos seus benefícios, mas contraditoriamente, tem recebido menor atenção dos programas governamentais

recentes que continuam a patrocinar conjuntos habitacionais periféricos, repetindo as soluções de segregação socioespacial e promovendo o modelo de cidade dispersa dos anos de 1970.

PALAVRAS-CHAVE: Infraestrutura urbana, Regularização fundiária, Conjuntos habitacionais.

ANSWERS TO THE HOUSING DEMAND: QUALITY OF LIFE AND OF SPACE IN THE CITY

ABSTRACT: This paper addresses the issue of housing in Brazil on the aegis of the disordered urbanization process in which irregular settlements and peripheral housing estates stand out as housing solutions. The main objective is to discuss the implications of housing policy in the fragmentation and the low life quality of the cities, identifying solutions that promote integral housing, understood as a set consisting of buildings, urban services and infrastructure. The results indicate that the land regularization has greater potential to integrate the city population giving access to all its benefits, but contradictorily, this idea has received less attention from recent government programs that continue to sponsor peripheral housing complexes, repeating socio-spatial segregation solutions and promoting the dispersed city model of the 1970s.

1 | INTRODUÇÃO

O acesso à moradia digna e dotada de habitabilidade é um direito humano fundamental, além de ser um direito social garantido pela Constituição Brasileira. É uma condição básica para a promoção da dignidade do cidadão, o que faz dela um importante fator de estabilidade social e política.

A partir do fim da década de 1960, houve um intenso movimento sócio territorial na população brasileira, que passou de maioria rural para urbana. Essa migração se deu por parte da população de baixa renda e escolaridade, que não encontrou nas áreas urbanas suporte da parte do Estado, seja por programas sociais ou de ordenamento do espaço da cidade para sua alocação. Essas pessoas ficaram excluídas da organização das cidades, passando a viver em áreas sem condição básica de urbanidade. Esses assentamentos irregulares nas áreas mais pobres, conhecidos em sua maioria como “ocupações em áreas de risco”, se multiplicaram em terrenos de fragilidade ambiental não passíveis de urbanização, como encostas íngremes e beiras d’água.

Para tentar reduzir este déficit habitacional elevado, vários programas habitacionais foram implantados no Brasil ao longo das últimas décadas, a exemplo da Fundação da Casa Popular (FCP, 1946), do Banco Nacional de Habitação (BNH, 1964) e, atualmente do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV, 2009). Porém a baixa qualidade construtiva, e a visão de que o provimento da habitação é composto apenas pela edificação (e não por um conjunto amplo de serviços) tem caracterizado esses conjuntos habitacionais, estimulando a periferização das cidades e a baixa qualidade de vida nas mesmas.

Assim, o processo de urbanização somado às soluções que foram dadas para a promoção da habitação do Brasil geraram cidades fragmentadas, exclusão social e territorial. O crescimento desordenado das periferias, juntamente com a desigualdade e a injustiça social, estruturou a configuração atual das cidades brasileiras, dividindo a cidade em áreas pobres e áreas ricas (MARICATO, 2003).

O presente artigo analisa então as abordagens atuais voltadas à habitação partindo da premissa que habitação e qualidade do espaço urbano formam um binômio indissociável para qualidade de vida da população. Como método se utilizou uma revisão histórica sobre programas habitacionais e bases normativas, e estabeleceu-se como critério de análise das experiências atuais o conceito que define habitação como um conjunto que além da edificação envolve também o acesso à infraestrutura e serviços urbanos. Como objetos de análise foram utilizadas duas abordagens atuais, o Programa Minha Casa, Minha Vida e os projetos de regularização fundiária. A análise se deu sobre seus princípios e resultados alcançados, através de dados obtidos em livros, artigos, teses e revistas. Ao contrapor os dois modelos é possível verificar que enquanto a regularização – que tem recebido menor apoio em termos de iniciativas

governamentais – leva à melhoria do tecido urbano integrando a cidade e a população, o programa de novas moradias tem funcionado de forma a perdurar o modelo de cidades dispersas, que excluem a população de baixa renda da vivência das mesmas.

2 | VERTENTES DA POLÍTICA HABITACIONAL DE BAIXA RENDA NO BRASIL

Apoiado no movimento europeu pela reforma urbana higienista, o Brasil inicia, ainda no fim do século XIX um processo de construção de grandes avenidas e implantação de saneamento básico para a composição paisagística, porém atendendo apenas a parcela burguesa durante o período industrial. As reformas nesse período criaram habitações populares para abrigar a classe trabalhadora, porém não eram suficientes, surgindo assim outras formas de habitação em áreas ilegais, gerando um processo de periferização e favelização (MARICATO, 2001).

A primeira intervenção com força de um programa de governo irá surgir nos anos de 1930 com a criação dos Institutos de Aposentadoria e Pensão (IAPs), que se organizavam de forma corporativa, por categoria profissional e que tinham por objetivo principal garantir aposentadorias e pensões à previdência social. Em 1937, o Decreto n.º 1.749 assinado por Getúlio Vargas gerou as condições adequadas para a atuação dos IAPs na produção e financiamento de moradias. A produção habitacional desses institutos, baseada numa lógica rentista, criava conjuntos que geralmente contavam com assistência social integral, atendimento de saúde, lazer, recreação e etc. Porém, como esses institutos adotavam como critério de acesso à casa a prévia inserção do cidadão no mercado de trabalho formal, esta se mostrou uma ação seletiva e excludente à população de baixa renda (BONDUKI, 2014).

No final do Estado Novo, em 1946, foi criada a Fundação Casa Popular (FCP), primeiro órgão nacional com competência específica na área do desenvolvimento habitacional e urbano. Enquanto os IAPs atendiam apenas seus associados, a FCP tinha como objetivo um atendimento mais universal, incluindo trabalhadores informais e até mesmo da zona rural. Entretanto, vários setores da sociedade, incluindo os IAPs se opuseram a proposta, assim a FCP, já nasceu esvaziada. Desse modo, o novo órgão não conseguiu concentrar os fundos previdenciários destinados à habitação, seus recursos foram sempre escassos e inconstantes e restringiam-se as dotações orçamentárias da União. Com as dificuldades de operacionalização dos financiamentos, a FCP não teve grandes repercussões e o período foi marcado por várias iniciativas dos institutos de previdência de diversas categorias profissionais como meio de adquirir a casa própria.

A demanda por habitação no Brasil vai passar a crescer vertiginosamente a partir dos anos de 1950 com o aumento do êxodo rural, o processo de industrialização acelerado e o rápido crescimento populacional. Porém, não existiam políticas públicas capazes de preparar as cidades para receber esse grande contingente de pessoas, o que fez com que surgissem além da falta de moradias, os problemas de saneamento

básico, energia e água, gerando insalubridade e poluição no dia a dia das cidades.

O Governo Federal irá voltar a realizar uma nova incursão na política habitacional com a criação do Sistema Financeiro de Habitação (SFH) e do Banco Nacional da Habitação (BNH), na década de 1960, já no contexto do regime militar. No período de funcionamento do BNH (1964-1986) foram produzidas em torno de 4,5 milhões de moradias, representando uma média de 204.000 unidades por ano. Entretanto, do total das unidades construídas, apenas 33,5% destas foram destinadas ao setor de baixa renda (FERNANDES e SILVEIRA, 2010). Dessa forma, as famílias com menores rendimentos, além de contarem com a menor fatia dos recursos, acabavam sendo empurradas para as bordas da cidade, em conjuntos habitacionais distantes dos postos de trabalho e de serviços e equipamentos públicos. E a população que não tinha condições financeiras para pagar pela casa própria continuou produzindo casas nos assentamentos precários através da autoconstrução. Assim, o BNH apesar de representar um marco na política habitacional brasileira, pela sua abrangência nacional e duração durante décadas, acabou aprofundando o problema da moradia, ao contribuir para a segregação territorial e o espraiamento das cidades brasileiras.

No final do século XX, 30% da população brasileira ainda vivia em domicílios inadequados, com irregularidade fundiária, ausência de infraestrutura de saneamento, sistema de transporte deficitário, terrenos alagadiços ou sujeitos a riscos geotécnicos, adensamento excessivo e deficiências construtivas das unidades habitacionais (UHs). Os assentamentos precários continuavam sendo a forma predominante de moradia popular, assim como os cortiços, loteamentos, conjuntos habitacionais irregulares e favelas.

Nesse contexto, nos anos de 1970 e 1980, a reforma urbana voltou a ser discutida no país. Com o objetivo de reverter às desigualdades sociais, as reivindicações dos movimentos populares eram feitas com uma nova ética social, que trazia a dimensão da politização da questão urbana. Inicia-se a discussão sobre o direito à moradia, que na prática se refletia no direito de fixação das populações onde elas moravam, com urbanização desses espaços, ou seja, acesso aos serviços de infraestrutura urbana e equipamentos sociais.

2.1 Avanços sobre o conceito de habitação

Em paralelo ao desmonte do BNH, as discussões ocorridas no âmbito do Movimento Nacional pela Reforma Urbana em torno de 1985 ajudaram a definir o conceito da reforma urbana como uma ética social, que responsabiliza a cidade como fonte de lucros para poucos e pobreza de muitos. Dessa forma, inicia-se uma discussão sobre um conceito mais amplo de habitação que não seria apenas a edificação da casa e sim um conjunto de serviços urbanos disponíveis ao cidadão.

Em 1988, a luta pela reforma urbana mostraria sua força, através da Assembleia Nacional Constituinte, onde houve um avanço significativo ao se estabelecer pela

primeira vez uma política pública que tratasse a questão urbana, voltada aos objetivos de reforma. Porém, foi a partir dos anos 2000 com a aprovação da Lei Federal nº 10.257/01, denominada como Estatuto da Cidade, que começou a se observar uma retomada direta da ação governamental para o atendimento das necessidades habitacionais e urbanas no Brasil. A principal legislação de regulação do espaço urbano definiu as funções sociais da propriedade urbana e da cidade, o direito às cidades sustentáveis e o desenvolvimento de gestões democráticas das mesmas.

O Estatuto da Cidade veio para regulamentar uma série de instrumentos jurídicos e urbanísticos, reafirmando o papel central do Plano Diretor como eixo principal da regulação urbanística das cidades. Com o objetivo de garantir o pleno desenvolvimento das cidades e a função social da propriedade urbana, o Estatuto permite aos municípios a adoção de instrumentos para a urbanização e a legalização dos assentamentos, o combate à especulação imobiliária, uma distribuição mais justa dos serviços públicos, soluções planejadas e articuladas para os problemas das cidades e a participação da população na formulação e execução das políticas públicas. Os principais instrumentos do Estatuto são a regulamentação das sanções urbanísticas e tributárias aos terrenos subutilizados e os instrumentos de regularização fundiária, como o usucapião coletivo e a concessão de uso especial para fins de moradia.

A democratização do acesso à terra, através da regularização fundiária, deve vir expressa no Plano Diretor pela delimitação das ZEIS (Zonas Especiais de Interesse Social), áreas ocupadas por população de baixa renda que precisam ser urbanizadas e regularizadas, a partir do estabelecimento de normas especiais para cada situação, incluindo também áreas vazias ou mal aproveitadas que podem ser destinadas à habitação de interesse social. Em 2009 a Lei 11.977 ampliou o conceito de ZEIS que passou a ser adotada em áreas vazias e destinadas predominantemente à moradia de população de baixa renda, independentemente de tratarem-se de áreas previamente ocupadas por assentamentos populares ou de áreas vazias e subutilizadas.

Nos anos 2000 o Brasil também conquistou vários avanços legislativos na área urbana, com destaque para o tema da habitação, com a Política Nacional de Habitação (PNH) em 2004 e a construção do Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social em 2005. Já na área da regularização, além das leis já referidas tem-se, ainda, a Lei da Defesa Civil (Lei nº 12.608, de 2012), que traz vários instrumentos para lidar com assentamentos urbanos em áreas de risco. Assim, era de se esperar que diante de instrumentos legais de base técnica em várias áreas associadas aos movimentos participativos, como a Conferência Nacional das Cidades e conselhos participativos em todos os níveis de governo, as estratégias espaciais do Estado passassem a contar com ações coordenadas e de avanço em relação às soluções que geraram os problemas identificados no passado. Entretanto, recentes programas governamentais na área habitacional têm demonstrado o contrário.

3 | PRODUÇÃO DE MORADIAS, IMPLANTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA URBANA E REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA: AÇÕES DESCOORDENADAS.

Em 2008, foi lançado o Plano Nacional de Habitação (PlanHab), com o objetivo de formular uma estratégia de longo prazo para equacionar as necessidades habitacionais do país e universalizar o acesso à moradia digna ao cidadão brasileiro. De forma sintética se pode dizer que os principais eixos apontavam para propostas tanto de regularização fundiária como de criação de um subsídio de aluguel de moradias sociais e estímulo à produção de moradia em áreas mais centrais e consolidadas, além da produção de novas moradias em diversas localidades da cidade. Entretanto, o PlanHab viu o “Minha Casa, Minha Vida” (MCMV) se sobrepor as demais estratégias previstas, com o quase abandono da revitalização de centros urbanos e das estratégias de ocupação de habitações já existentes, e a reduzida intervenção na regularização fundiária, que ficou a cargo dos municípios.

Considerando as opções que foram desenhadas como possibilidades de encaminhamento da solução habitacional é possível vislumbrar as razões para este fato, que está vinculado a naturezas de engenharia de gestão diferenciadas, a saber :

a) A regularização fundiária e a ocupação de imóveis vazios em áreas centrais decadentes são duas intervenções ligadas a soluções de extrema articulação entre os agentes públicos de planejamento urbano, comunidades envolvidas e sociedade em geral, além de ter de contar com empresas de construção dispostas a atuar sob sistemas de execução diferenciados. Demandam engenharia de gestão e articulação social para aperfeiçoar a infraestrutura instalada e inserir a população na cidade legal. Como resultado, possuem um objetivo que vai além da dotação de moradias dignas e incorporam a melhoria do tecido urbano da cidade, com ganhos para todos.

b) A construção de novas moradias remete a ideia dos conjuntos habitacionais, que para não repetirem as críticas de segregação social, devem avançar para a articulação da moradia com o planejamento urbano, de forma que sua localização no tecido promova a habitação integral. Assim, o estudo da localização deveria preceder a atuação das empresas construtoras em sua atuação tradicional.

É nessa perspectiva, após a criação do amplo marco legal urbano, que analisaremos a seguir a natureza da regularização enquanto possibilidade de melhoria da qualidade urbana e dos novos conjuntos enquanto estratégias de perdurar a cidade espalhada, com exclusão da população de baixa renda da vivência da cidade.

3.1 A regularização fundiária

Denaldi (2003) aponta que na década de 1980, momento que coincide com o período de abertura política e de mobilização dos movimentos sociais, inicia-se a construção institucional das políticas de urbanização de favelas como parte integrante da política municipal de habitação. Surgem nessa época, iniciativas pioneiras para atender demandas locais por regularização e urbanização, como o PróFavela de Belo Horizonte e o Prezeis do Recife, ambos de 1983. Na década seguinte, observa-se o aprimoramento e difusão dos programas de urbanização integrados a política de habitação e constata-se o protagonismo dos municípios como os responsáveis pelas maiores parcelas de investimento na área habitacional. Alguns municípios vão priorizar os programas de urbanização, colocando-os no centro de sua política habitacional, como pode ser observado no caso do Rio de Janeiro, com o “Favela-Bairro”, que apresentou intervenções urbanas integradas de infraestrutura e trabalho social com a participação da comunidade.

Com o surgimento de críticas às intervenções pontuais das décadas anteriores a 1990, o governo federal procurou aumentar a escala das intervenções, através de um financiamento que contemplasse várias favelas, implantando o Programa Habitar Brasil BID no ano 2000, a partir de um acordo de empréstimo com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Segundo Andrade (2008), o Programa Habitar Brasil BID (HBB) surgiu com uma proposta inovadora que tinha como meta contribuir para elevação dos padrões de habitabilidade e de qualidade de vida das famílias, sendo direcionado para famílias com renda de até três salários mínimos, que residem em assentamentos subnormais, e também buscando influenciar na elaboração e implementação de políticas municipais de habitação, com o intuito de articulá-las com a política urbana.

O elemento inovador trazido pelo Programa Habitar Brasil BID é que os projetos sejam feitos de forma integrada, resolvendo a situação das áreas “subnormais”, permitindo que a partir das intervenções, estas comunidades constituam-se em bairros legais, incorporados ao restante da cidade, e que seus moradores alcancem um novo patamar de qualidade de vida. O HBB é dividido em dois subprogramas: o Desenvolvimento Institucional de Municípios (DI) e o programa de Urbanização de Assentamentos Subnormais (UAS). Esse último tem como objetivo a implantação, de forma coordenada, de projetos integrados de urbanização de assentamentos subnormais, que compreendam a regularização fundiária e a implantação de infraestrutura urbana e de recuperação ambiental nessas áreas, assegurando a efetiva mobilização e participação da comunidade na concepção e implantação dos projetos.

Até ao ano de 2007, o HBB contava com 119 projetos contratados, distribuídos em 25 unidades da federação, beneficiando diretamente 89.437 famílias. Foram construídas creches, escolas de ensino fundamental, postos de saúde, centros

comunitários, centros de atividades econômicas, centros de múltiplas atividades, postos policiais, e áreas de lazer; além de investimentos no desenvolvimento do trabalho social, como organizações comunitárias, capacitação de lideranças e apoio à educação. Também foram desocupados, preservados e recuperados mais de 3,5 milhões de metros quadrados de áreas de preservação permanente (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

No ano 2000, além do HBB, também foi criado o Projeto de Assistência Técnica ao Programa de Saneamento para Populações em áreas de baixa renda (PAT-PROSANEAR), visando apoiar técnica e financeiramente os estados e municípios na elaboração de projetos para aplicação do já existente PROSANEAR, criado em 1985. O PAT-PROSANEAR tem como objetivo auxiliar instâncias estaduais e municipais na elaboração de planos e projetos integrados de saneamento, visando à recuperação ambiental de áreas degradadas ocupadas por população de baixa renda (CORDEIRO, 2009).

Desse modo, programas federais como o HBB e o PAT-PROSANEAR auxiliaram na definição de uma nova metodologia de trabalho para elaboração e execução dos projetos de melhoramento das cidades brasileiras, passando a adotar o conceito de projeto integrado com participação social em todas as suas fases. Com uma abordagem de articular diferentes aspectos como o social, ambiental, fundiário e urbanístico dentro das intervenções, essa metodologia parte do pressuposto de que a melhor solução técnica e social é de fato melhorar a infraestrutura e manter a população em seu local de moradia, ou seja, apresenta a reforma urbana como a melhor solução possível.

Assim, é a partir da implantação destes programas federais de apoio aos municípios para intervenções em assentamentos precários, que uma visão mais abrangente e multidisciplinar da regularização fundiária irá ganhar força:

A regularização fundiária é o processo conduzido em parceria pelo Poder Público e população beneficiária, envolvendo as dimensões jurídica, urbanística e social de uma intervenção que prioritariamente objetiva legalizar a permanência de moradores de áreas urbanas ocupadas irregularmente para fins de moradia e, acessoriamente, promove melhorias no ambiente urbano e na qualidade de vida do assentamento, bem como incentiva o pleno exercício da cidadania pela comunidade sujeito do projeto (ALFONSIN, 1997, p. 24).

A regularização fundiária chegou a ser apresentada como uma das principais diretrizes da Secretaria Nacional de Programas Urbanos do Ministério das Cidades, criada em 2003. Nesse mesmo ano o Ministério lançou o Programa Nacional de Apoio à Regularização Fundiária Sustentável, denominado Papel Passado. O programa tem como objetivo apoiar estados, municípios, entidades civis sem fins lucrativos e defensorias públicas, na implementação de atividades de regularização fundiária de assentamentos urbanos, como forma de promover sua integração à cidade e de assegurar à população moradora segurança jurídica na posse. Porém, Chaer (2015) demonstra que no decorrer dos anos esse programa foi se tornando secundário dentro

dos Planos Plurianuais de governos (PPAs 2004-2007, 2008-2011, 2012-2015).

Assim, os avanços obtidos na base conceitual e metodológica de atuação nas áreas de assentamentos irregulares acabam sendo interrompidos em 2007, quando se abandonam os projetos integrados de melhorias habitacionais e do espaço urbano e se retoma a ideia de construção de conjuntos habitacionais nos moldes já vivenciados no país na década de 1970.

3.2 A retomada dos conjuntos habitacionais como solução de moradia

Em 2007, o governo federal lançou o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) cujo principal objetivo consiste em aquecer a economia nacional com investimentos em construção de casas populares, obras de saneamento, mobilidade e urbanização de favelas. Entretanto a partir de 2009, com o lançamento do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), a maior parte da provisão habitacional de interesse social no país passa a ser auferida por este programa, que rapidamente foi alçado como o principal programa habitacional do governo federal, apesar de sua atuação se manter de fora do marco do Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS), e deixar em segundo plano, o PlanHab (COSTA, 2014).

O PMCMV corre com legislação própria, a Lei Federal nº. 11.977/2009, modificada pela Lei nº. 12.424/2012, que enfatizou a finalidade de se criar incentivos na produção e aquisição de novas UHs, o que por sua vez foi um fator influenciador que acabou reprimindo o processo de regularização fundiária. Chaer (2015), ao analisar alguns dos últimos Planos Plurianuais (PPA) do Governo Federal (2004-2007, 2008-2011 e 2012-2015), demonstra que apesar da abordagem dos temas da regularização fundiária e moradia de interesse social ocorrer, em certa medida, de maneira similar nos planos, observando-se certa equivalência entre a maior parte dos conteúdos das ações, há efetivamente um recuo no tratamento do tema da regularização fundiária ao passo que os programas de construção habitacional vão avançando, tendo em vista o realce dado ao PMCMV.

Conforme Denaldi (2003) foi estabelecido um arcabouço jurídico-institucional para consolidar e regularizar a cidade ilegal, porém isto não é suficiente para alterar a lógica de sua formação, tanto no imaginário da população como, em especial, em quem deveria sinalizar o caminho de uma cidade mais eficiente, e com otimização dos serviços públicos, o Estado.

4 | ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DO PMCMV AO ACESSO À MORADIA INTEGRAL

A análise se centra entre o antagonismo de se oferecer uma casa, proposta do PMCMV, e de se ter acesso a uma moradia (entendida como acesso aos serviços da cidade), conforme a condição de cidadão prevista na política habitacional derivada da Constituição Federal.

No PMCMV, a escolha dos terrenos pelas construtoras, fator de suma importância para a taxa de retorno do empreendimento, irá seguir uma equação complicada, sendo influenciada por variáveis tais como o custo do metro quadrado e as exigências estabelecidas na legislação, e também ao acesso a redes de infraestrutura, serviços e equipamentos. Os terrenos devem ser periféricos o bastante para minimizar a porcentagem do investimento gasta com a aquisição, mas não tão distantes a ponto de não atenderem às exigências mínimas para a aprovação da operação, ou exigir custos excessivos com expansão de redes de infraestrutura básica (ROLNIK, 2015).

Embora alguns municípios assumam um papel mais ativo na alocação de terrenos para essa finalidade, e seja evidente que a localização adequada dos projetos depende muito da ação destes entes, dos seus planos diretores e dos instrumentos urbanísticos que eles regulamentaram; o programa tem consolidado um modelo em que a oferta de habitação se transformou num negócio, sendo regida por uma lógica em que a escolha dos terrenos e a elaboração dos projetos são condicionados pela maximização dos lucros das empresas. Além disso, ao gerar um aumento excessivo na demanda por terras aptas para a produção habitacional para o mercado, o programa criou uma valorização no preço dos terrenos e especulação imobiliária, o que prejudicou principalmente os empreendimentos na faixa social, cujos tetos eram insuficientes para pagar os altos valores fundiários gerados pelo processo especulativo. Ao contrário do que havia sido proposto no PlanHab, que previa um subsídio de localização, valor adicional a ser concedido para estimular projetos em áreas mais centrais; o PMCMV estabeleceu um teto único para o valor da unidade habitacional (UH) por região, o que também contribuiu para a localização periférica dos empreendimentos (BONDUKI, 2014; ROLNIK, 2015).

Segundo Cardoso *et al.* (2011) a maior parte das UHs para as camadas de mais baixa renda está sendo construída fora do município polo das regiões metropolitanas. Os reflexos dessa situação também são sentidos pelos poderes públicos locais, pois o ritmo da construção desses conjuntos residenciais não tem sido compatível com o gerenciamento e operacionalização de serviços públicos necessários. Os conjuntos são construídos geralmente em locais longínquos, não possuem infraestrutura satisfatória de saneamento ambiental, pavimentação e transporte público, ocasionando assim uma demanda urgente pelo aumento de investimento nesses setores. Além dessa carência de infraestrutura, para atender aos novos moradores, geralmente é necessária a ampliação da rede municipal de educação e saúde.

Os efeitos deste processo na população de baixa renda são notáveis. Sem opções para obtenção da casa própria, esta população aceita ocupar os distantes conjuntos habitacionais, porém passa a enfrentar uma dura rotina de deslocamento e dificuldade nos acessos aos serviços e equipamentos básicos.

Dessa forma, atualmente o que se tem denominado política habitacional é a retomada da lógica do interesse apenas na construção de unidades residenciais, na tentativa de aplacar o déficit habitacional quantitativo, não no sentido de suprir

as necessidades de melhoria da condição urbana. A falta de vinculação da política habitacional com uma política urbana aparece como uma das principais causas do acelerado processo de fragmentação espacial e desordem urbana nas cidades brasileiras.

Muitos estudos têm apontado semelhanças entre o “Minha Casa, Minha Vida” e as ações dos governos militares sobre o tema da habitação, tais como: localização dos conjuntos em regiões afastadas dos centros urbanos, baixa qualidade das unidades construídas, produtos voltados à classe de renda média e menor atendimento da população de baixa renda, dentre outras características. Enquanto isso, o estímulo à regularização fundiária e a produção de habitação social em áreas centrais permanece esquecido, alcançando números poucos expressivos, mesmo sabendo-se que a produção de habitação social em áreas centrais traz benefícios tangíveis para o trabalhador e a cidade, sendo uma necessidade fundamental para melhorar as condições e o custo da mobilidade urbana e ajudando a diminuir tanto a segregação sócio espacial quanto à ocupação em áreas de risco.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hoje o conceito de moradia digna abarca não apenas um abrigo formado por paredes e telhados, mas engloba também a necessidade de morar próximo do trabalho e de equipamentos públicos como escola, creche e posto de saúde, além de ter acesso a opções de lazer. Sendo assim, a moradia digna deve ser provida de infraestrutura urbana para ser considerada como tal.

No Brasil, o acesso restrito à moradia decorrente do intenso processo de urbanização, baixa renda das famílias, apropriação especulativa de terra urbanizada e políticas de habitação inadequadas, levou um contingente significativo da população a viver em situações cada vez mais precárias. Porém, como foi visto, a política habitacional brasileira, com a missão de reduzir o déficit habitacional, comumente tem minimizado a questão da habitação a um problema numérico. Assim, a forma de tratamento do problema da moradia urbana ao longo da trajetória da política habitacional, parece persistir no mesmo caminho que reconhecidamente resultou em graves desajustes urbanos e sociais, e o enfrentamento do problema habitacional ainda fica muito aquém do crescente déficit apontado pelas pesquisas.

REFERÊNCIAS

ALFONSIN, B. **Direito à moradia**: instrumentos e experiências de regularização fundiária nas cidades brasileiras. Rio de Janeiro: Observatório de Políticas Públicas, FASE, IPPUR, 1997.

ANDRADE, M. E. L. **Regularização fundiária de favelas**: O caso HBB. 2008. 144 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

BONDUKI, N. **Os pioneiros da habitação social**. São Paulo: Editora Unesp; Edições Sesc, 2014.

v.1: “Cem anos de política pública no Brasil”.

CARDOSO, A. L.; ARAGÃO, T. ; ARAUJO, F. S. Habitação de Interesse Social: política ou mercado? Reflexos sobre a construção do espaço metropolitano. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 2011, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: ANPUR, 2011.

CHAER, T. **Os programas governamentais de regularização fundiária de interesse social: o que conquistamos e como avançar?** (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

CORDEIRO, D. O. **Políticas de intervenção em favelas e as transformações nos programas, procedimentos e práticas: A experiência de atuação no município de Embu.** 2009. 292 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo - FAUUSP, São Paulo, 2009.

COSTA, S. S. A trajetória recente da política de habitação social no Brasil. **Revista de Pesquisa em Políticas Públicas – RP3**, Brasília. N° 03, p. 01 – 11. Ago. 2014.

DENALDI, R. **Políticas de urbanização de favelas: Evolução e impasses.** 2003. 229 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo - FAUUSP, São Paulo, 2003.

FERNANDES, C. C. P.; SILVEIRA, S. F. R. Ações e contexto da política nacional de habitação: da fundação casa popular ao programa “Minha Casa, Minha Vida”. In: II ENCONTRO MINEIRO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, Economia Solidária e Gestão Social, 2010. **Anais**. Viçosa: UFV, 2010 (p. 8-21).

MARICATO, E. **Metrópole, legislação e desigualdade.** São Paulo: Editora Vozes, 2003.

MARICATO, E. **Brasil, Cidades: alternativas para a crise urbana.** Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2001.

MINISTERIO DAS CIDADES. **Habitar Brasil – BID/IDB.** Brasília, DF: Editora STAF, 2007.

ROLNIK, R. et al . O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação. **Cad. Metrop.**, São Paulo , v. 17, n. 33, p. 127-154, Maio 2015.

CORREDORES VERDES PARA A REABILITAÇÃO URBANA E AMBIENTAL DE ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS

Daniella do Amaral Mello Bonatto

Universidade Federal do Espírito Santo, Dep^{to} de
Arquitetura e Urbanismo
Vitória-ES

RESUMO: A evolução urbana tem mostrado profundos efeitos negativos sobre o ambiente natural e o construído. A degradação do espaço urbano constitui um problema que extrapola a esfera física e as questões bioclimáticas, tendo impacto também nas relações sociais que o espaço permite. Este trabalho, fruto de pesquisas de iniciação científica e mestrado do Grupo Reabilitação Urbana e Ambiental, apresenta a possibilidade de implantação de corredores verdes para promover a reabilitação urbana e ambiental de espaços livres públicos, tendo como objeto de estudo uma área no Centro de Vitória-ES. O município de Vitória teve, como a maioria das cidades brasileira, uma evolução urbana acompanhada da perda de áreas verdes, de espaços livres e da qualidade do ambiente urbano. Observa-se no centro da cidade diversos problemas de mobilidade urbana, a ocorrência de ilhas de calor e desconforto térmico agravado pela deficiência de arborização urbana, alagamentos constantes, deslizamentos, poluição do ar, sonora e visual, deficiência de mobiliário urbano adequado, perda de vitalidade, sobretudo após

o horário comercial, entre outros problemas. Os corredores verdes urbanos prestam diversos serviços ecossistêmicos e exercem múltiplas funções - ecológica, cultural e estética. A utilização dos princípios de planejamento a partir de corredores verdes possibilita integrar o planejamento urbano e o ambiental. As pesquisas mostraram que mesmo em áreas urbanas consolidadas os corredores verdes urbanos se configuram como uma estratégia de planejamento que possibilita a reabilitação dos espaços livres públicos, reforçando-os como fundamentais para a resiliência urbana, a qualidade de sua ambiência e a manutenção das relações sociais.

PALAVRAS-CHAVE: sistema de espaços livres, corredores verdes, reabilitação, planejamento urbano, resiliência urbana.

GREENWAYS FOR URBAN AND ENVIRONMENTAL REHABILITATION FOR PUBLIC OPEN SPACES

ABSTRACT: Urban evolution has shown profound negative effects on the natural environment and the built environment. The degradation of the urban space is a problem that goes beyond the physical sphere and bioclimatic issues, also having an impact on the social relations that space allows. This work is a result of some scientific initiations and a

master's degree in the scope of Urban and Environmental Rehabilitation Research Group and presents the possibility of implementing urban greenways to promote urban and environmental rehabilitation of public open spaces. It has as object of study an area in the Center of Vitória-ES. The city of Vitória had, like most Brazilian cities, an urban evolution accompanied by the loss of green areas, free spaces and the quality of the urban environment. In the city center there are several problems of urban mobility, the occurrence of islands of heat and thermal discomfort aggravated by the deficiency of urban afforestation, constant flooding, landslides, air pollution, noise and visual impairment, adequate urban furniture deficiency, vitality, especially after business hours, among other problems. Urban green corridors provide various ecosystem services and perform multiple functions - ecological, cultural and aesthetic. The use of planning principles from greenways makes possible to integrate urban and environmental planning. The researches showed that even in consolidated urban areas the urban green corridors are configured as a planning strategy that allows the rehabilitation of public spaces, reinforcing them as fundamental for urban resilience, the quality of its environment and the maintenance of social relationships.

KEYWORDS: open space system, greenways, rehabilitation, urban planning, urban resilience.

1 | INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade os espaços livres, especialmente as praças, têm sido importantes elementos estruturadores da forma urbana, criando o sistema que lhe dá suporte e vitalidade. Os espaços livres urbanos são aqueles livres de edificação, tanto os públicos quanto os privados – ruas, praças, parques, jardins públicos, cursos hídricos e suas margens, orlas de rio e mar, jardins e quintais privados, entre outros. Ao mesmo tempo em que as áreas livres estruturam o espaço urbano, os espaços livres públicos são o principal suporte espacial para o encontro e a vivência urbana, para a esfera pública, sendo, portanto, os espaços livres públicos o foco deste trabalho.

Todavia, o crescimento urbano tem mostrado, com maior agravo a partir da segunda metade do século XX, diversos e profundos efeitos negativos sobre as cidades, decorrentes de uma expansão que privilegiou a dispersão urbana, as infraestruturas cinzas e o automóvel, em detrimento das pessoas e dos espaços livres de permanência, especialmente praças e áreas verdes de modo geral. Conforme aponta Queiroga (2011, p.29), “*o espaço livre na metrópole brasileira é comumente predeterminado a partir do processo de loteamento quando são especificadas e destinadas as áreas para as ruas e demais espaços públicos*”. Ou autor salienta que, com exceção do sistema viário, os espaços livres não fazem parte da infraestrutura urbana, não estão entre as prioridades do poder público, ainda que isso acarrete em crescentes problemas ambientais. Conforme apontam Queiroga & Benfatti (2007, p. 81), “*o reconhecimento sistêmico do conjunto de espaços livres (...) constitui em si importante fator para a análise, diagnóstico, proposição e gestão dos espaços livres*”.

A degradação do espaço urbano - observada pela redução de áreas públicas de lazer, deficiência na arborização urbana, excessiva impermeabilização do solo, sujeição a alagamentos, criação de ilhas de calor, aumento da poluição, comprometimento dos ciclos hídricos, diminuição da qualidade da ambiência urbana e perda de qualidade de vida – constitui um problema que extrapola a esfera física e as questões bioclimáticas, atinge o cerne da sociedade, visto que desencoraja o uso da rua e outros espaços livres públicos como locais de encontro, necessários para a manutenção das práticas sociais. A manutenção adequada das condições de vida nas cidades depende da boa qualidade dos espaços livres, da implantação de paisagens equilibradas e agradáveis, do controle dos efeitos negativos da urbanização que privilegiou o automóvel. A abordagem dos corredores verdes no planejamento reforça o entendimento sistêmico dos espaços livres e suas estratégias permitem promover a melhor integração desses espaços, não apenas entre si, mas também com elementos construídos, especialmente os de maior importância nas dinâmicas urbanas.

Este trabalho apresenta resultados de diversas pesquisas por nós orientadas, no âmbito do grupo de pesquisa Reabilitação Urbana e Ambiental. No entanto, as incorreções que o texto possa apresentar são de responsabilidade unicamente nossa.

2 | PLANEJAMENTO A PARTIR DO CONCEITO DE CORREDORES VERDES

As cidades vêm sendo urbanizadas e estruturadas com base no planejamento tradicional - pautado no zoneamento e regulamentação do uso do solo, com excessiva ênfase na infraestrutura cinza, com função única, centrada no sistema viário rodoviário. O planejamento ambiental, por seu turno, costuma tratar da definição de áreas de preservação e de restrições de uso, sem, entretanto, explorar seu potencial para suporte às atividades humanas de esporte, lazer e turismo. As áreas verdes não são entendidas e consideradas parte de um sistema de espaços livres e de suporte às atividades humanas, donde decorre tratamentos pontuais e desconectados. Na administração pública é comum a secretarias de planejamento urbano trabalhar de forma independente da secretaria do meio ambiente, reforçando enfoques setoriais e a briga histórica entre a preocupação ambiental e o desenvolvimento urbano, por muito tempo considerados inconciliáveis. O planejamento ambiental também não encontra força para orientar as intervenções no espaço urbano (BONATTO, 2014).

Embora a infraestrutura cinza seja fundamental para o funcionamento da cidade, se a tratada isoladamente, de forma desarticulada da infraestrutura verde, como faz o planejamento urbano tradicional, acaba por comprometer drasticamente a paisagem urbana e a qualidade dos ambientes naturais e construídos. Tal desarticulação ocasiona e agrava diversos problemas, tais como: supressão de áreas naturais, formação de ilhas de calor, desmoronamentos, inundações e alagamentos por conta da impermeabilização excessiva do solo, entre outros. A infraestrutura verde utiliza soluções que trabalham de forma incorporada com espaços vegetados – naturais

e construídos - e os ciclos hidrológicos, promovendo a preservação da paisagem e qualidades naturais, prestando serviços ecológicos e dando suporte às atividades humanas. Do ponto de vista do ecossistema, as soluções de infraestrutura verde prestam diversos serviços: melhoria da qualidade do solo, qualidade do ar, regulação de enchentes, valores estéticos, recreação e ecoturismo e regulação climática, manutenção da qualidade da água, controle de erosão, produção de alimentos, (O'REILY et al, 2013). O caminho para superar esses entraves para o desenvolvimento urbano é promover a articulação entre infraestrutura cinza e a infraestrutura verde. A formação de corredores verdes mostra grande potencial para a reabilitação urbana e ambiental, constituindo uma estratégia de planejamento e projeto que possibilita a integração do planejamento urbano e do ambiental.

Os termos “corredores verdes” ou “vias verdes” são traduções do termo em inglês *greenways*, que teve origem na Ecologia da Paisagem. Segundo Ahern (2002), *greenways* ou corredores verdes são os “*sistemas e/ou redes de áreas protegidas manejadas para múltiplos usos: proteção da natureza, manutenção da biodiversidade, dos recursos hídricos, recreação e proteção dos recursos culturais e históricos*”. Penteadó et al (2007) apontam cinco ideias-chave que decorrem do conceito de corredores verdes: linearidade (ruas, passeios, calçadões, ciclovia, entre outros); conectividade (potencial de ligação entre praças, bairros, pólos de atração); multifuncionalidade (múltiplos usos – circulação, comércio, lazer); desenvolvimento sustentável (otimização das condições microclimáticas); redução do uso de combustíveis fósseis (estímulo ao transporte não poluente – caminhada, bicicleta); retenção de águas pluviais na vegetação e aumento da permeabilidade do solo (arborização urbana, canteiros); retenção de partículas em suspensão e absorção de gases (possibilitada pela arborização); sistemas lineares integrados (rede de mobilidade). Os corredores verdes urbanos também buscam múltiplos propósitos, com objetivos ecológicos, culturais e estéticos.

Ampliar a compreensão sobre o espaço urbano, sobre a relação indissociável entre paisagem natural e paisagem construída, entre o desenho urbano tradicional e o desenho urbano com conexões na paisagem a partir de corredores verde e trabalhar a multifuncionalidade da infraestrutura verde são condição para a sustentabilidade urbana.

3 | CARACTERIZAÇÃO DOS ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS NO CENTRO DE VITÓRIA

Fundada em 1551, Vitória é a capital do ES, formando com outros seis municípios a Região Metropolitana da Grande Vitória. É em sua maior parte, insular, possuía em 2018 uma população estimada de 358.267 habitantes e extensão de 93,38 km², contabilizando todas as 33 ilhas (figura 1) e sua porção continental (IBGE). Como a maioria das cidades brasileiras, teve uma evolução urbana acompanhada da perda de áreas verdes, de espaços livres e da qualidade do ambiente urbano. Este trabalho

analisa um trecho do centro da cidade de Vitória para verificar a possibilidade de implantação de corredores verdes, delimitando diretrizes e estratégias para a reabilitação dos espaços livres públicos, sua multifuncionalidade e sua conexão, a fim de promover uma maior resiliência e qualidade. Tem enfoque na circulação e permanência de pedestres, na inserção de vegetação e na melhoria das dinâmicas hídricas. Inicialmente foi feito o mapeamento de áreas problemáticas e potenciais do Centro de Vitória, de forma a determinar a área de estudo (Figura 2). Os critérios de escolha da área de análise consideraram: a existência de praças; a existência de equipamentos e atividades importantes para a dinâmica urbana local e interurbana – o Teatro Carlos Gomes, o Sesc Glória, a Catedral, equipamentos públicos, comércio e serviços diversos; a importância histórica e cultural da área, estando no coração do centro histórico e uma extensão que permitisse ser percorrida a pé. A área estudada forma um polígono com aproximadamente 600 por 400 m (Figura 3).



Figura 1: Vitória com destaque para o Centro. Fonte: PMV, editado pela autora.

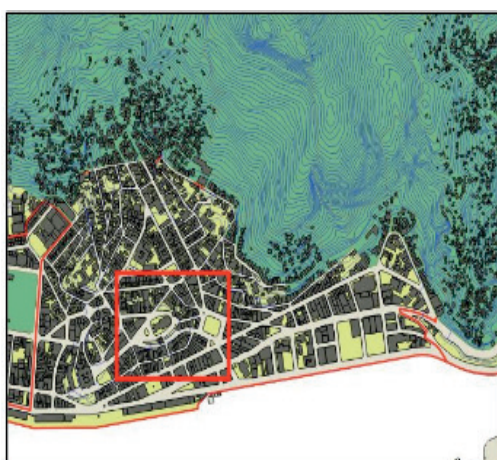


Figura 2: Centro de Vitória
Fonte: shapes da PMV, editado pela autora.



Figura 3: Área de estudo
Fonte: shapes da PMV. Editado pela autora.

O centro de Vitória, na região sul da Ilha, é caracterizado pela presença do Porto, do núcleo histórico da cidade, de diversos edifícios públicos, dentre eles a sede do Governo do Estado, além de edifícios comerciais e residenciais. É permeado por ruas estreitas e dividido entre Cidade Alta (Centro Histórico) e a Cidade Baixa (área de aterro), que possuem uma grande diferença de altitude, conectadas por escadarias e ladeiras. Anteriormente um núcleo da vida pública de Vitória, de intensa ocupação residencial e palco de inúmeros eventos culturais, religiosos e cívicos, observa-se atualmente a degradação da paisagem e do espaço público, diversos problemas de mobilidade urbana, a formação de ilhas de calor e desconforto térmico agravado pela deficiência de arborização urbana, alagamentos constantes, poluição do ar, sonora e visual, deficiência de mobiliário urbano adequado, perda de vitalidade, sobretudo após o horário comercial, entre outros problemas.

A Figura 4 mostra a área pesquisada, demarcada em vermelho, ligando praças e edifícios representativos para a cidade.



Figura 4: Mapa da Área de Estudo, Centro de Vitória. Fonte: BONATTO & RANGEL, 2018.

A região central possui diversos edifícios tombados e dezenas de edifícios com interesse em tombamento (ver Figura 4) definidos no Plano Diretor do município, constituindo foco de interesse na sua revitalização. Um dos bairros com maior

frequência de pedestres e disponibilidade de praças, o Centro também sofreu uma intensa impermeabilização do solo e processos de aterramento. Apesar de possuir diversas praças, a vegetação é escassa, sobretudo a viária, está inserida em uma ilha de calor, possui excesso de veículos circulando e estacionados nas ruas, além de apresentar problemas nas calçadas, a despeito de iniciativas recentes de revitalização da área central.

Na Figura 5 pode-se observar as fotos ilustrativas dos locais pesquisados. A partir do levantamento e visitas de campo definiu-se quatro categorias de vias.

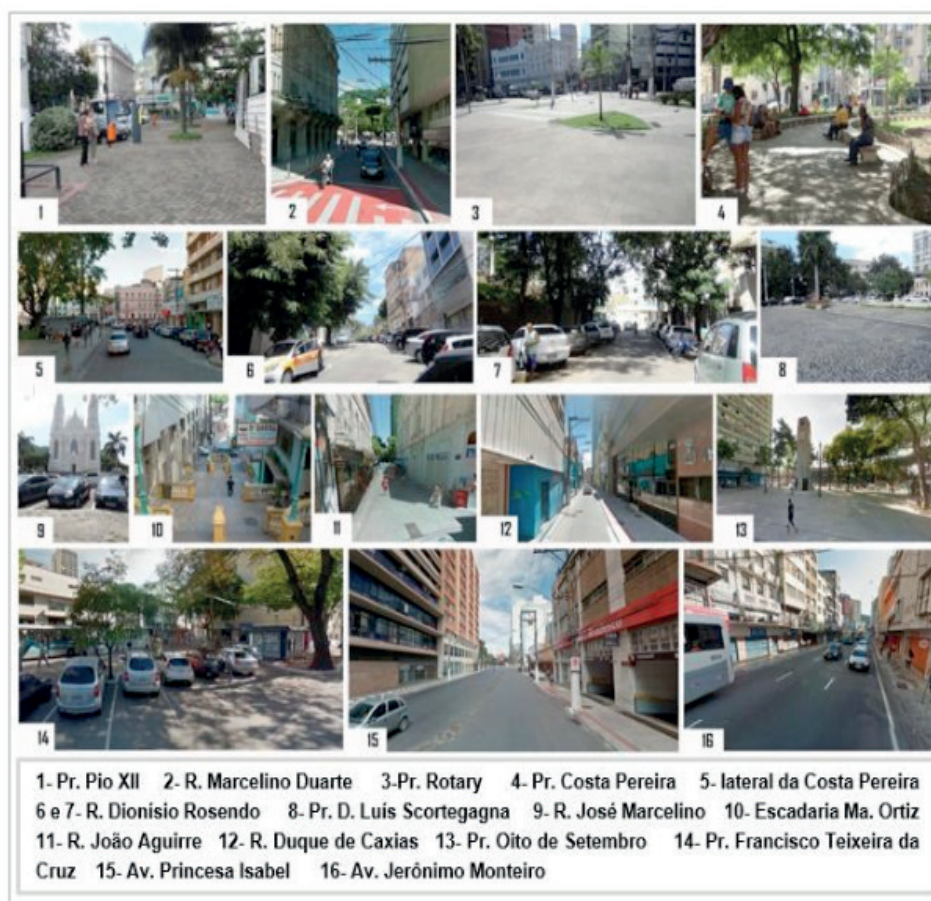


Figura 5: Imagens da Área de Estudo Centro de Vitória. Fonte: RANGEL & BONATTO, 2015.

A primeira categoria, que inclui as avenidas Jerônimo Monteiro (Fig. 5, foto 16), Princesa Isabel (Fig. 5, foto 15) e Mal. Mascarenhas Moraes, é de via larga, com três ou mais faixas de rolamento, fluxo rápido de veículos, muitos pedestres e poucas faixas de travessia, calçadas com acessibilidade e largura acima de dois metros. A arborização viária é escassa e a maioria das edificações é alta, principalmente os edifícios empresariais. A temperatura é alta, entre 34 e 37,5°C às 15 h (NEVES & BONATTO, 2018), o barulho e o cheiro de fumaça são marcantes. A segunda categoria é a de vias estreitas, de uma a duas faixas de rolamento, estacionamento nas laterais, fluxo de veículos contínuo, porém lento devido à largura da via e muito fluxo de pedestres. A variedade na ocupação do solo é maior, as calçadas são mais estreitas e irregulares, porém com maior presença de arborização - características

do entorno da Praça Costa Pereira (Fig.5, foto 5), a Dionísio Rosendo (Fig. 5, foto 6) e o primeiro trecho da Marcelino Duarte. A terceira categoria é de vias estreitas e de pouco movimento, como a Duque de Caxias (Fig. 5, foto 12), com arborização escassa, estacionamento nas laterais, fluxo de veículos lento e iluminação noturna deficiente. A quarta e última categoria é de vias de pedestre - sem arborização ou piso permeável, frequentemente tomadas por ambulantes durante o dia e com movimento constante de pessoas. Embora sejam para pedestres, falta mobiliário urbano como bancos, lixeiras, iluminação. Algumas são sujas e com odor desagradável. À noite são utilizadas como dormitório e ambiente de práticas ilícitas. As edificações que ladeiam essas vias raramente possuem acessos e janelas, aumentando a insegurança.

A partir do levantamento de dados oficiais e de campo, foi elaborado um mapa de problemas (em vermelho) e potencialidades (em verde), indicando aspectos negativos, para os quais se deve encontrar soluções e positivos, favoráveis modificações a serem propostas (figura 6).

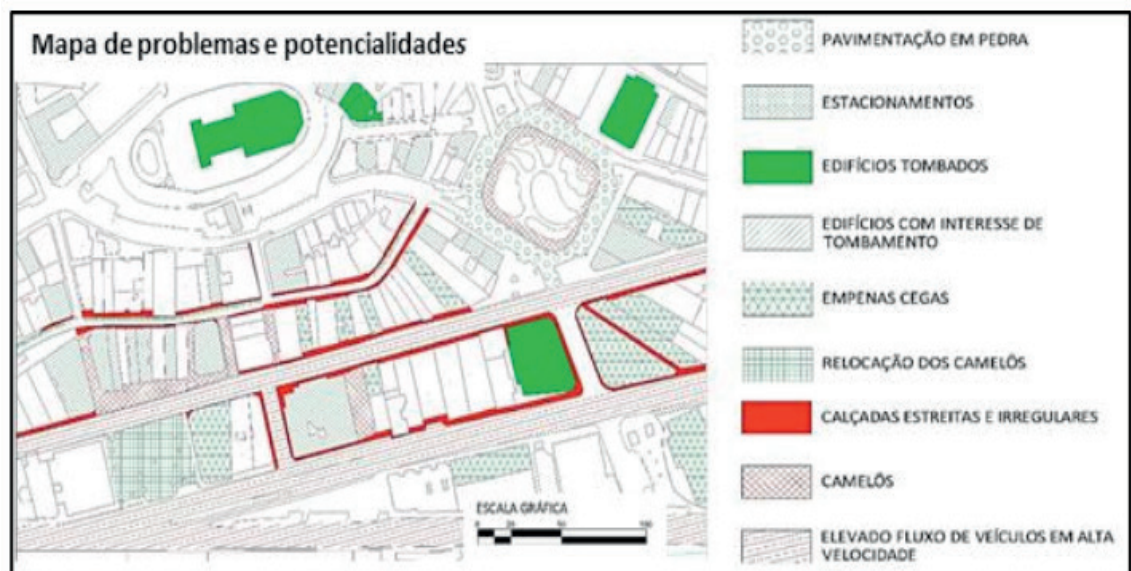


Figura 6: Mapa de problemas e potencialidades. Fonte: SOARES & BONATTO, 2017.

As calçadas são irregulares, estreitas, sem mobiliário urbano, arborização escassa, obstruídas pelo comércio informal, inseguras e desconfortáveis. Margeando essas calçadas encontram-se grandes avenidas com um elevado fluxo de veículos em velocidades elevadas e onde o fluxo de pedestres mostra-se inseguro e descontínuo na forma de pontos de travessias que não conectam pontos de interesse do pedestre e que têm como prioridade o fluxo dos veículos. Entretanto, observou-se aspectos potenciais para reabilitação da área: possibilidade de ampliação de algumas calçadas; existência de grandes empenas cegas, permitindo a aplicação de paredes verdes; área para realocação dos camelôs que dificultam o fluxo de pedestres; existência de trechos com pavimentação em paralelepípedo e calçada de pedra portuguesa, que favorecem o caráter histórico do local, bem como o elevado número de edifícios com interesse de tombamento, que fortalecem a ideia de conexão e de circuito a ser

costurado por corredores verdes.

4 | CORREDORES VERDES PARA REABILITAR O CENTRO DE VITÓRIA

A partir dos problemas e potencialidades da área de pesquisa, foi elaborado o Quadro de diretrizes e estratégias para a reabilitação urbana e ambiental da área estudada por meio da implementação de corredores verdes, para a melhorar a mobilidade e incentivar a apropriação dos espaços livres pela população. A “costura” é feita através da infraestrutura verde (Quadro1). Em seguida, a partir das Diretrizes e estratégia foi elaborado um mapa de intervenção (Figura 7).

DIRETRIZES	ESTRATÉGIAS
MOBILIDADE URBANA	Substituição de asfalto pelo paralelepípedo para reduzir a velocidade e melhorar drenagem; Redução da largura das faixas de rolamento; Inclusão de estacionamentos de bicicleta;
PEDESTRIANISMO	Remoção das vagas de estacionamento; Sombreamento; Pavimentação adequada; Remoção de bloqueios nas calçadas; Obras de acessibilidade; Alargamento de calçadas; Melhoria da iluminação; Implantação de faixas de pedestre; mobiliário inclusivo;
CIRCUITO CULTURAL	Implantação de arborização urbana e superfícies vegetadas conectando os edifícios de valor histórico; Restrição do acesso de veículos nessa área, com remoção de vagas de estacionamento; Pavimentação das vias do circuito com paralelepípedo; Reforma e reativação de monumentos; placas com mapa e outras sinalizações
ATRATIVIDADE	Fachadas ativas: física e visualmente permeáveis; Readequação dos usos de edificações abandonadas - transformação em edifícios garagem; Diversidade de usos: incentivo para abertura de estabelecimentos como mercados, lojas, bares, restaurantes e atividades culturais; Implantação de garagem subterrânea;
INFRAESTRUTURA VERDE	Canteiros pluviais; arborização urbana; Paisagismo; Substituição da pavimentação por piso permeável; inserção de jardins verticais nas empenas cegas; Telhados verdes onde possível; Subtração de vagas de estacionamento para implantar canteiros com árvores em trechos com largura insuficiente.

Quadro 1: Diretrizes e estratégias de intervenção. Fonte: SOARES & BONATTO, 2017.



Figura 7: Mapa de estratégias de intervenção. Fonte: SOARES & BONATTO, 2017.

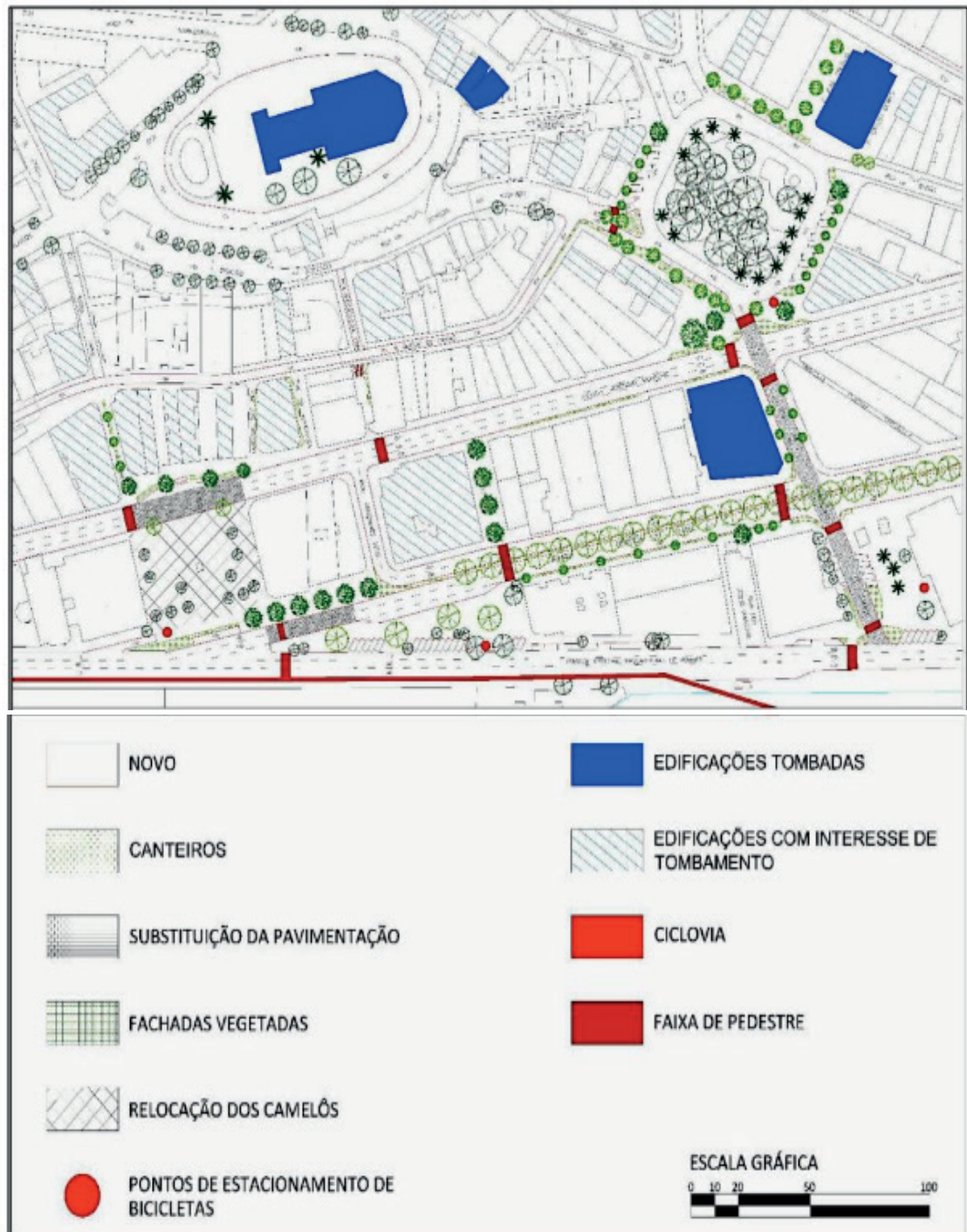


Figura 8: Ensaio projetual - implantação. Fonte: SOARES & BONATTO, 2017.

A proposta foi de conectar as praças e edificações históricas através de corredores verdes urbanos, num circuito qualificado, com a inserção de arborização, superfícies vegetadas, piso permeável, acessibilidade, mobiliário urbano adequado, remoção de estacionamentos nas vias, alargamento de calçadas, bem como implantação de drenagem alternativa para as águas pluviais. Buscou-se criar uma rede de ambientes qualificados para a vivência urbana, de forma a valorizar os percursos históricos e comerciais, tornando-os esteticamente agradáveis e ambientalmente confortáveis, com eficiência de drenagem e priorização do pedestre. As propostas corroboram com políticas de revitalização do Centro que estão em vigor. Foram propostas mudanças

nos perfis viários, como a ampliação de calçadas e a implantação de eixos vegetados capazes de conectar visualmente, e melhorar o percurso entre esses pontos, como em algumas ruas de pedestres, onde árvores de copa rala de pequeno e médio porte conferem sombreamento sem interferir na visibilidade dos edifícios históricos. Nestas ruas foi proposta também a instalação de mobiliário embaixo das árvores e canteiros vegetados, de forma a não interromper o fluxo de pedestres, mas proporcionar locais de pausa e descanso, a fim de torná-las locais de permanência e encontro, e não só de passagem (Figura 9).

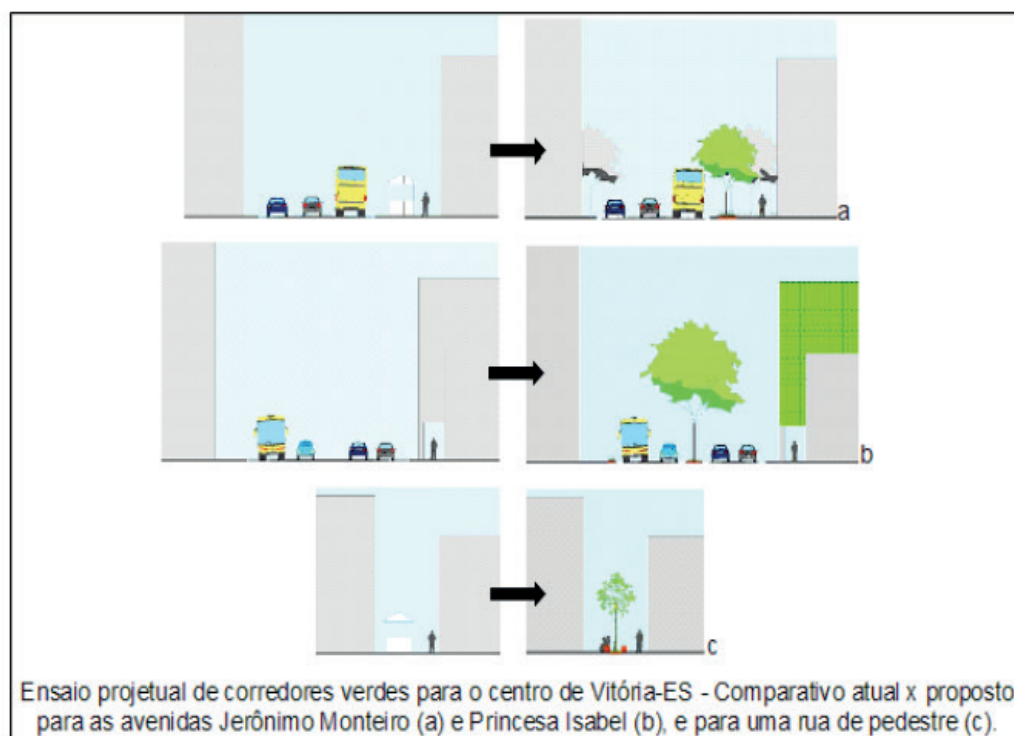


Figura 9: Ensaio projetual – perfis viários, Vitória-ES. Fonte: SOARES & BONATTO, 2017.

A proposta de arborização e implantação de canteiros pluviais se dá principalmente no entorno da Praça Costa Pereira, rua Marcelino Duarte e em alguns trechos da Avenida Princesa Isabel, onde o aumento das calçadas lhes conferiu largura suficiente. Nas demais, a infraestrutura verde se restringe à alguns canteiros vegetados na faixa de serviço das calçadas e à inserção de fachadas vegetadas nas empenas cegas dos edifícios, principalmente na Avenida Jerônimo Monteiro e Princesa Isabel.

Entre 2015 e 2017, foram desenvolvidas pesquisas de Iniciação Científica e de Mestrado, para verificar a influência das superfícies vegetadas no conforto térmico no nível do pedestre, a partir de simulações no software ENVI-met (figura 10), tendo produzidos mapas para cada índice aferido. Os resultados das simulações demonstraram que a inserção da vegetação nas paredes diminuiu a temperatura do ar em até 4,3°C, aumentou a umidade relativa em até 10,75% e diminuiu o índice PMV em até 2 pontos, apontando a eficiência das paredes verdes em melhorar o microclima urbano (NEVES & BONATTO, 2018).

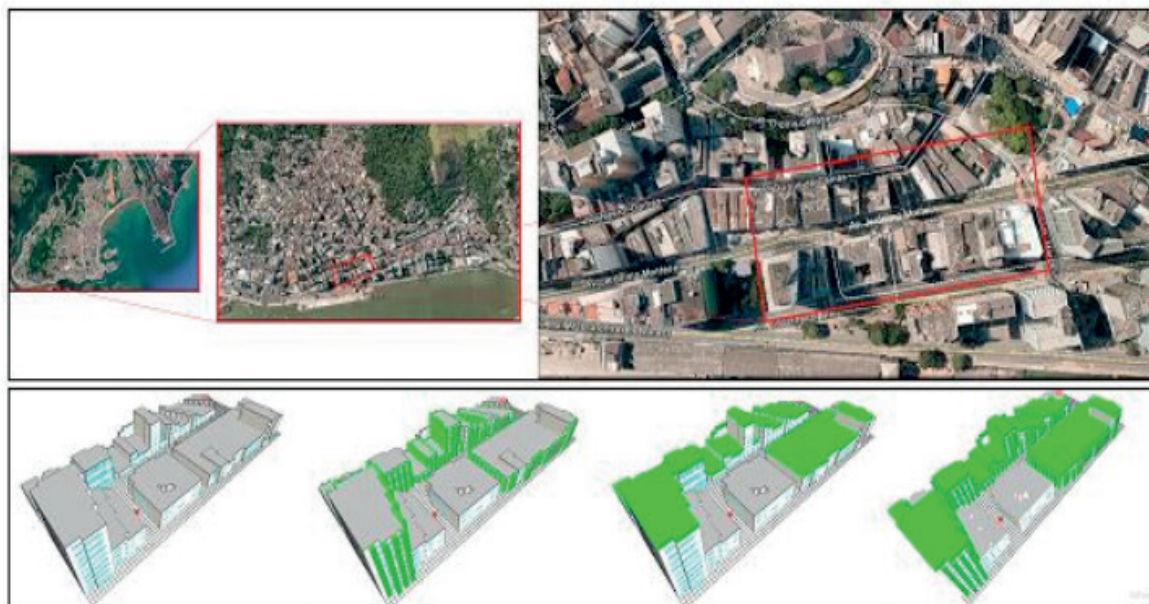


Figura 10: Área de simulação e cenários simulados. Fonte: SOUZA & BONATTO, 2017.

As diversas pesquisas realizadas – estudo de viabilidade, de ensaios projetuais e de simulações de cenários vegetados - mostraram que é possível inserção de estratégias de infraestrutura verde e a conformação de corredores verdes urbanos mesmo em áreas consolidadas, degradadas e com carência de espaço.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho pretendeu discutir os benefícios do planejamento a partir de corredores verdes e das estratégias da infraestrutura verde, originados na Ecologia da Paisagem como ferramentas para a integração entre o planejamento urbano e ambiental, para a reabilitação urbana e ambiental em cidades. Pretendeu também demonstrar que mesmo áreas urbanas consolidadas, com más condições de seus espaços livres podem ter seus espaços livres públicos transformados pela aplicação de corredores verdes.

Os problemas com o sistema de espaços livres públicos observados em Vitória são similares aos de outras tantas cidades brasileiras. Ao longo das pesquisas observou-se dificuldades que podem ser encontradas para a implantação de corredores verdes urbanos, desde as de ordem física até as de ordem financeira e política. Entretanto, a despeito das limitações para a reabilitação de um ambiente urbano consolidado, observou-se que é possível melhorar significativamente a qualidade dos espaços livres públicos através do planejamento a partir de corredores verdes.

As simulações com o ENVI-met demonstraram a eficiência das paredes verdes em melhorar o microclima urbano e minimizar as ilhas de calor em área consolidada e que não teria capacidade de receber arborização, devendo ser aliadas às demais estratégias de infraestrutura verde. Os telhados verdes, por sua vez, apesar de não

exercerem muita influência nos índices ao nível do pedestre, colaboram para retenção da água de chuva e minimização de alagamentos, além da melhoria do ar e diminuição de gasto energético nas edificações.

Conclui-se que os corredores verdes urbanos se configuram como uma estratégia de planejamento que alia a preocupação com a qualidade e funcionalidade do suporte natural e do ambiente construído. Possibilitam a reabilitação dos espaços livres públicos – a rua, as praças e parques, bem como as áreas de preservação - reforçando-os como fundamentais para a resiliência urbana, a qualidade de sua ambiência e a manutenção das relações sociais. A existência de espaços livres públicos com qualidade, em quantidade e boa distribuição favorece o pedestrianismo, as atividades ao ar livre e a interação social, rebatendo na saúde individual e coletiva. Acrescenta-se que ampliar a compreensão sobre o espaço urbano, sobre a relação indissociável entre cidade e natureza, entre o planejamento/desenho urbano tradicional e aquele com conexões na paisagem são condições para a melhoria do ambiente urbano e sua sustentabilidade.

6 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos às antigas orientandas do grupo de pesquisa - Larissa Rangel, Yohana Soares, Thaís de Souza e Mariana Neves.

REFERÊNCIAS

AHERN, Jack. **Greenways as Strategic Landscape Planning: Theory and Application**. Wageningen University, Netherlands. 2002.

BONATTO, Daniella do A. M. Corredores verdes e resiliência urbana: entre o planejamento urbano e o planejamento da paisagem IN: 12º ENEPEA, 2014, Vitória. **Anais...** Vitória: UFES, 2014.

BONATO, Daniella do A. M.; RANGEL, Larissa. Espaços livres públicos no centro de Vitória-ES: viabilidade de implantação de corredores verdes para a reabilitação ambiental urbana. IN: 7º Congresso Luso-Brasileiro para o Planej. Urbano, Regional, Integrado e Sustentável-PLURIS, Maceió, 2016. **Anais...** Maceió: Viva Editora, 2016.

NEVES, Mariana D. A.; BONATTO, Daniella do A. M. A influência de paredes verdes no conforto térmico em Cânion Urbano no Centro de Vitória-ES, Brasil: análise de simulações com o ENVI-met. IN: 8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planej. Urbano, Regional, Integrado e Sustentável-PLURIS, Coimbra-Portugal, 2018. **Anais...** Coimbra: DEC/Universidade de Coimbra, 2018.

NEVES, Mariana D. A. **A influência de superfícies vegetadas no conforto térmico**: simulações no centro de Vitória-ES. 2017. 161 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

O'REILY, Érika M.; MAGALHÃES; Vinícius M.; ROSSI, Ângela M. G. O impacto da infraestrutura verde na qualidade de vida e no meio ambiente. IV SIMPGEU e I ENURB, Rio de Janeiro, 2013. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2013.

PENTEADO, Homero M. e ALVAREZ, Cristina E. Corredores verdes urbanos: estudo da viabilidade de conexão das áreas verdes de Vitória. **Paisagem e Ambiente**, v. 24, 2007, p. 57-68.

QUEIROGA, Eugênio F.; BENFATTI, Denio M. Sistemas de espaços livres urbanos: construindo um referencial teórico. **Paisagem Ambiente**: ensaios, n. 24, S. Paulo, 2007, p. 81-88.

QUEIROGA, Eugênio F. Sistemas de espaços livres e esfera pública em metrópoles brasileiras. *Resgate*, vol. XIX, no. 21, jan-jun, 2011, p. 25-35.

RANGEL, Larissa; BONATTO, Daniella do A. M.; Infraestrutura verde no município de Vitória-ES: estudo de viabilidade. Relatório de pesquisa, 2015.

SOARES, Yohana A.; BONATTO, Daniella do A. M. Corredores verdes urbanos – ensaios projetuais para o Centro de Vitória-ES. Relatório de Pesquisa, 2017.

SOUZA, Thaís E. F. de; BONATTO, Daniella do A. M. Fachadas e telhados verdes para áreas urbanas consolidadas no Centro de Vitória-ES. Relatório de Pesquisa, 2017.

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

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro – RJ

Gisele Silva Barbosa

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Departamento de Expressão Gráfica, Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro – RJ

RESUMO: Atualmente, aderir a estratégias sustentáveis no planejamento e gestão das cidades é uma condição premente. O presente estudo tem como objetivo destacar a visão sistêmica no planejamento como uma abordagem espaço-temporal integradora, capaz de proporcionar um desenvolvimento urbano e regional qualitativo: socialmente inclusivo, economicamente eficiente e ambientalmente equilibrado. Nesse sentido, pretende-se promover a compreensão da visão sistêmica e sua abordagem como possível procedimento metodológico, a partir da construção do diagnóstico ambiental urbano. A metodologia proposta neste estudo baseia-se na compreensão da complexidade do território com auxílio de ferramentas de geoprocessamento. A cidade de Maricá é o objeto deste estudo e pertencente à Região Metropolitana do

Rio de Janeiro, vem sofrendo com inúmeras transformações em um amplo processo de urbanização. Um inventário ambiental e urbano da região foi realizado por meio de um Sistema de Informação Geográfica, que subsidiou a geração de mapas contendo as principais características socioeconômicas e ambientais da área e de uso e ocupação do solo. Assim, foi possível realizar inúmeras análises qualitativas e quantitativas que farão parte do diagnóstico municipal. Os resultados demonstram a relevância do uso do Geoprocessamento de Dados e sua contribuição para a elaboração de diagnósticos e prognósticos muito úteis aos processos de tomada de decisão para um gerenciamento urbano integrado e compatível com uma abordagem sistêmica.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento Urbano; Abordagem Sistêmica; Sustentabilidade Ambiental; Maricá-RJ.

CHALLENGES TO ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY: AN ANALYSIS OF THE TERRITORIAL TRANSFORMATION IN THE PRODUCTION OF THE URBAN SPACE OF MARICÁ / RJ

ABSTRACT: At present, adhering to sustainable strategies in the planning and management of cities is a pressing condition. The present study aims to highlight the systemic vision in planning as an integrative space-time approach,

capable of providing a qualitative urban and regional development: socially inclusive, economically efficient and environmentally balanced. In this sense, it is intended to promote the understanding of the systemic vision and its approach as a possible methodological procedure, from the construction of the urban environmental diagnosis. The methodology proposed in this study is based on the understanding of the complexity of the territory with the aid of geoprocessing tools. The city of Maricá is the object of this study and belonging to the Metropolitan Region of Rio de Janeiro, it has been suffering with numerous transformations in a large process of urbanization. An environmental and urban inventory of the region was carried out through a Geographic Information System, which subsidized the generation of maps containing the main socioeconomic and environmental characteristics of the area and of land use and occupation. Thus, it was possible to perform numerous qualitative and quantitative analyzes that will be part of the municipal diagnosis. The results demonstrate the relevance of the use of Data Geoprocessing and its contribution to the elaboration of diagnostics and prognostics very useful to the decision-making processes for an integrated urban management compatible with a systemic approach.

KEYWORDS: Urban Planning; Systemic Approach; Environmental Sustainability; Maricá-RJ.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Brasil se tornou um dos países mais urbanizados do mundo, com cerca de 84% da população vivendo em áreas urbanas (IBGE, 2010). A maior parte das cidades brasileiras cresceu de forma desordenada ou sem um planejamento adequado, gerando consequências negativas à qualidade de vida dos seus habitantes.

O presente artigo tem por objetivo realizar uma análise sobre a dinâmica de ocupação territorial na cidade de Maricá, localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro. Espera-se, portanto, identificar fatores de crescimento e expansão urbana, além de realizar um levantamento de dados para um diagnóstico primário das condições urbanas e socioambientais atuais, para que possam ser utilizados posteriormente como base à novas proposições no âmbito do planejamento ambiental e urbano.

Maricá vem se destacando no cenário econômico nacional, visto que atualmente é a maior beneficiária dos royalties provenientes da exploração de petróleo no Estado do Rio de Janeiro. Além disso, a cidade apresenta um complexo lagunar e costeiro com vegetação nativa de restinga de grande valor. Nos últimos anos, vem recebendo pressões imobiliárias de ocupação em áreas de preservação ambiental, o que poderá alterar significativamente a dinâmica urbana.

De forma geral, verifica-se que a cidade apresenta uma ocupação do solo esparsa e desordenada e ainda uma ineficiente rede de infraestrutura urbana, sobretudo com relação ao saneamento básico. Desta forma, revela-se a importância de um planejamento ambiental sustentável, visto que a urbe demanda por infraestruturas

básicas inerentes à sua existência, tais como, o abastecimento de água e energia, esgotamento sanitário e drenagem urbana, gestão de resíduos sólidos, conservação de recursos naturais, espaços públicos qualitativos e áreas livres verdes, redes de transportes públicas integradas e eficientes, entre outras.

Com o intuito de registrar as principais alterações urbanas e realizar análises territoriais, foram utilizadas as ferramentas computacionais de geoprocessamento de dados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Neste sentido, destaca-se a importância de utilização de tais ferramentas, por sua capacidade de registro de dados e geração de informação relevante, através de mapeamentos precisos de grande potencial analítico. É considerada ainda como ferramental mais adequado no que diz respeito ao planejamento e gestão municipal, por sua capacidade de apresentar e gerir grandes extensões territoriais.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistemas Complexos e Planejamento Urbano Sustentável

Na atual conjuntura, o pensamento sistêmico é defendido por muitos autores. A questão central descrita por Capra (1982) encontra-se na mudança de uma visão com ênfase nas partes para uma ênfase no todo abrangente. Para o autor, a concepção de uma visão sistêmica baseia-se no entendimento do estado de inter-relação e interdependência, essencial a todos os fenômenos, sejam eles físicos, biológicos, sociais, culturais, dentre outros. Essa correlação também não é diferente no sistema urbano, onde qualquer alteração em um único sistema causa reações adversas em diversos outros elementos urbanos.

A cidade deve ser, então, compreendida como um Sistema Complexo composta por diversas partes interligadas que resultam na eficiência ou não da área urbana. Em um processo de análise, as áreas urbanas e rurais bem como as áreas protegidas do seu entorno, devem ser indissociáveis. Para Abiko e Moraes (2009, p.4) “os problemas no ambiente urbano ocorrem de forma paralela e interligada aos problemas do meio ambiente natural”. Neste sentido, a cidade passa a ser reconhecida como um ecossistema, onde novas formas de atuação abrangentes e sistêmicas devem ser motivadas no meio urbano.

Uma abordagem sistêmica é necessária e urgente ao processo de planejamento e gestão da cidade, como ampla forma de análise e conseqüente integração entre os diversos elementos existentes a serem considerados no meio natural e urbano. Desta forma, a cidade como um Sistema Complexo é tratada a partir de uma visão transdisciplinar, de conjunto, incluindo o ser humano e suas necessidades como escopo principal no processo de planejamento e ordenação da cidade.

Um dos maiores desafios enfrentados atualmente, diz respeito à crescente dificuldade em se adequar as necessidades ao inevitável crescimento urbano. Tendo

em vista a expansão urbana e o exponencial aumento da população e da pobreza, observa-se a crescente dificuldade dos governos em planejar, financiar e administrar suas cidades, o que corrobora para o aumento dos males sociais e das patologias urbanas, tais como a violência, as desigualdades sociais, as epidemias, etc (Canepa, 2007).

Levando em consideração que geralmente as cidades surgem e crescem de forma desordenada ou com planejamentos ineficientes, estas não conseguem atender à demanda crescente da população em relação à infraestrutura e serviços urbanos, gerando inúmeros transtornos (Canepa, 2007). Além disso, a expansão urbana desordenada sem um planejamento que a oriente se configura em perda de qualidade de vida pelos impactos negativos causados ao meio ambiente natural.

Embora as cidades tenham se tornado estruturas complexas e difíceis de administrar, estas devem conceber-se como espaços para a satisfação das necessidades primordiais humanas e sociais da população. É essencial incluir a dimensão da sustentabilidade no planejamento. Portanto, é necessário prezar pela sustentabilidade das cidades que poderá ser alcançada por meio de uma perspectiva integral e intersetorial. Na perspectiva integral são trabalhados de forma conjunta os constantes desafios, sejam eles econômicos, fiscais, urbanos, ambientais, institucionais e de governabilidade; e na perspectiva intersetorial, encontram-se as diferentes áreas e níveis de governo que se articulam em conjunto com o setor privado e a sociedade civil (BID, 2016).

O planejamento do espaço urbano tem por responsabilidade aperfeiçoar e trazer alternativas e soluções que melhor se adequem às necessidades humanas. Inicia-se pelo planejamento do uso e ocupação do território que deve primar pela interação entre os elementos naturais e o meio urbano, em um plano de ações que tem como meta a qualidade ambiental e urbana.

2.2 O Geoprocessamento como ferramenta de auxílio à Gestão Municipal

A realidade ambiental é composta por um conjunto de fatores, sejam eles físicos, bióticos, sociais ou políticos. Portanto, a compreensão dos componentes que permeiam o 'ambiente', bem como da interação entre os mesmos, permite uma visão do ambiente como um sistema. Uma análise ambiental contém a essência da investigação científica. Para esta análise é necessário decompor o ambiente em suas partes constituintes e apreender as suas funções internas e externas, ao mesmo tempo, possibilitando a geração de um conjunto integrado de informações e que, portanto, representa o conhecimento da realidade ambiental analisada (Xavier-da Silva, Souza, 1987).

A ciência do Geoprocessamento e o desenvolvimento dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) podem contribuir consideravelmente à análise geoambiental, e no que diz respeito, ao zoneamento e planejamento urbano, à proteção e à gestão dos recursos ambientais territoriais, etc, seja no meio urbano ou rural (Xavier-da-Silva, Souza, 1987).

Dentre as vantagens que a utilização do Geoprocessamento pode proporcionar, encontra-se: a integração dos dados em uma base digital útil e robusta; maior eficácia na análise das informações espaciais do território; identificação e avaliação das principais transformações ocorridas, bem como o contínuo monitoramento do processo de transformação da paisagem; e a elaboração de estudos diagnósticos e prognósticos da realidade local.

O Geoprocessamento é uma importante ferramenta quanto à sua capacidade de fornecer subsídios essenciais à produção do 'diagnóstico municipal', equivalente à leitura técnica da cidade. Neste sentido, representa o embasamento técnico-científico necessário ao planejamento das ações de intervenção ambiental no âmbito da administração municipal.

Por fim, vale destacar, que devido a complexidade da cidade, um diagnóstico municipal deve apresentar um caráter contínuo e sua construção deve contar com a participação tanto da equipe técnica responsável quanto da sociedade para o real auxílio à Gestão Municipal. Somente através de uma interação verdadeiramente participativa com a sociedade haverá oportunidade para enfrentar os principais desafios encontrados no meio urbano e traçar soluções adequadas, possibilitando um desenvolvimento sustentável.

3 | REFERENCIAL METODOLÓGICO

McHarg (1969) indica que é necessário produzir análises de impactos ambientais, para assim formular o planejamento. Este deve ser baseado em princípios ecológicos e na harmonia entre o homem e o meio ambiente e sendo assim, aliado à tecnologia contemporânea e ao conhecimento científico, possibilitar a criação de estratégias de atuação que favoreçam a ambos. Neste sentido, destaca-se uma premissa básica de metodologia, proposta por McHarg, que vem sendo cada vez mais utilizada no processo de planejamento das cidades atualmente, o conceito de overlays (camadas). McHarg acredita que o planejamento do uso do solo, deve ser feito em função do valor e da potencialidade de uso de cada parte da paisagem, que é identificada no processo, através de sobreposições de mapas temáticos, representando em cada um, uma característica natural. Desta forma, o resultado pretendido não é uma otimização de um zoneamento funcional, mas sim a valorização da diversidade, da complementaridade dos usos e a garantia de uma expansão urbana em áreas apropriadas, sem riscos para a população (Mcharg, 1969).

Inicialmente, para a execução de uma análise ambiental por Geoprocessamento, é necessária a criação de uma base de dados digital e georreferenciada. Com base na percepção ambiental, o pesquisador ambiental verifica os elementos encontrados no meio ambiente e as relações entre eles, e estabelece uma representação conceitual, que segundo Xavier-da-Silva é denominado Modelo Digital do Ambiente. Na concepção deste modelo, caracterizam-se as entidades que possuem expressão espacial (forma,

localização, topologia, extensão) e temporal (Xavier-da-Silva, Souza, 1987).

Portanto, o Modelo Digital do Ambiente é entendido como um conjunto organizado de dados relativos às características de objetos e atributos ambientais percebidos. Este conjunto de dados ambientais, que são registros de ocorrência, quando processados, tem a capacidade de gerar informação relevante, permitindo a análise ambiental (Xavier-da-Silva, Souza, 1987). O Modelo Digital do Ambiente que comporta estruturas de captura, exibição e de análise, associado a um conjunto integrado de dados ambientais espacializados representa o Sistema de Informação Geográfica (SIG) (Xavier da Silva, Souza, 1987).

Os mapas temáticos são considerados como um “[...] importante recurso para facilitar a “leitura” da realidade local, porque ajudam a visualizar as informações reunidas nas leituras técnica e comunitária, e a localizá-las no território.” (Brasil, 2004, p.23).

Neste artigo, apresenta-se alguns dos mapas temáticos criados com base no SIG para a compreensão do território de Maricá. Foi utilizado o software ArcGis versão 10.6 e o banco de dados foi gerado a partir de diversas fontes como: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais e dados da Câmara Metropolitana de Integração Governamental do RJ e dados coletados *in loco*.

Pode-se dizer que a complexidade que envolve a garantia de um desenvolvimento mais sustentável às cidades é facilitada com a utilização do Geoprocessamento, por sua capacidade de visualização e análise do espaço de forma abrangente, rápida e eficiente.

4 | ESTUDO DE CASO: MARICÁ

4.1 Caracterização do Município

Maricá apresenta uma área total de 362,5 km², sendo subdividida em quatro distritos. Localizada à 60 km da cidade do Rio de Janeiro, pode ser acessada por diversas rodovias e faz divisa à oeste com Niterói; ao norte com São Gonçalo, Itaboraí e Tanguá; a leste com Saquarema e ao sul com o Oceano Atlântico [Fig.1].



Fig. 1 Localização do município de Maricá.

Maricá reúne inúmeras belezas naturais, com destaque à topografia privilegiada, com serras e montanhas e o bioma predominante de Mata Atlântica, além possuir lagoas costeiras. Possui também nove praias oceânicas que perfazem 46km de extensão litorânea. Com relação aos aspectos econômicos, além da atividade petrolífera destaca-se também pelo amplo potencial turístico, atividade pesqueira e a agricultura. Desta forma, vale citar a importância quanto a proteção e conservação do ecossistema local, pois atualmente, tem-se as consequências dos impactos ambientais decorrentes dos processos antrópicos, que reduziu a capacidade de manutenção do sistema lagunar e sua produtividade biológica.

Nos últimos anos, constata-se que houve grandes incrementos populacionais decorrentes das obras de ampliação do acesso à Maricá. Segundo dados do IBGE, o município apresentou o quarto maior crescimento populacional projetado do país, entre os anos de 2003 e 2013. Sua população total residente no ano de 2010, data de realização do último censo, era de 127.461 habitantes. Atualmente, a população estimada para o ano de 2017 corresponde à 153.008 habitantes. E, portanto, a densidade demográfica estimada para este mesmo ano é de 422,01 habitantes por km² (IBGE, 2017).

4.2 Cenário Socioeconômico Atual

Ao longo dos últimos anos, mais especificamente a partir de 2007, verifica-se que progressivamente Maricá tem ampliado seu desenvolvimento econômico. Fomentado pela exploração de petróleo na Bacia de Campos e dos depósitos do pré-sal na Bacia de Santos a 200km do litoral, destaca-se hoje como o município que mais arrecada royalties de petróleo em todo o país. Desde 2015, quando passou a ser uma das principais beneficiárias do Estado do Rio de Janeiro, o montante financeiro vem crescendo e estima-se que em 2017, Maricá recebeu R\$746 milhões por sua participação.

Vale ainda destacar a construção do COMPERJ – Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro, no município limítrofe de Itaboraí, que se configura como o maior complexo petroquímico do país em seu segmento produtivo. Este empreendimento é uma oportunidade que amplia não somente a participação estratégica municipal em relação à indústria do petróleo, mas a visibilidade de Maricá, propiciando benefícios diretos pela provisão de novos investimentos (Maricá, 2013).

Outro aspecto que pode ser citado, quanto à caracterização socioeconômica, é que o município ainda hoje baseia parte do seu desenvolvimento na atividade econômica de mineração de areia, na qual é extraída de regiões específicas, dentre elas a região de Cajueiros. Ressalta-se ainda que houve um crescimento da população economicamente ativa, sobretudo, entre os anos 2000 a 2010. Houve um crescimento superior a 70% quanto à população empregada. Quanto ao PIB – Produto Interno Bruto, verifica-se que houve um grande aumento entre 2011 e 2014, sendo o setor

secundário o responsável pelo aumento considerável na parcela que forma esse índice.

4.3 Aspectos Socioambientais e Caracterização Urbanística

Maricá se destaca quanto ao seu amplo potencial turístico, reunindo belas paisagens e diferentes ecossistemas, apresenta ainda um clima tropical, que confere temperaturas agradáveis durante todo o ano. Isto favorece a prática de diferentes esportes, podendo citar: o surf, caiaque e navegação à vela nas lagoas, voo livre, trekking (trilhas e caminhadas), etc.

Próximo ao complexo lagunar há a presença de uma área de restinga, correspondente à APA – Área de Proteção Ambiental, que apresenta grande valor quanto ao seu potencial natural e histórico, sendo a restinga com o maior número de trabalhos científicos já realizados em todo o Brasil. Nos últimos anos, esta região tem sido cogitada como um local apto à expansão urbana e, portanto, é previsto um empreendimento residencial para a região, repercutindo em um grande conflito de interesses.

De forma geral, as regiões apresentam urbanização consolidada e sistema viário, nem sempre pavimentado, mas que atende bem à circulação de veículos. Grande parte das regiões, apresenta também sinalizações adequadas ao longo das vias. Quanto aos equipamentos públicos, serviços e espaços de lazer, o município apresenta algumas regiões específicas nas quais se concentra a oferta dos mesmos, mas de modo geral, encontram-se bem distribuídos no território.

Em relação à rede de saúde pública, embora haja novos equipamentos que são capazes de oferecer pronto-atendimentos e também atender casos de saúde mais complexos, observa-se que a quantidade de equipamentos públicos que prestam este serviço ainda é baixo em relação à demanda da população.

Quanto à educação, verifica-se que os diferentes níveis educacionais, são ofertados pelas redes municipal, estadual e privada. Há uma boa distribuição das escolas e instituições de ensino no território municipal.

Há padrões bastante diferenciados quanto à ocupação urbana, no qual prevalecem edificações residenciais consolidadas. No entanto, tais ocupações apresentam carência quanto ao provimento de infraestrutura urbana necessária. Considera-se que este cenário é devido aos processos segmentados e descontinuados de parcelamento do solo.

Embora seja evidente a carência em relação à infraestrutura urbana, as edificações de um modo geral, apresentam boa qualidade quanto aos padrões construtivos de acabamento, proporção dos lotes com dimensões adequadas e respeito aos afastamentos mínimos e outros parâmetros urbanísticos. De acordo com o IBGE (2010), a renda mensal média dos moradores permanentes demonstra que a área central do município e algumas áreas da costa são onde concentram as maiores rendas [fig.2].

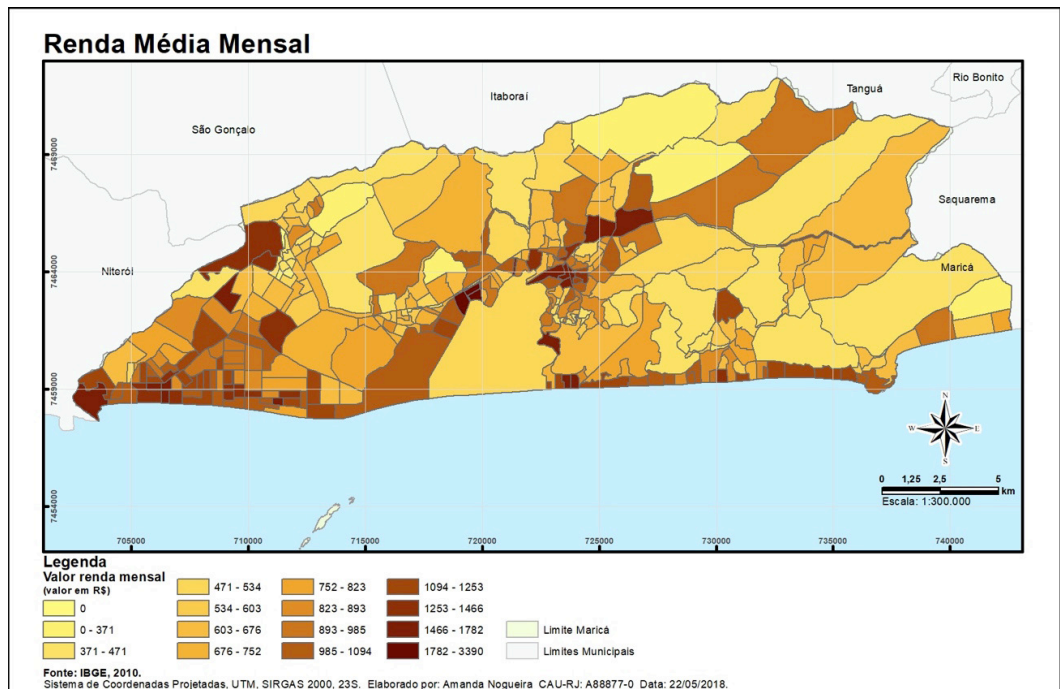


Fig. 2 – Renda média mensal dos moradores de Maricá, por setor censitário.

É recorrente o processo de valorização imobiliária em diversas regiões do município, sobretudo, próximo às praias e lagoas, áreas centrais e com destaque à algumas regiões ao longo da Rodovia Amaral Peixoto. Portanto, observa-se uma alta frequente quanto ao valor do solo e edificações, isto se deve aos recentes investimentos em infraestrutura, sobretudo, asfaltamento de vias, e à expectativa da população quanto às novas instalações de infraestrutura por parte da Prefeitura municipal e de novos empresários investidores. Neste sentido, algumas das intervenções propostas são a construção do Porto, a ampliação do aeroporto municipal e empreendimentos privados como a implantação de resorts e condomínios residenciais de luxo.

A oferta de serviços públicos é baixa, considerando que a população residente necessita se deslocar para outros bairros e distritos para o suprimento de suas necessidades básicas. Sendo assim, verifica-se como é essencial a diversificação de usos na produção do espaço urbano. Como o foco da pesquisa se concentra na análise urbana e ambiental, as demais características e subseqüentes análises serão apresentadas no tópico 5 deste artigo.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os mapas ilustrativos que representam os setores censitários, disponibilizado pelo IBGE, censo 2010, é possível realizar algumas constatações. A primeira delas é a baixa densidade do território e a ocupação das áreas costeiras por uma população volante [fig.3]. Em uma comparação com o mapa de renda média considerando também essa população volante, observa-se que apesar da maior ocupação de residentes fixos se concentrar na área central do município, as maiores

rendas são da população volante que utilizam a região como área de descanso e turismo.

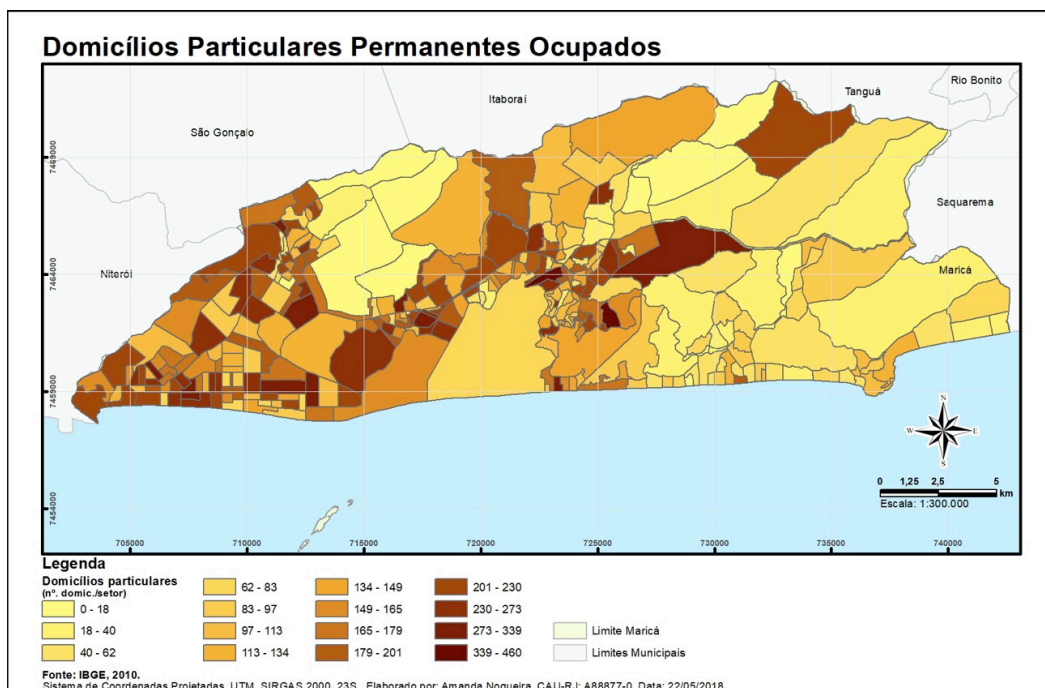


Fig. 3 – Domicílios particulares permanentes ocupados.

De acordo com o IBGE (2010) e com a Secretaria Municipal de Saneamento Básico de Maricá verifica-se que o município como um todo, apresenta baixo índice de desenvolvimento da infraestrutura urbana, com redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário inacabados ou não-construídos. Com relação à rede geral de abastecimento de água, verifica-se que este serviço é concentrado na área central do município, sendo esta região uma das mais adensadas, apresentando entre 149 a 295 domicílios ocupados permanentes com abastecimento de água, correspondendo à 35% da população atendida por este serviço (IBGE, 2010). No entanto, com exclusão da área central, praticamente todos os demais setores censitários do município possuem uma média entre 0 a 24 domicílios servidos pela rede de abastecimento de água para fins potáveis (IBGE, 2010). Isto indica um índice muito baixo, tendo em vista a quantidade de domicílios por distrito. Atualmente, é previsto um projeto de transposição hídrica e construção de uma barragem no município vizinho de Tanguá, de forma a solucionar a falta do recurso hídrico e assim, abastecer Maricá.

Quanto ao esgotamento sanitário, a situação é ainda mais precária. Os dados demonstram um baixíssimo nível de cobertura, onde apenas 3% do município apresenta coleta e tratamento de esgoto (Fundação CIDE, 2013). Novamente, o centro municipal se destaca como o local mais bem servido e também alguns poucos setores censitários localizados próximo ao distrito de Itaipuaçu, apresentando uma faixa entre 50 a 205 domicílios atendidos. Este pode ser considerado um bom índice em comparação com a média municipal, que em 2010, apresentava cerca de 90% dos setores censitários com um nível de coleta entre 0 e 12 domicílios por setor. A Prefeitura tem a intenção de

retomar a municipalidade da gestão de esgotos e prevê a construção de duas Estações de Tratamento de Efluentes (ETE), no Centro e em Itaipuaçu, além de miniestações de tratamento nas lagoas a fim de torná-las balneáveis (Maricá, 2013).

Com relação à infraestrutura de transportes, o município é servido pela Empresa Pública de Transporte coletivo de responsabilidade da Prefeitura municipal com circulação gratuita entre alguns bairros e também de outras duas empresas particulares. Além disso, por se constituir como uma região plana, sempre houve a utilização de bicicletas como um modal de transporte alternativo e mais recentemente tem sido implementadas novas faixas cicloviárias.

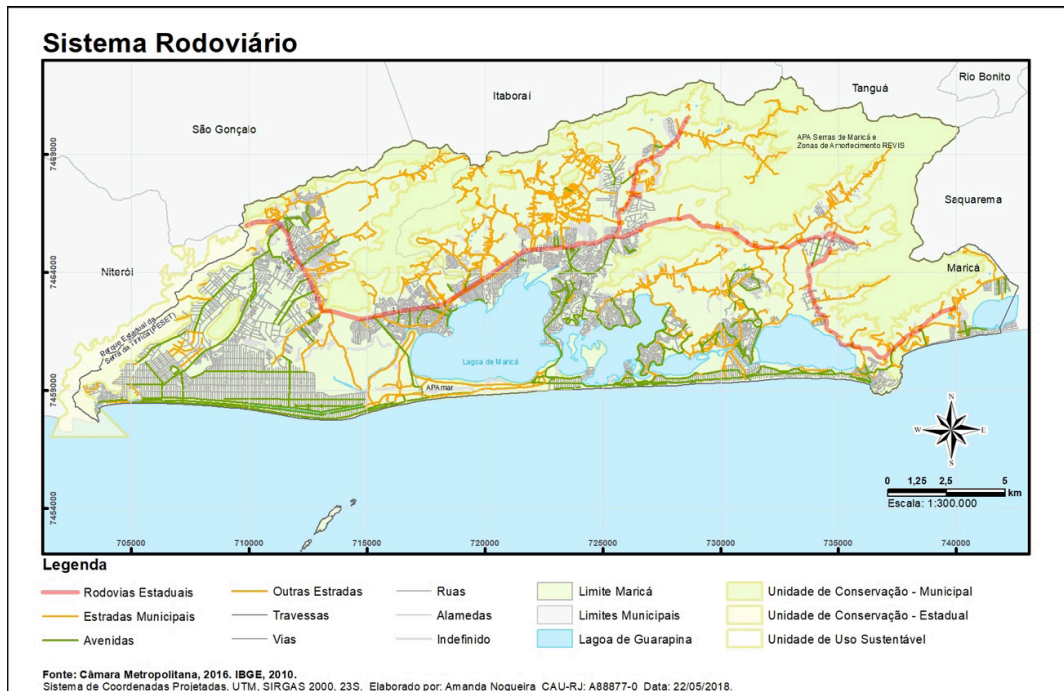


Fig. 4 – Malha rodoviária de Maricá.

Observa-se ainda, que atualmente, o município apresenta uma malha asfaltada significativa e avenidas que facilitam o acesso aos diferentes pontos da cidade, no entanto, o asfaltamento de vias que foi realizado recentemente, não foi estruturado em conjunto com uma política de saneamento básico eficiente [fig.4]. Desta forma, prevê-se que, mesmo com a necessidade eminente de saneamento e drenagem da região, é notório que parte dos recursos financeiros investidos serão perdidos quando forem realizadas tais obras.

Nota-se também que a malha viária ocupa grande parte do território demonstrando como o município possui uma ocupação esparsa, visto que a grande maioria das edificações são casas de até dois pavimentos (dado verificado em visitas técnicas). Isso também fica evidente nas distâncias percorridas pelos moradores para terem acesso a serviços públicos que estão, na grande maioria, concentrados em áreas específicas do município [fig.5].

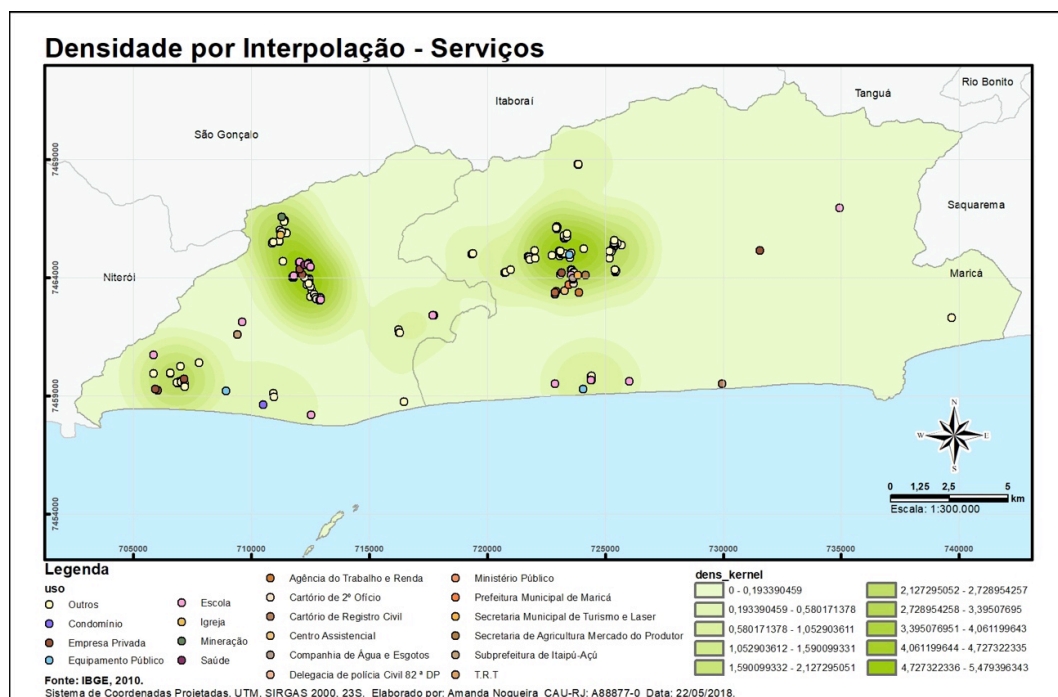


Fig. 5 – Mapa de densidade de serviços e funções principais de Maricá.

Maricá possui sete sub-bacias e sete lagoas. Grande parte da rede hidrográfica do município é originada dentro da própria delimitação do mesmo, visto que o território é cercado por uma cadeia montanhosa. Parte dessas áreas é delimitada como área de proteção integral, no entanto, verifica-se que o espraiamento da mancha urbana está “avançando” sobre essas áreas e principalmente no entorno das lagoas. Alguns novos empreendimentos previstos para o município preveem a ocupação das áreas de conservação e das áreas de restinga. Observa-se que algumas vias públicas foram criadas dentro de áreas de restinga para facilitar o acesso à praias já urbanizadas.

De acordo com o último censo, a taxa de urbanização do município atingiu 98,50% em 2010, contra 82,62% no ano 2000. O número de ‘domicílios particulares permanentes’ registrados no município é de 42.831 domicílios, sendo 640 domicílios rurais (1,49%) e 42.192 domicílios urbanos (98,50%) (IBGE, 2010). Estes dados, evidenciam o processo intenso de urbanização ocorrido no município ao longo dos anos, onde a população rural, tornou-se urbana. Quando observada a ‘evolução’ urbana do uso do solo municipal nos anos de 1984, 2000 e 2018 é notória a expansão urbana crescente e a ocupação de áreas de preservação [fig.6][fig.7][fig.8].

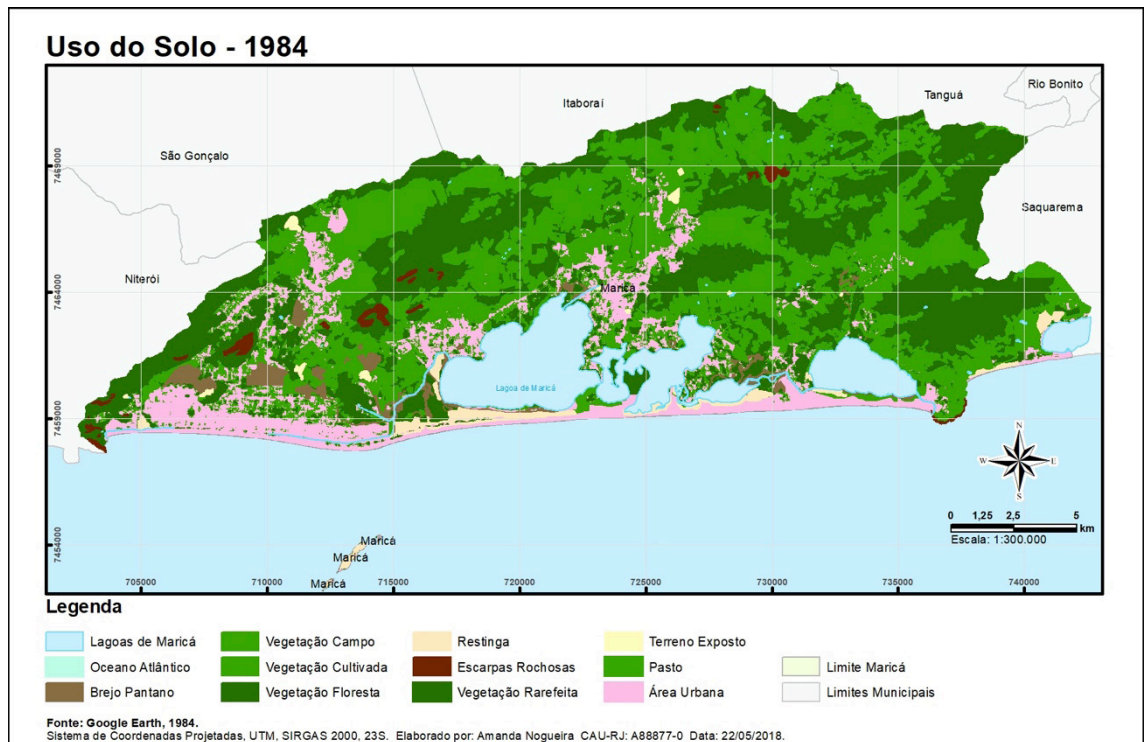


Fig. 6 – Mapa de Uso do Solo - 1984.

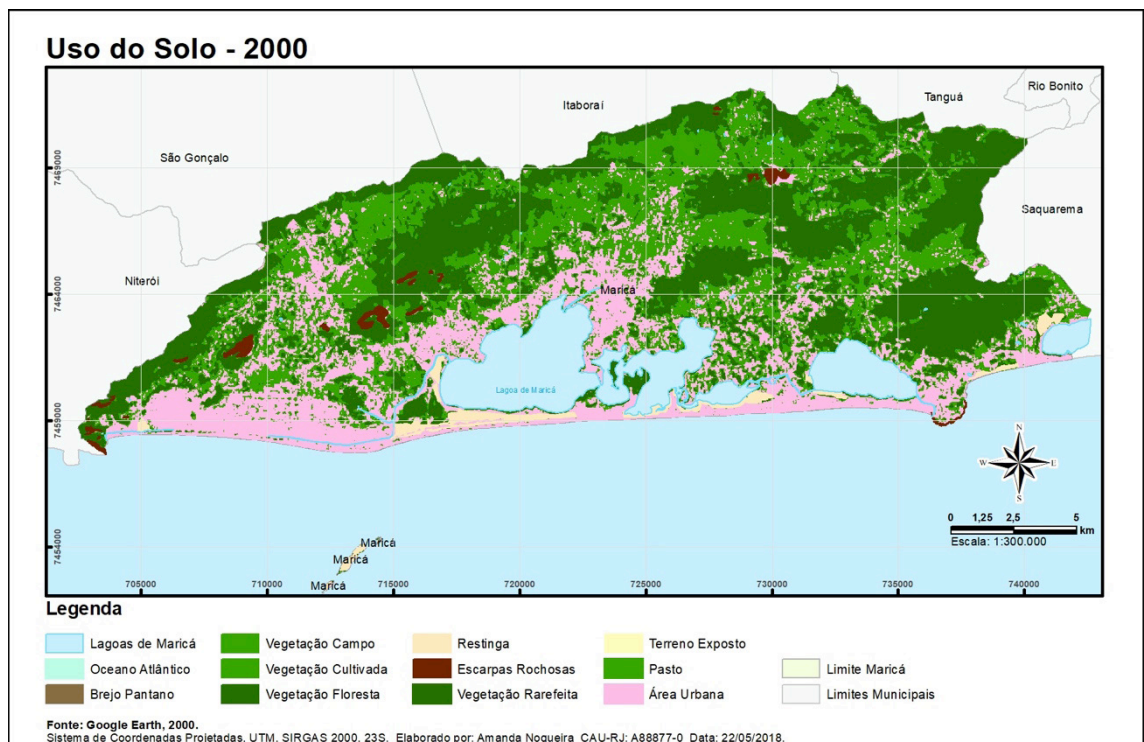


Fig. 7 – Mapa de Uso do Solo - 2000.

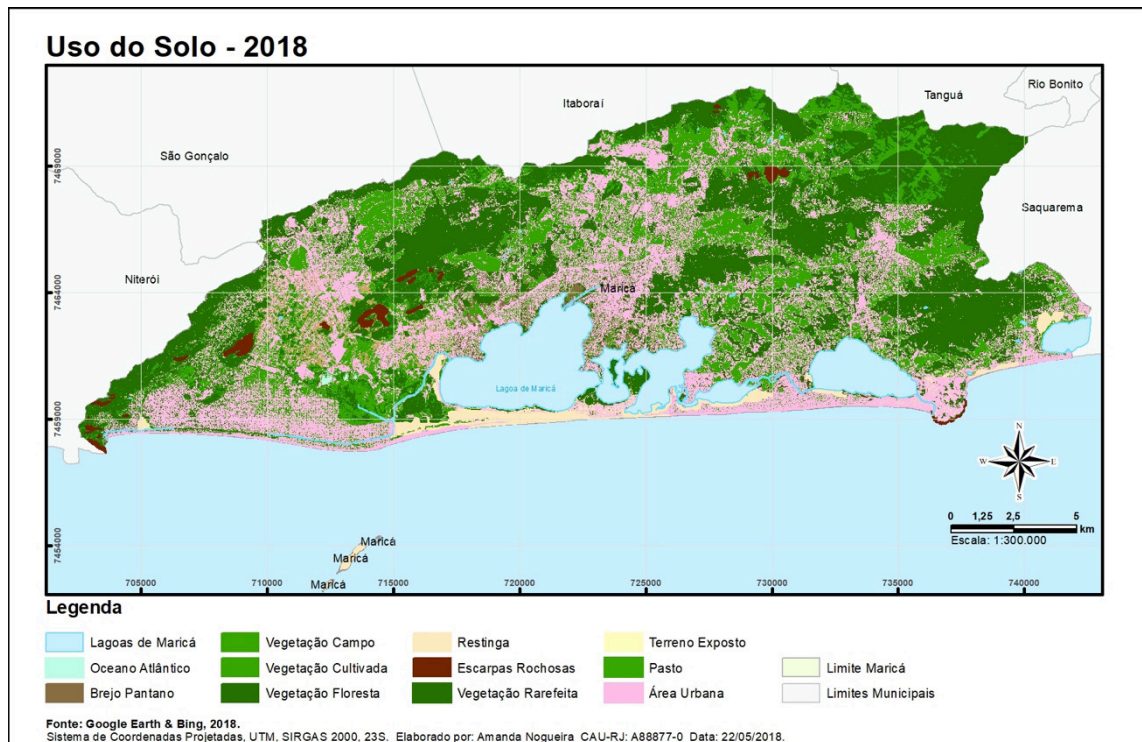


Fig. 8 – Mapa de Uso do Solo - 2018.

Nota-se que parte das áreas de encosta e de restinga vem sendo ocupadas e a urbanização municipal vem sendo realizada de forma orgânica e ‘pulverizada’. A densidade demográfica é relativamente baixa no território municipal, embora encontrem-se focos de urbanização em toda a região, porém esparçada [fig.9].

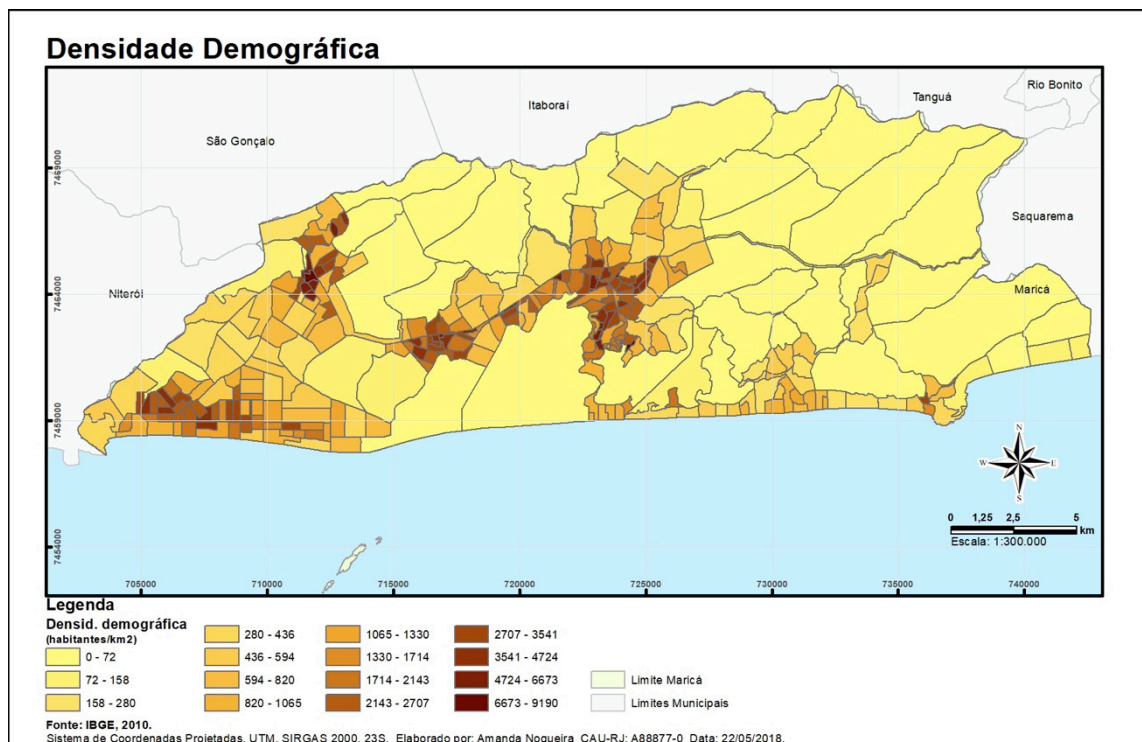


Fig. 9 – Densidade Demográfica em Maricá - 2018.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo propôs-se a ilustrar a dinâmica sócio-espacial de ocupação urbana no município de Maricá, indicando os principais fatores de crescimento populacional e de expansão urbana ao longo dos últimos anos. Foram registrados parte dos resultados para a realização de uma base diagnóstica urbana e socioambiental atual, com o intuito de que possa ser utilizada em novas análises para futuros processos de planejamento urbano e ambiental do território. Além disso, como referencial teórico foram levantados conceitos relevantes ao que diz respeito ao planejamento urbano sustentável e ao entendimento da cidade como um sistema complexo.

Vale ressaltar ainda, que por intermédio das ferramentas do Geoprocessamento é possível a investigação de realidades ambientais complexas, de forma abrangente e satisfatória, economizando tempo e esforços. Propicia uma análise consistente de grandes volumes de dados, o que possibilita o ordenamento territorial e a condução satisfatória do desenvolvimento municipal em prol da sustentabilidade.

Ainda com relação à ocupação do território e à utilização do solo em Maricá, esta tem correspondido historicamente aos diferentes ciclos econômicos experimentados na região, com suas respectivas levas de ocupação e desocupação. Os mapas temáticos elaborados, permitiram uma boa compreensão da evolução histórica do município e como se deu o processo de ocupação do espaço geográfico, permitindo a identificação das principais forças atuantes neste processo e dos principais vetores de crescimento quanto ao espraiamento da mancha urbana. A partir do cruzamento dessas informações com dados censitários relacionados às taxas de crescimento e à densidade urbana, foi possível uma avaliação mais apurada da realidade da dinâmica de ocupação do território municipal e a confirmação de que o modelo de expansão desordenada é insustentável devido aos enormes custos de infraestrutura e urbanização necessários ao atendimento adequado à população.

Atualmente, o município de Maricá encontra-se em uma nova fase de crescimento demográfico e especulação imobiliária, incluindo tentativas para a provisão de novas infraestruturas, ações em relação à proteção ambiental e a organização e controle da ocupação do solo. Destaca-se que somente sob a ótica da sustentabilidade serão possíveis novas perspectivas de um desenvolvimento municipal eficaz, capaz de promover um futuro equilibrado, quanto às questões sociais, econômicas e ambientais.

Este artigo não teve a pretensão de detalhar informações específicas e nem servir como instrumento único para embasar a tomada de decisões. Buscou-se com este estudo, gerar informações relevantes, a partir de dados espacializados, do panorama de alguns dos aspectos geográficos e geopolíticos do município de Maricá. Sendo assim, espera-se que este estudo possa contribuir, em uma próxima fase, na formulação de cenários prospectivos com base na legislação atual e na elaboração de algumas diretrizes técnicas que possam nortear as ações de uso e ocupação do solo urbano para os próximos anos.

REFERÊNCIAS

- Abiko, A; Moraes; O. (2009). **Desenvolvimento urbano sustentável**. São Paulo: Escola Politécnica da USP.
- BID. (2016). BID. **Liderando o Desenvolvimento das Cidades**. Disponível em: <<https://www.edx.org/course/liderando-o-desenvolvimento-sustentavel>>
- Brasil (2004). **Plano Diretor Participativo: Guia para a Elaboração pelos Municípios e Cidadãos**. Rolnik, R.; Pinheiro, O.; (coord. geral) Brasília, DF: Ministério das Cidades.
- Canepa, C. (2007). **Cidades sustentáveis: o município como lócus da sustentabilidade**. São Paulo: RCS.
- Capra, F. (1982) **O Ponto de Mutação**. São Paulo: Editora Cultrix.
- IBGE. (2010). **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>
- Malaguti, R. (2014). **Modelo Conceitual da Visão Sistêmica Aplicado às Cidades e ao Diagnóstico Municipal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – PEU/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Maricá (2013). **Maricá: Céu, Sol e Mar**. Cartilha de Apresentação Institucional. Prefeitura Municipal de Maricá.
- Mcharg, I. (1969). **Design with nature**. Nova York: Natural History Press. Garden City.
- Rogers, R.; Gumuchdjan, P. (2000). **Ciudades para un Pequeño Planeta**. 1nd ed., Barcelona: Gustavo Gili.
- Sachs, I. (1993). **Estratégias de Transição para o Século XXI, Desenvolvimento e Meio Ambiente**, São Paulo: Studio Nobel.
- Xavier-da-Silva, J.; Souza, M. (1987). **Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ.

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

UFMT, Programa de Pós-graduação em Física
Ambiental
Cuiabá – MT

Flávia Maria de Moura Santos

UFMT, Programa de Pós-graduação em Física
Ambiental
Cuiabá – MT

Marcos Valin de Oliveira Jr

UFMT, Programa de Pós-graduação em Física
Ambiental
Cuiabá – MT

Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

UFMT, Programa de Pós-graduação em Física
Ambiental
Cuiabá – MT

Fernanda Miguel Franco

IFMT, Instituto Federal de Mato Grosso
Cáceres – MT

José de Souza Nogueira

UFMT, Programa de Pós-graduação em Física
Ambiental
Cuiabá – MT

Marcelo Sacardi Biudes

UFMT, Programa de Pós-graduação em Física
Ambiental
Cuiabá – MT

Carlo Ralph De Musis

UFMT, Programa de Pós-graduação em Física
Ambiental

Cuiabá – MT

RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi analisar a temperatura interna e superficial em diferentes superfícies de revestimentos urbanos (solo, concreto e asfalto), sob as copas das espécies arbóreas oiti (*Licania tomentosa*) e mangueira (*Mangifera indica*), nos períodos quenteseco e quente-úmido de 2015 na cidade de Cuiabá-MT. Como referencial para comparação foi utilizado um local sem sombreamento com esses mesmos revestimentos. Foram coletados dados de temperatura interna e superficial dos revestimentos, temperatura e umidade relativa do ar nos três ambientes (oiti, mangueira e sem sombreamento) e em três diferentes horários: 8h, 14h e 20h. Os resultados indicam que os revestimentos sob a copa da espécie arbórea mangueira obtiveram os melhores desempenhos térmicos internos. O solo foi o material que obteve o melhor desempenho térmico internamente nos dois períodos e superficialmente no período quente-úmido. Portanto é notório a importância dos estudos desenvolvidos nas áreas urbanas sobre a mitigação da arborização em proporcionar melhor conforto térmico, principalmente em regiões de clima quente como Cuiabá-MT.

PALAVRAS-CHAVE: Sombreamento arbóreo,

ANALYSIS OF INTERNAL AND SURFACE TEMPERATURES IN DIFFERENT URBAN COVERINGS UNDER OITI TREE COVERS (LICANIA TOMENTOSA) AND TREE MANGO (MANGIFERA INDICA) IN CUIABÁ -MT

ABSTRACT: The objective of this research was to analyze the internal and superficial temperature in different surfaces of urban coverings (soil, concrete and asphalt), under the crowns of oiti tree species (*Licania tomentosa*) and mango tree (*Mangifera indica*), during hot and humid periods of 2015 in the city of Cuiabá-MT. As a reference for comparison, an unshaded site with these same coatings was used. Surface and internal temperature data of the coatings, temperature and relative humidity of the air in the three environments (oiti, hose and without shade) were collected and in three different schedules: 8h, 14h and 20h. The results indicate that the coverings under the canopy tree hose obtained the best internal thermal performances. The soil was the material that obtained the best thermal performance internally in both periods and superficially in the hot-humid period. Therefore, the importance of the studies developed in urban areas on the mitigation of afforestation to provide better thermal comfort, especially in hot climates such as Cuiabá-MT, is of great importance.

KEYWORDS: Tree shading, building materials and climatology.

1 | INTRODUÇÃO

O clima urbano é determinado por um conjunto de condições climáticas que prevalece em uma grande área metropolitana, [...] resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada limite urbana (MONTEIRO E MENDONÇA, 2003) e que difere do clima de seu entorno rural. As diferenças de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, e quantidade de precipitação, são marcantes em relação ao entorno das grandes cidades. Estas diferenças são atribuíveis, em grande parte, à alteração do terreno natural, por meio de construção de estruturas artificiais e rugosas. Por exemplo, edifícios altos, ruas pavimentadas e estacionamentos, que afetam o fluxo de vento, precipitação e o balanço energético de uma localidade.

Uma das alternativas que podem contribuir para tornar os ambientes confortáveis termicamente é a arborização urbana. As principais características citadas por pesquisadores sobre os benefícios da vegetação são: redução da passagem dos raios solares sobre a superfície (MAHMOUD, 2011), atenuação do ruído, redução da poluição do ar (LOMBARDO 1990; GUZZO, 1998), redução do consumo de energia (GONÇALVES et al., 2012), melhoria da estética e a qualidade do ambiente (DOBBERT, 2015). Quando bem planejada, a arborização proporciona valorização nos espaços urbanas e nas edificações que estão próximas (GONÇALVES et al., 2012). Estudos neste contexto mostram que locais com espaços públicos de qualidade tendem a favorecer a permanência dos indivíduos, aumentando assim a ocorrência de

desenvolvimento naquele local, devido a sensação de bem-estar que proporcionam (OLIVEIRA, 2011).

As espécies arbóreas estudadas foram oiti e mangueira por serem comumente utilizadas nas cidades. A oiti é amplamente empregada na arborização em Mato Grosso, por sua excepcional adaptação as condições locais e devido às alterações microclimáticas positivas em função do sombreamento promovido (ALMEIDA JÚNIOR, 2005). Já a espécie mangueira, segundo Andrade (2003) foi a que mais se destacou na arborização de Belém, por atender perfeitamente a problemática ambiental da cidade ao criar um microclima agradável, paisagem contemplativa e viridente, bem-estar significativo, formação de túneis verdes nas ruas e avenidas da cidade, além de ter rápido crescimento, folhagem densa e beneficiar com uma ampla sombra.

O objetivo desta pesquisa foi analisar a temperatura interna e superficial em diferentes amostras de revestimentos urbanos (solo, concreto e asfalto), sob as copas das espécies arbóreas oiti e mangueira, nos períodos quente-seco e quente-úmido de 2015 na cidade de Cuiabá-MT. Como referencial foi utilizado um local sem sombreamento arbóreo com esses mesmos revestimentos a fim de verificar o impacto do sombreamento arbóreo no comportamento térmico das diferentes coberturas do solo. Foram coletados dados de temperatura interna e superficial dos revestimentos, temperatura e umidade relativa do ar nos três ambientes (oiti, mangueira e sem sombreamento) e em três diferentes horários: manhã (8h), tarde (14h) e noite (20h). Segundo Franco (2013) a OMM (Organização Mundial de Meteorologia), recomenda que as principais observações meteorológicas de um dia típico devam acontecer às 00 h, 06h, 12 h e 18 h GMT (Greenwich Meridian Time), correspondentes às 20 h, 02 h, 08 h e 14 h, horário de Cuiabá/MT.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Confeção das placas de solo, concreto e asfalto

As placas foram confeccionadas das seguintes formas:

Placa de solo - O solo utilizado nas placas foi da região da Baixada Cuiabana, denominado solo saprolítico de filito (RIBEIRO JÚNIOR, 2006). O solo estava com 21% de umidade ao ser compactado por um soquete cilíndrico de concreto (15x30 cm) em fôrma de madeira. As dimensões das placas de solos foram 60x60x10 cm, possuindo 3 unidades, conforme Figura 1.

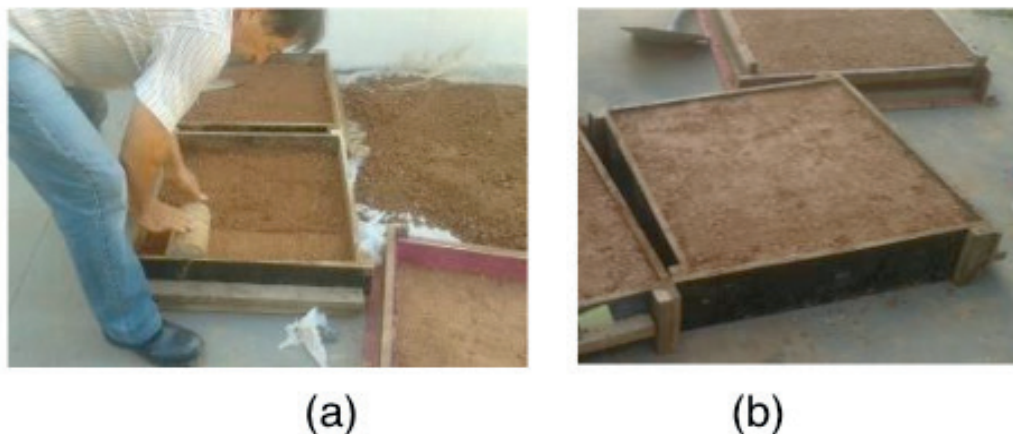


Figura 1 - Placas de solo – (a) compactando o solo na placa – (b) as placas prontas

Placa de concreto - O concreto foi dosado na betoneira com o traço (1:2.12:2.88:0.5 - cimento:areia:brita:água), lançado, e adensado com uma haste metálica em fôrmas de madeira. Após a concretagem foram colocados em câmara úmida (por 24h) e em seguida foram desmoldados das fôrmas de madeira e executado o processo de cura, que foi realizada durante 7 dias, através de molhagem com água, sendo, na sequência, cobertas por lona. As dimensões das placas de concreto foram de 30x30x10 cm, sendo confeccionadas 8 unidades. Tal opção foi escolhida por causa da dificuldade de manuseio de placas com maiores dimensões, devido ao peso elevado para o transporte (Figura 2).

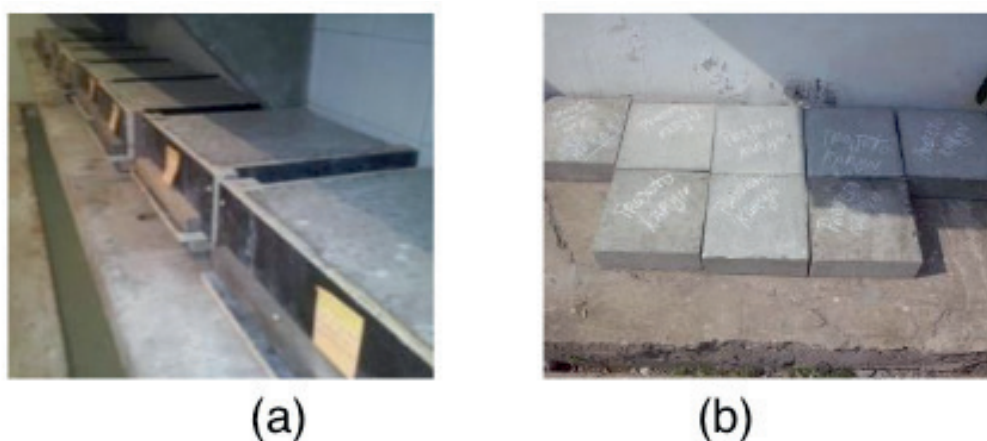


Figura 2 - Placas de concreto - (a) com as fôrmas de madeira - (b) as placas prontas

Placa de asfalto - A placa de asfalto foi confeccionada com traço (1:4,81:10,3:2,06:0,3 - emulsão:areia:pedrisco:brita:água) de pré-misturado à frio (PMF), muito utilizado em "tapa buracos" nas cidades. O ligante usado foi a emulsão asfáltica (RL 1C) e os agregados foram: areia, pedrisco e brita 1. O material foi homogeneizado, lançado e compactado com soquete padrão de asfalto na forma de madeira. Segundo Brasquímica (2015), a emulsão asfáltica RL 1C é "um sistema que, constituído de uma fase asfáltica (glóbulos com diâmetro médio de 3 micras) dispersa em uma fase aquosa química tenso-ativa, foi desenvolvido para aplicação à temperatura

ambiente em serviços de pavimentação asfáltica". A cura da mistura asfáltica foi processada pela evaporação da umidade contida na mesma. As dimensões das placas de asfalto foram de 30x30x10 cm, sendo inviável confeccionar em maiores dimensões por causa do peso elevado para transporte. O total de placas confeccionadas foram 8 (oito) e não foram retiradas das formas, pois os materiais não estavam totalmente solidificados (Figura 3).



Figura 3 - Placa de asfalto

2.2 Medições de temperatura interna das placas

Os sensores dataloggers utilizados foram do modelo HOBO U12-012, com cabo externo TMC20-HB, que mediram as temperaturas internas dos diferentes materiais. Os sensores dataloggers foram aferidos, com intuito de verificar se estavam medindo valores equivalentes. Ao fazer uma regressão linear simples foi verificado que estavam aptos a serem usados. Após a aferição os sensores foram colocados em abrigos do tipo pote de sorvete.

Os sensores dataloggers foram instalados em três situações distintas: sob a copa das espécies arbóreas oiti (Figura 4 a) e mangueira (Figura 4 b) e noutra local sem sombreamento arbóreo (Figura 4 c), que estavam protegidos pelo abrigo.



Figura 4 - Diferentes cenários - (a) copa da espécie oiti - (b) copa espécie mangueira - (c) atrás do quebra-sol denominado "sem sombreamento"

Foram realizadas nas placas de cada material uma perfuração com profundidade de 5 cm no seu centro, com equipamento furadeira com bitola de 10 mm (Figura 5 a), e dentro do orifício foi inserido um tubo de plástico para garantir a profundidade desejada (Figura 5 b). Os cabos com sensores externos foram instalados nos orifícios com os tubos de plástico juntos.

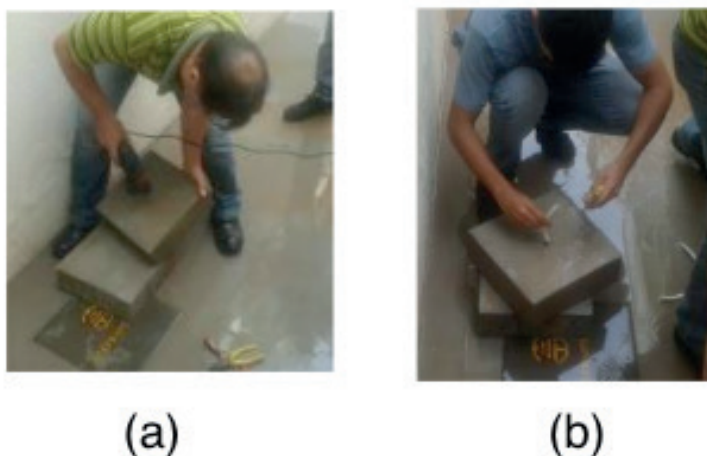


Figura 5 - Perfuração das placas com a furadeira (a), inserindo o tubo de plástico no orifício (b) e as placas com os tubos de plásticos inserido (c)

As placas de concreto e asfalto foram confeccionadas com os tamanhos reduzido pela dificuldade de manuseio, por terem peso específico elevado, as áreas das placas variaram de 0,12 a 0,36 m², as placas de concreto e asfalto foram confeccionadas no mesmo tamanho (Figura 6).

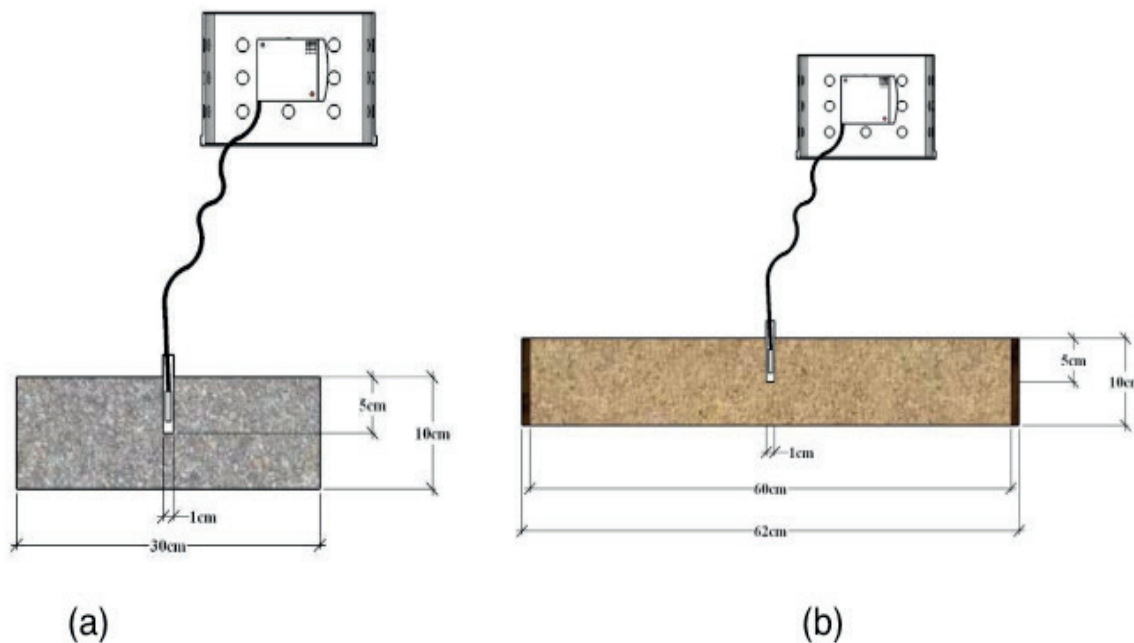


Figura 6 - Placa de concreto/asfalto (a) e solo (b), com os sensores externos inseridos e suas dimensões

As coletas de dados do período quente-úmido, foram realizadas no mês de abril e no período quente-seco no mês de agosto no ano de 2015. Os sensores *dataloggers* foram programados para registrarem os dados a cada 10 minutos, sendo posteriormente feito as médias horárias.

2.3 Medições de temperatura superficial (termômetro digital), temperatura do ar e umidade relativa do ar (termo-higroanemômetro)

Os dados de temperatura superficial foram coletados em conjunto com a temperatura do ar e umidade do ar, nos três períodos do dia (manhã, tarde e noite) às 08h; 14h e 20h, conforme as recomendações da OMM (Organização Mundial de Meteorologia). Todas as placas foram identificadas com números para ter uma sequência das medições.

A coleta de temperatura do ar e umidade relativa do ar (transecto móvel) foi realizada uma em cada cenário por horário (Figura 7 a). E a temperatura superficial foi realizada em cada material, ou seja, três coletas por cenário por horário. O termômetro mira laser foi acionado no centro de cada placa, conforme a Figura 7 (b, c e d)



Figura 7 – Coleta de temperatura e umidade relativa do ar, por meio do transecto móvel (a) e coleta da temperatura superficial, por meio do termômetro digital a laser, revestimento de asfalto (b), revestimento de solo (c) e revestimento de concreto (d)

3 | RESULTADO E DISCUSSÕES

3.1 Comparativo entre as temperaturas internas e superficiais nos diferentes horários

Os comportamentos térmicos internos e superficiais tenderam ao mesmo resultado no horário da manhã. No período quente-seco as temperaturas superficiais e internas foram menores nos diferentes materiais na espécie mangueira e maiores na situação sem sombreamento. No período quente-úmido o material solo obteve menor temperatura (interna e superficial) na espécie oiti, porém nos demais materiais continuaram sendo na espécie mangueira as temperaturas mais amenas. Os materiais que apresentaram os melhores desempenhos térmico nos diferentes cenários foram o concreto e o solo nos períodos quente-seco e quente-úmido respectivamente (Figura 8).

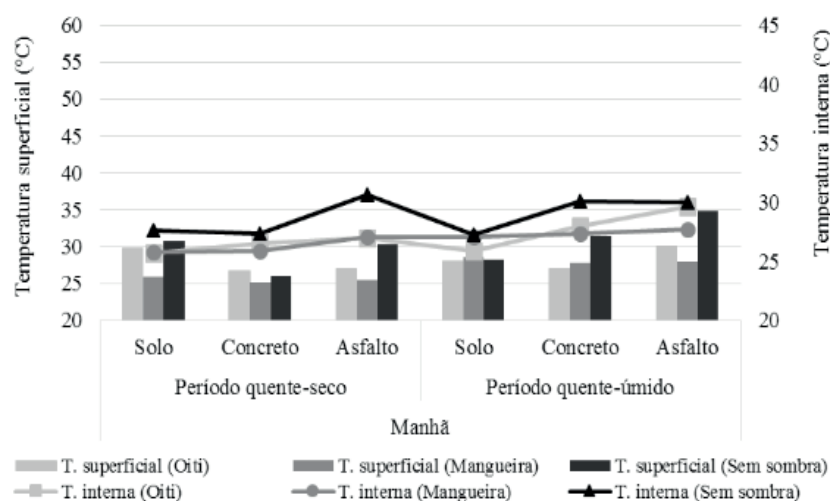


Figura 8 - Comparação da temperatura interna e superficial no horário da manhã

No horário da tarde foi o cenário da espécie mangueira que apresentou as menores temperaturas internas e superficiais nos diferentes materiais e nos dois períodos. As maiores temperaturas internas foram no local sem sombreamento, porém na temperatura superficial variou entre a espécie oiti e o local sem sombreamento. O material que apresentou melhor desempenho térmico interno nos dois períodos foi o solo, no entanto na temperatura superficial foi o concreto (Figura 9).

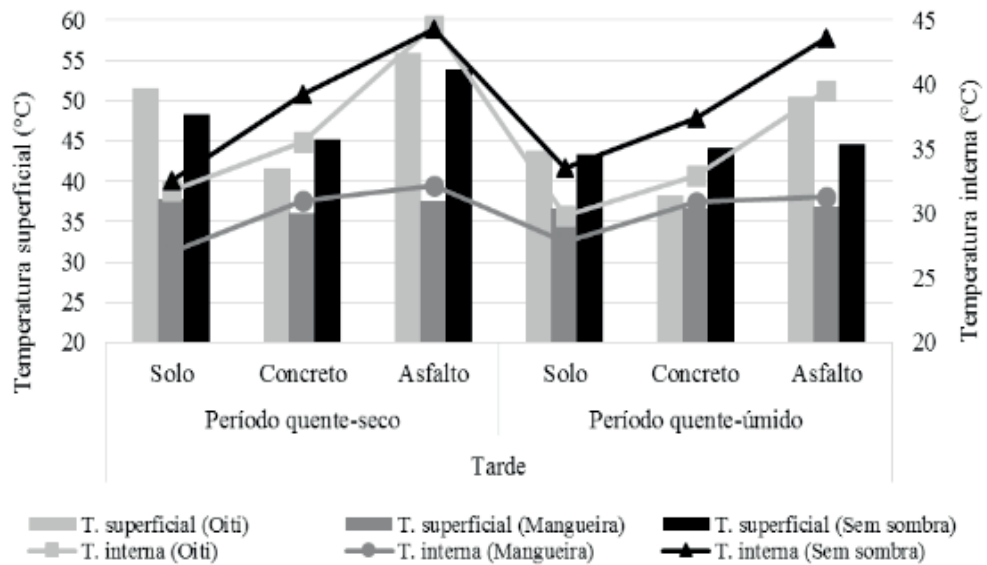


Figura 9 - Comparação da temperatura interna e superficial no horário da tarde

No horário da noite as variações da temperatura interna e superficial nos diferentes materiais foi menor que nos outros horários. A temperatura interna foi menor na espécie mangueira nos dois períodos e as maiores temperaturas oscilaram entre a espécie oiti e o local sem sombreamento (Figura 10).

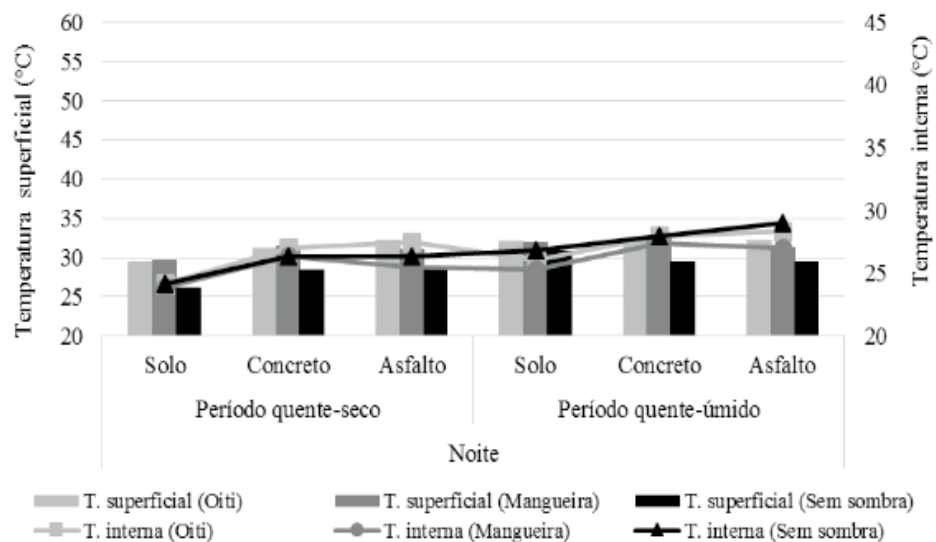


Figura 10 - Comparação da temperatura interna e superficial no horário da noite

A temperatura superficial foi menor no cenário sem sombreamento (no período quente-seco devido ao sombreamento do prédio e no período quente-úmido devido ao local ser gramado) e esse comportamento ocorreu em todos os materiais. As maiores temperaturas superficiais variaram entre as espécies.

3.2 Temperatura superficial (termômetro digital), temperatura do ar e umidade relativa do ar (termo-higrô-anemômetro)

No período da manhã (8h) as medições de temperatura do ar e umidade relativa do ar nos cenários com vegetação no mesmo período (quente-seco ou quente-úmido) não apresentaram variações expressivas, com uma diferença de 0,08°C (oiti e mangueira – período quente-seco), na umidade relativa do ar a variação foi de apenas 0,26% (oiti e mangueira – período quente-seco), conforme a Figura 11.

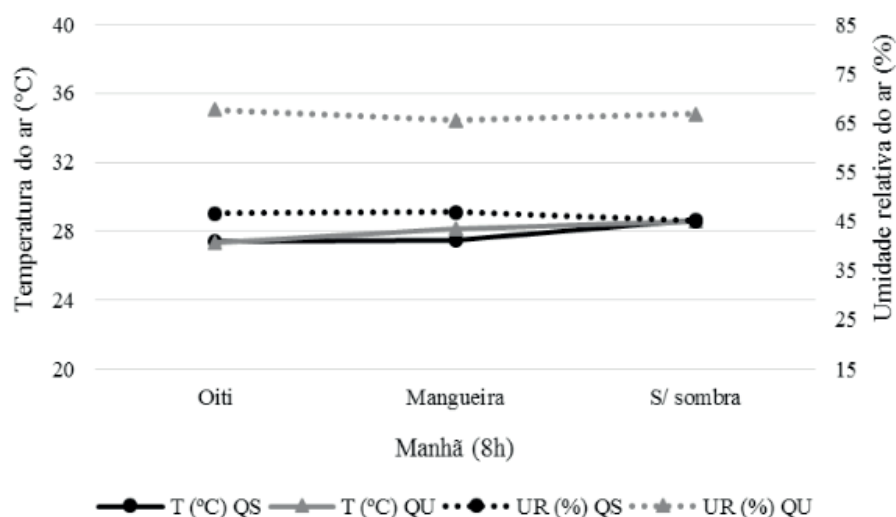


Figura 11 - Temperatura do ar e umidade relativa do ar nos diferentes cenários e períodos, no horário da manhã

No período quente-úmido as variações foram de 0,81°C (oiti e mangueira) na temperatura do ar e na umidade relativa do ar de 2,12% (oiti e mangueira), mais elevado que no período quente-seco.

As variações de temperatura e umidade relativa do ar entre os cenários arborizados com o não arborizado no período quente-seco foram de -1,23°C (Ta) e de 1,57% (UR) entre a espécie oiti e sem sombra. Na espécie mangueira com o cenário sem arborização as variações foram de -1,15°C (Ta) e de 1,83% (UR). No período quente-úmido as diferenças foram de -1,23°C (Ta) e de 0,79% (UR) entre a espécie oiti e sem sombra. Na espécie mangueira com o cenário sem arborização as variações foram de -0,42°C (Ta) e de -1,33% (UR).

Na cidade de Cuiabá, Oliveira (2011), analisou duas praças públicas, onde no período quente-seco, a temperatura do ar sob copas das árvores obteve uma redução

em média de 0,45°C e no período quente-úmido uma redução em média foi de 0,3°C.

Na parte da manhã as temperaturas do ar nos diferentes períodos (quente-seco e quente-úmido) não apresentaram diferenças significativas (0,07°C para oiti e sem sombra e 0,66°C para mangueira) no entanto a umidade relativa do ar, registrou diferenças de até 21,76% (sem sombra).

Segundo Maciel et al. (2011), no período matutino os pontos de coleta ainda estão começando a receber a radiação solar, portanto, as diferenças de temperatura devido à incidência solar ainda não são tão expressivas.

No período da tarde (14h) as medições de temperatura do ar e umidade relativa do ar apresentam as maiores variações entre os períodos (quente-seco e quente-úmido) com diferença de 6,43°C/-34,45% (oiti), de 4,81°C/-31,73% (mangueira) e de 3,92°C/-28,32% (sem sombra), Figura 12.

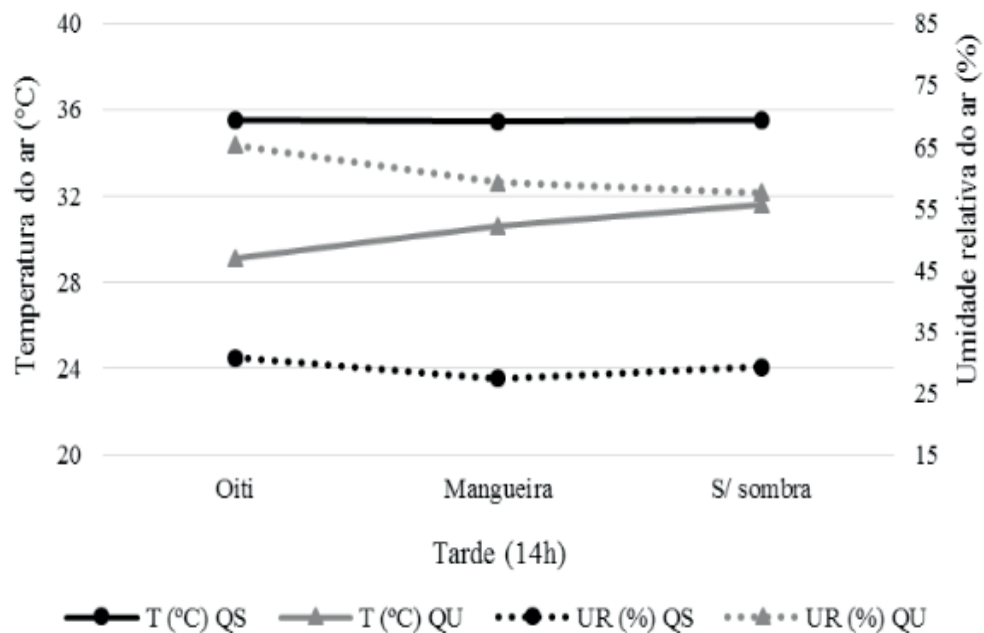


Figura 12 - Temperatura do ar e umidade relativa do ar nos diferentes cenários e períodos, no horário da tarde

As variações de temperatura e umidade relativa do ar entre os cenários arborizados com o não arborizado no período quente-seco foram de 0,01°C (Ta) e de 1,57% (UR) entre a espécie oiti e sem sombra. Na espécie mangueira com o cenário sem arborização as variações foram de -0,08°C (Ta) e de -1,8% (UR). No período quente-úmido as diferenças foram de de -2,5°C (Ta) e de 7,7% (UR) entre a espécie oiti e sem sombra. Na espécie mangueira com o cenário sem arborização as variações foram de -0,97°C (Ta) e de 1,61% (UR).

Em estudos desenvolvidos por Fontes e Delbin (2001) em dois espaços públicos abertos na cidade de Bauru/SP (um com expressiva área verde e outro com pouca arborização), foram encontradas diferenças de temperaturas de até 3°C.

Segundo Maciel et al. (2011), no horário das 14h, todas as maiores temperaturas

médias foram registradas nos locais com características predominantemente urbanas (materiais com baixo albedo, bastante massa construída e pouca –ou nenhuma, em alguns casos – vegetação). Em contraponto, todas as menores temperaturas médias foram registradas nos locais com vegetação e sombreamento, demonstrando o potencial de amenizarem o rigor climático característico da região de Cuiabá.

No período da noite (20h) as medições de temperatura do ar e umidade relativa do ar variaram entre os períodos (quente-seco e quente-úmido) com diferença de 2,06°C/28,15% (oiti), de 2,09°C/-28,81% (mangueira) e de 2,38°C/-30,17% (sem sombra).

As variações de temperatura e umidade relativa do ar entre os cenários arborizados com o não arborizado no período quente-seco foram de 0,14°C (Ta) e de -0,54% (UR) entre a espécie oiti e sem sombra. Na espécie mangueira com o cenário sem arborização as variações foram de -0,15°C (Ta) e de 0,26% (UR). No período quente-úmido as diferenças foram de 0,46°C (Ta) e de -2,56% (UR) entre a espécie oiti e sem sombra. Na espécie mangueira com o cenário sem arborização as variações foram de 0,14°C (Ta) e de -1,1% (UR), conforme a Figura 13.

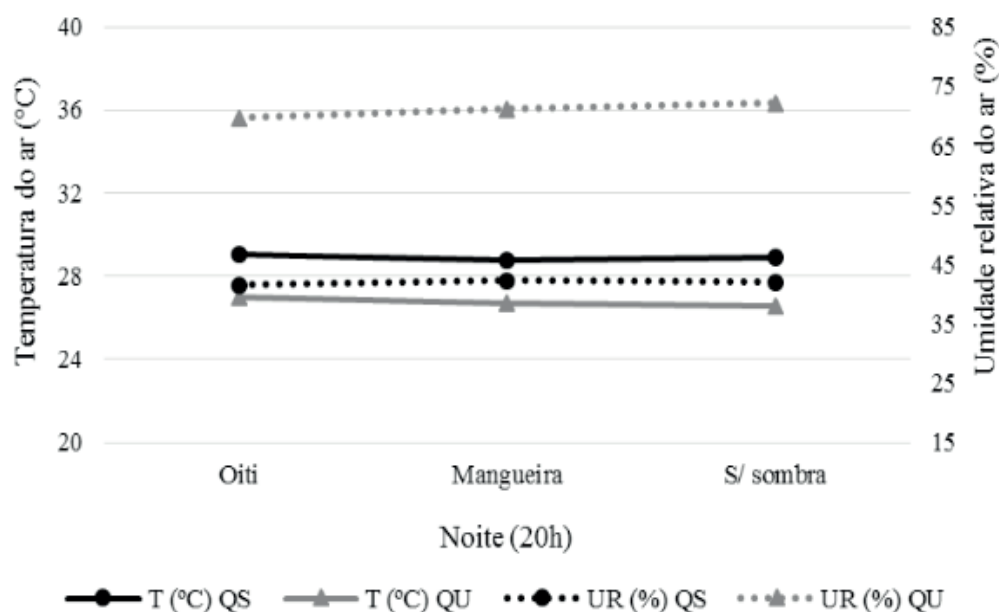


Figura 13 - Temperatura do ar e umidade relativa do ar nos diferentes cenários e períodos, no horário da noite

Segundo Maciel *et al.* (2011), no horário da noite (20h), a porção urbana recebeu radiação proveniente do sol durante todo o dia e, após o pôr-do-sol inicia então o processo de reemissão desta energia absorvida, de acordo com as características dos materiais constituintes, Oke (1981) afirma que este horário é o mais propício para a identificação da ilha de calor, pois o resfriamento das áreas mais afastadas e com características rurais é mais significativo do que em áreas urbanas.

3.3 Análise estatística

As comparações múltiplas pelo teste de Tukey, da temperatura interna nos diferentes materiais (solo, concreto e asfalto) e nos diferentes cenários (mangueira, oiti e sem sombreamento) apresentaram diferenças significativas entre si, ou seja, valores menores que 0,05.

A análise da variação (ANOVA, $\alpha < 0,05$), seguida pelo teste de Tamhane mostrou haver diferenças significativas entre as médias da temperatura superficial, temperatura do ar e umidade do ar, nos horários das 8h e 14h.

No entanto a comparação entre os horários das 8h e 20h, obtiveram um nível de significância igual a 0,933, 0,967 e 1 para temperatura superficial, temperatura do ar e umidade do ar, respectivamente, ou seja, não possuem diferenças significativas, podendo-se afirmar que esses horários apresentam comportamentos térmicos próximos.

Já as comparações de temperatura superficial, temperatura do ar e umidade do nos diferentes locais e materiais foram superiores a 0,05, mostrando que não apresentam diferenças significativas.

4 | CONCLUSÃO

De acordo com os estudos realizados, a espécie arbórea que obteve o melhor desempenho térmico interno nos diferentes materiais, nos dois períodos (quente-seco e quente-úmido) e menor amplitude térmica foi a mangueira. O solo foi o material que apresentou menores temperaturas internas no período quente-úmido e nos diferentes locais. Esse fato é devido a propriedade do material ser permeável que contribui para diminuição da temperatura devido ao processo evaporativo da água armazenada.

No período quente-seco os materiais solo e concreto tiveram comportamento térmico interno similares. Nos três cenários o material asfalto apresentou as maiores temperaturas internas e superficiais.

Nas análises do comportamento da temperatura e umidade do ar entre os ambientes sombreados pelas espécies arbóreas oiti e mangueira, em relação ao local não sombreados, observou-se que a vegetação amenizou a temperatura do ar sob as árvores nos dois períodos, porém sendo evidente no período quente-seco, e na espécie oiti. A umidade relativa também apresentou o mesmo comportamento.

Não foi verificada diferenças estatisticamente significativas para as temperaturas superficiais nos diferentes locais (com e sem sombreamentos arbóreo) e nos diferentes materiais urbanos (solo, concreto e asfalto). Contudo nas temperaturas internas foi detectado diferenças significativas entre os diferentes locais, materiais e horas. A maior diferença térmica interna entre os dois períodos ocorreu no horário da tarde.

Os resultados mostraram melhores desempenhos térmicos nas áreas com

sombreamento arbóreo. Cabe ressaltar a importância da arborização nas cidades para proporcionar melhor conforto térmico aos usuários, pois ao utilizar-se da arborização urbana, as contribuições e benefícios são de estratégias de resfriamento evaporativo, umidificação, melhoramento do microclima e o seu entorno, que resultará em um ambiente externo mais atrativo e adequados ao uso, principalmente em região com temperatura elevadas.

REFERÊNCIAS

Almeida Júnior, N. L. (2005). Estudo de clima urbano: uma proposta metodológica. Dissertação (Mestre em Física e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

Andrade, V. R. O. (2003) Antônio Lemos e as obras de melhoramentos urbanos em Belém: A praça da república como estudo de caso. Dissertação (Mestrado em arquitetura) - FAU/Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

Brasquímica, Produtos asfálticos. Disponível em:

<http://www.brasquimica.com.br/produtos/prg_pro.cfm?cod=13>. Acesso em 10 jun 2015.

Dobbert, L. Y. (2015) Arborização na cidade de Campinas/SP-percepção e conforto. Tese (Doutorado) Programa Recursos Florestais, Universidade de São Paulo, 187f.

Franco, F. M. (2013) Análise do comportamento termo-higrométrico urbano sob a ótica do uso e ocupação do solo em Cuiabá – MT. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá.

Fontes, M. S. G. C. e Delbin, S. (2001) A qualidade climática de espaços públicos urbanos. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, VI; Encontro LatinoAmericano de Conforto no Ambiente Construído, III, São Pedro, **Anais**. São Pedro: ANTAC, 155-158.

Gonçalves, A., Camargo, L. S. e Soares, P. F. (2012) Influência da vegetação no conforto térmico urbano: Estudo de caso na cidade de Maringá-Paraná. **Anais do III Seminário de Pós-Graduação em Engenharia Urbana**.

Guzzo, P. (1998) Estudo dos espaços livres de uso público da cidade de Ribeirão Preto/SP, com detalhamento da cobertura vegetal e áreas verdes de dois setores urbanos, Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 125p.

Lombardo, M. A. (1990) Ilha de Calor nas Metrópoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Ed. Hucitec.

Maciel, C. R., Nogueira, M. C. J. A. e Nogueira, J. S. (2011) Cobertura do solo e sua influência na temperatura de microclimas urbanos na cidade de Cuiabá - MT. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, 12(39), 40-57.

Mahmoud, A. H. A. (2011) Analysis of the microclimatic and human comfort conditions in an urban park in hot and arid regions. **Building and Environment**, Oxford, 46, 26412656.

Monteiro, C. A. F. e Mendonça, F. (2003) **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto.

Oliveira, A. S. (2011) Influência da vegetação arbórea no microclima e uso de praças públicas. Cuiabá, Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, 146f.

Oke, T. R. (1981) Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations, **Journal of Climatology**, 1.

Ribeiro Júnior, I. (2003) Estabilização da Expansão do Solo Saprolítico de Filito com Cal Hidratada Cálcica. Trabalho de conclusão de curso. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

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

Sofia Campus Christopoulos

Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação Dinâmica do Espaço Habitado – DEHA.
Maceió – Alagoas

Clarice Gavazza dos Santos Prado

Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação Dinâmica do Espaço Habitado – DEHA.
Maceió – Alagoas

Patrícia Cunha Ferreira Barros

Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação Dinâmica do Espaço Habitado – DEHA.
Maceió – Alagoas

Ricardo Victor Rodrigues Barbosa

Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação Dinâmica do Espaço Habitado – DEHA.
Maceió – Alagoas

RESUMO: A pesquisa objetivou avaliar a influência da ocupação do solo no microclima do Hospital do Açúcar, em Maceió - Alagoas, Brasil. O procedimento metodológico consistiu em simulação computacional com software ENVI-met 4. Foi feito monitoramento de dados

microclimáticos – temperatura, umidade relativa e velocidade do ar – em quatro pontos dentro da área do hospital que foram adotados como referência. Posteriormente, analisou-se dois cenários de ocupação: o atual, com presença de vegetação, e outro, substituindo parte da vegetação por área de estacionamento. Os resultados mostraram que a presença da pavimentação no segundo cenário proporcionou acréscimo na temperatura do ar de até 0,8°C, e redução de até 3,8% na umidade relativa do ar, além de incremento na velocidade do vento. As simulações mostraram que a eliminação da área arborizada para ampliação do estacionamento e consequente impermeabilização do solo, trará prejuízos ao microclima das áreas externas do hospital, propícias para fins terapêuticos.

PALAVRAS-CHAVE: Microclima urbano, ocupação do solo, simulação computacional.

INFLUENCE OF SOIL OCCUPATION IN MICROCLIMA: CASE STUDY AT AÇÚCAR HOSPITAL, IN MACEIÓ – ALAGOAS

ABSTRACT: This research aimed to evaluate the influence of soil occupation on the microclimate of the. The methodological procedure consisted of a computer simulation with ENVI-met 4 software. Microclimate data were monitored - temperature, relative humidity and air velocity - at four points within the hospital area that were

adopted as reference. Subsequently, two occupation scenarios were analyzed: the present one, with vegetation present, and another, replacing part of the vegetation with parking area. The results showed that the presence of paving in the second scenario provided an increase in the air temperature up to 0.8°C and a reduction of up to 3.8% in the relative air humidity, as well as an increase in wind speed. The simulations showed that the elimination of the wooded area to expand the parking lot and consequent waterproofing of the soil, will damage the microclimate of the external areas of the hospital, suitable for therapeutic purposes.

KEYWORDS: Urban microclimate, soil occupation, computational simulation.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento desordenado das cidades e a falta de planejamento têm gerado fortes impactos que se refletem na qualidade ambiental e na modificação do microclima de determinados lugares e regiões. Segundo OKE (1996), o clima urbano é a modificação substancial de um clima local como resultado do meio ambiente construído.

O aumento das temperaturas nas áreas urbanas se deve, entre outras coisas, à impermeabilização do solo com construção de edificações e pavimentação de ruas, dificultando a retenção de água na solo, alterando os fluxos de vento, além da supressão da vegetação em áreas urbanas, que possuem um importante papel, influenciando o comportamento térmico dos ambientes. Segundo Givoni (1998):

Green areas around buildings are effective in modifying the thermal environment to which the buildings are exposed, and hence on the thermal performance of the buildings (GIVONI, 1998, p. 304).

Encontramos uma grande diversidade de enfoques na literatura sobre clima urbano, no entanto há consenso no que diz respeito ao papel benéfico exercido pela vegetação no controle da incidência de radiação solar e do ganho de calor, da umidificação e depuração do ar, evidenciando seus efeitos sobre o microclima urbano e à qualidade do ambiente construído, relacionada com o conforto térmico em espaços externos.

Serra (1999, p.10) afirma que o entorno próximo é tão ou mais importante que o clima da região, pois é ele quem gera o microclima de um lugar. Nesse sentido, as áreas verdes urbanas e a vegetação existente em estabelecimentos privados, tem um grande efeito na qualidade de vida dos usuários, seja na melhoria da qualidade do ar, efeito estético, como também psicológico.

Uma das maiores preocupações da arquitetura é o conforto, que se intensifica em construções relacionadas à prestação de serviços de saúde, devido ao valor social que está agregado. Segundo o arquiteto João Filgueiras Lima, “a ventilação natural é um aspecto fundamental a ser considerado no projeto de um edifício hospitalar e

comprovadamente eficiente no combate a infecções hospitalares, evitando ambientes herméticos” (Lima apud MOURA, 2002).

O presente trabalho propôs verificar os benefícios da presença da vegetação no microclima do Hospital do Açúcar, em comparação a um cenário proposto de uma futura ampliação do estacionamento do hospital em área atualmente ocupada pela vegetação, através de simulação no programa ENVI-met 4. A análise foi feita em caráter experimental, na cidade de Maceió, capital do Estado de Alagoas, durante o período da primavera.

2 | OBJETIVO

O trabalho teve como objetivo avaliar a influência da vegetação no microclima do Hospital do Açúcar, na cidade de Maceió, através de simulação no programa ENVI-met 4.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento adotado para o desenvolvimento dessa investigação compreende três etapas distintas. Na primeira etapa buscou-se definir a área de estudo e selecionar os pontos com diferentes arranjos espaciais para realização da coleta de dados. A escolha baseou-se nos seguintes critérios: presença ou ausência de vegetação arbórea; presença ou ausência de edificações; tipo de pavimentação.

Na segunda etapa, houve o monitoramento dos valores de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento com o termohidroanemômetro, por três dias, em quatro pontos distintos, nos horários de 9h00, 15h00 e 21h00.

A terceira e última etapa consistiu em duas simulações no programa ENVI-met 4, usando os dados do INMET do dia 26/11/2014, sendo a simulação 1 com a implantação atual, e a simulação 2 do cenário proposto – com a ampliação da área de estacionamento, substituindo as áreas vegetadas, usando os dados INMET do dia 26/11/2014.

3.1 Área de estudo

O Hospital do Açúcar está localizado a 9°37'26.5" de latitude sul e 35°44'09.5" de longitude Oeste, na cidade de Maceió, Estado de Alagoas. Foi inaugurado no ano de 1949, no bairro do Farol, situado em uma área de 116.734,61 m², das quais 14.226,72 m² corresponde à área construída e 28.596 m² de áreas verdes, aproximadamente (ver Fig. 1).

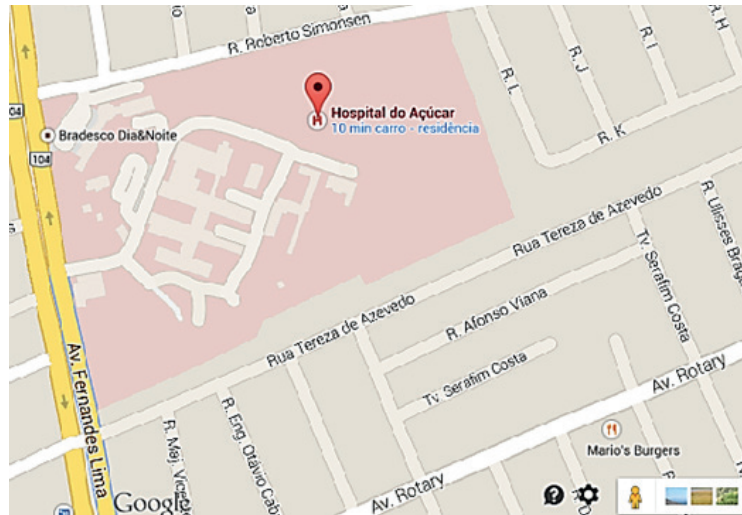


Fig. 1 Localização da área de estudo – Hospital do Açúcar.

Fonte: Google earth.

3.2 Unidades amostrais

Foram coletados dados em quatro pontos da área de estudo com diferentes arranjos espaciais e características físicas bem distintas, com o objetivo de investigar a influência destes arranjos nos valores de temperatura, umidade e velocidade do vento aferidos durante as medições. (ver Fig. 2)



Fig. 2 Localização dos pontos de medições dos dados – Hospital do Açúcar.

Fonte: Google earth.

As características das quatro unidades amostrais são apresentas na Tabela 1.

PONTO	SOLO		TIPOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES	TRÁFEGO DE VEÍCULOS	VEGETAÇÃO
	OCUPAÇÃO	COBERTURA			
1	————	Solo nú	————	————	Presente
2	Intensa	Calçamento	3 Pavimentos	Moderado	Ausente
3	————	Solo nú	————	Fraco	Ausente
4	Baixa	Asfalto	Térreo	Intenso	Ausente

Tabela 1: Características das unidades amostrais.

Fonte: Autores (2014)

3.3 Período de monitoramento

Com a definição da área de estudo e a seleção dos pontos de coletas nos diferentes arranjos espaciais foi realizado o monitoramento dos valores da temperatura, umidade relativa do ar e a velocidade do vento, dando início à segunda etapa da pesquisa, que se baseou em Monteiro (1976) “a pesquisa do clima da cidade implica obrigatoriamente em observação complementar fixa permanente, bem como o trabalho de campo com observações móveis e episódicas”.

A cidade de Maceió encontra-se na zona climática intertropical, com baixas latitudes, forte incidência da radiação solar e grande influência da maritimidade. Devido a isso, apresenta um clima quente e úmido com duas estações do ano bem definidas: verão com temperaturas elevadas em torno de 27,9°, geralmente nos meses de outubro a março, com baixa pluviosidade, e inverno normalmente nos meses de abril a setembro, com temperaturas médias a amenas, e alta pluviosidade, de acordo com a análise das Normas Climatológicas de 1961-1990 do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (BRASIL, 1992).

Para a realização das medições fez-se uso do equipamento denominado Termo-higro-anemômetro digital portátil com ventoinha (ver Fig. 3) posicionado a 1,10m de altura do terreno conforme recomendação de MAYER, HÖPE (1987) para o monitoramento da temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, nos dias 24, 26 e 27 no mês de novembro de 2014, nos horários: 9h00, 15h00 e 21h00.



Fig. 3 Termo-higro-anemômetro digital portátil

Fonte: <http://www2.ciashop.com.br/instrutherm>

Os registros foram realizados em boas condições do tempo, tais como: céu limpo e ausência de precipitações, e tomou-se também o cuidado com o sombreamento dos sensores no momento das medições, evitando a incidência da radiação solar direta sobre o equipamento, a fim de prevenir possíveis erros na coleta de dados. As medições serviram como referência microclimática da área, e foram comparadas aos dados do INMET do dia 26 de novembro de 2014 (ver Tabela 2) constatando-se que apesar das diferenças entre os valores, a variação ao longo do dia entre as duas fontes de dados é compatível no que diz respeito a variação ao longo do dia.

	09h00		15h00		21h00	
26/11/2014	Média das medições	INMET	Média das medições	INMET	Média das medições	INMET
Temperatura	29,45°C	27,5° C	28° C	27,8° C	25,37° C	21,4° C
Umidade Relativa do Ar	57,15% RH	63% RH	56% RH	57% RH	67,7% RH	84% RH
Velocidade do Ar	1,2 m/s	1,2 m/s	2,3 m/s	3,3 m/s	0,87 m/s	2,2 m/s

Tabela 2 Dados obtidos no local em comparação com os dados obtidos no INMET.

Fonte: INMET, 2014.

Deve-se considerar que os dados obtidos nas medições são específicos da área do Hospital do Açúcar em seus diferentes arranjos e foram comparados aos dados gerais do INMET da cidade de Maceió. Além de não desprezar os dados técnicos apresentados no manual do Termo-higro-anemômetro utilizado para coleta, onde diz que a precisão para temperatura é de aproximadamente +/- 0,8 °C, para umidade é de +/-3% e +/- 2 % para velocidade do vento.

A partir daí definiu-se que a simulação seria realizada utilizando dados do INMET referentes ao período de 24 horas que se iniciou às 21h00min do dia 26 de novembro de 2014

3.4 O Software ENVI-met 4

O software ENVI-met 4 realiza simulações de modelagem do tecido urbano, através de interações entre a superfície, a vegetação e a atmosfera, permitindo inserir vegetação, pavimentação e outros elementos construtivos alterando a morfologia da área a ser estudada.

A data de início da simulação foi 26 de novembro de 2014, às 21h00min e o tempo total de simulação foi de 24 horas, e o intervalo de saída de dados tomada a cada 60 minutos, a velocidade do vento a 10 metros de altura considerada foi de 2.3m/s, e a direção de 28°. A rugosidade no local 0.01, a temperatura atmosférica inicial de 23°C, a umidade relativa de 79%.

A vegetação inserida no modelo consistiu em árvores de 6 a 15 metros de altura, compatíveis com as encontradas no local, bem como foram inseridos a pavimentação,

o solo, asfalto e edificações também compatíveis com o existente no local.

3.5 Análise computacional utilizando o programa ENVI-met 4

A simulação 1 representa o cenário atual do Hospital do Açúcar, onde há uma grande área vegetada próxima no lado esquerdo do terreno. A simulação 2 mostra o cenário proposto, substituindo a área vegetada por uma ampliação do estacionamento, a fim de analisar a influência da vegetação no microclima do Hospital. (ver Fig. 4 e 5)

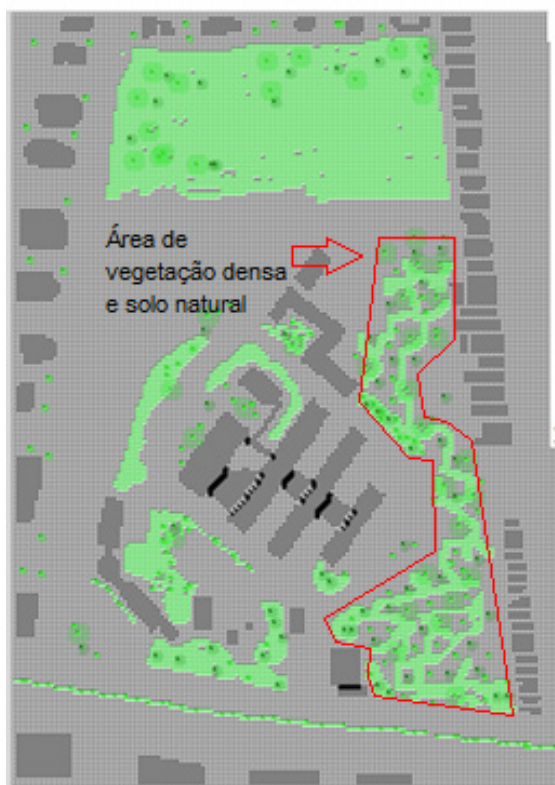


Fig. 4 Simulação 1 - Cenário atual.



Fig. 5 Simulação 2 - Cenário proposto

A mudança do material utilizado no revestimento do piso na substituição da área vegetada por estacionamento, aliada à remoção das árvores aumentou a quantidade de calor absorvido, acarretando aumento da temperatura do ar. O efeito é constatado na comparação entre as simulações 1 e 2, às 9h, na qual a primeira apresentou temperaturas do ar mais baixas nas áreas vegetadas em comparação a segunda, sendo a diferença de até 0,8 °C em alguns pontos. Na edificação principal, não houve diferença significativa. (ver Fig. 6A e 6B)

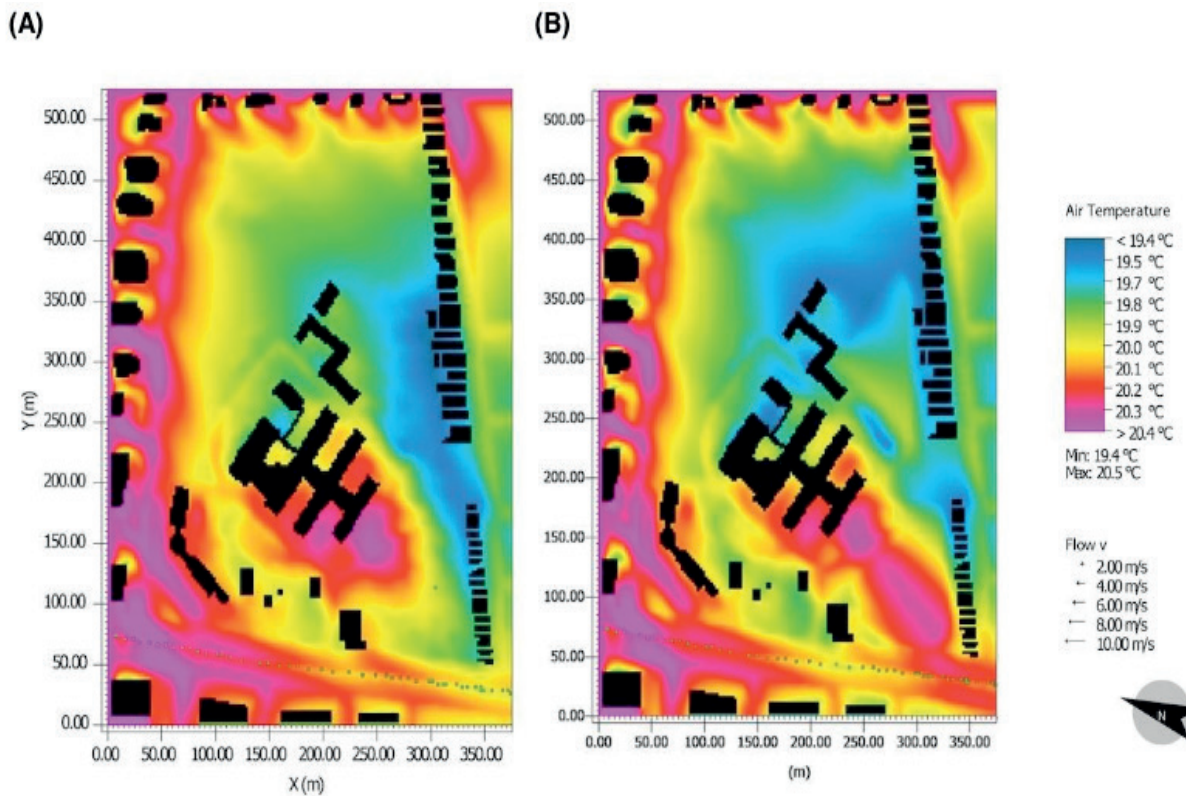


Fig. 6 (A) Simulação 1 e (B) Simulação 2 –temperatura do ar às 9h

Às 15h, as simulações 1 e 2 apresentaram cenários parecidos, não havendo diferença significativa entre as duas simulações. A substituição da vegetação e do solo permeável por pavimento não provocou alteração relevante na temperatura nesse horário. O aumento da temperatura do ar na simulação 2, às 9h, devido a inserção do estacionamento, ocasionou uma diminuição da umidade relativa com diferença de até 3,8% em algumas áreas. Às 15h00min, as duas simulações apresentaram umidades baixas, sendo o maior valor 41% na simulação 1, na área em estudo. (ver Fig. 7A, 7B, 7C e 7D)

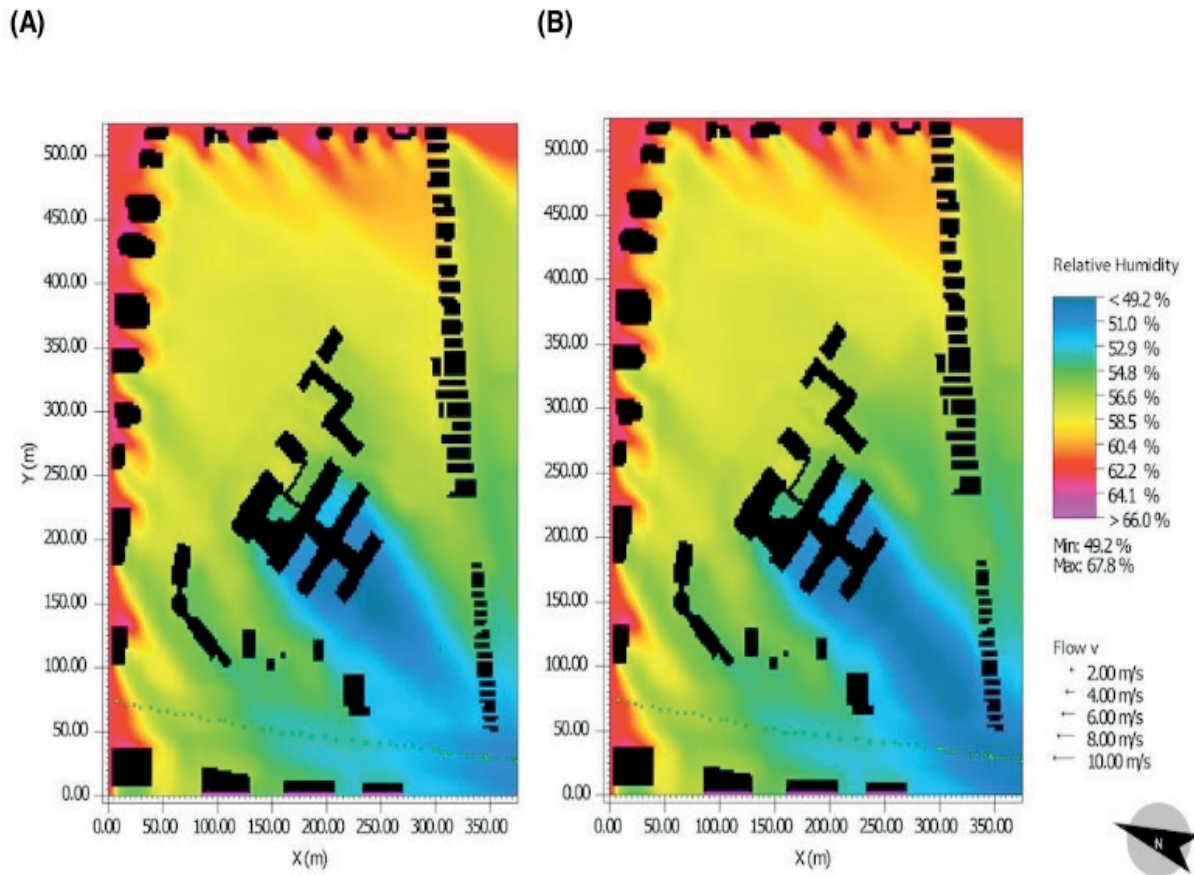


Fig. 7 (A) Simulação 1 e (B) Simulação 2 –umidade relativa do ar às 9h

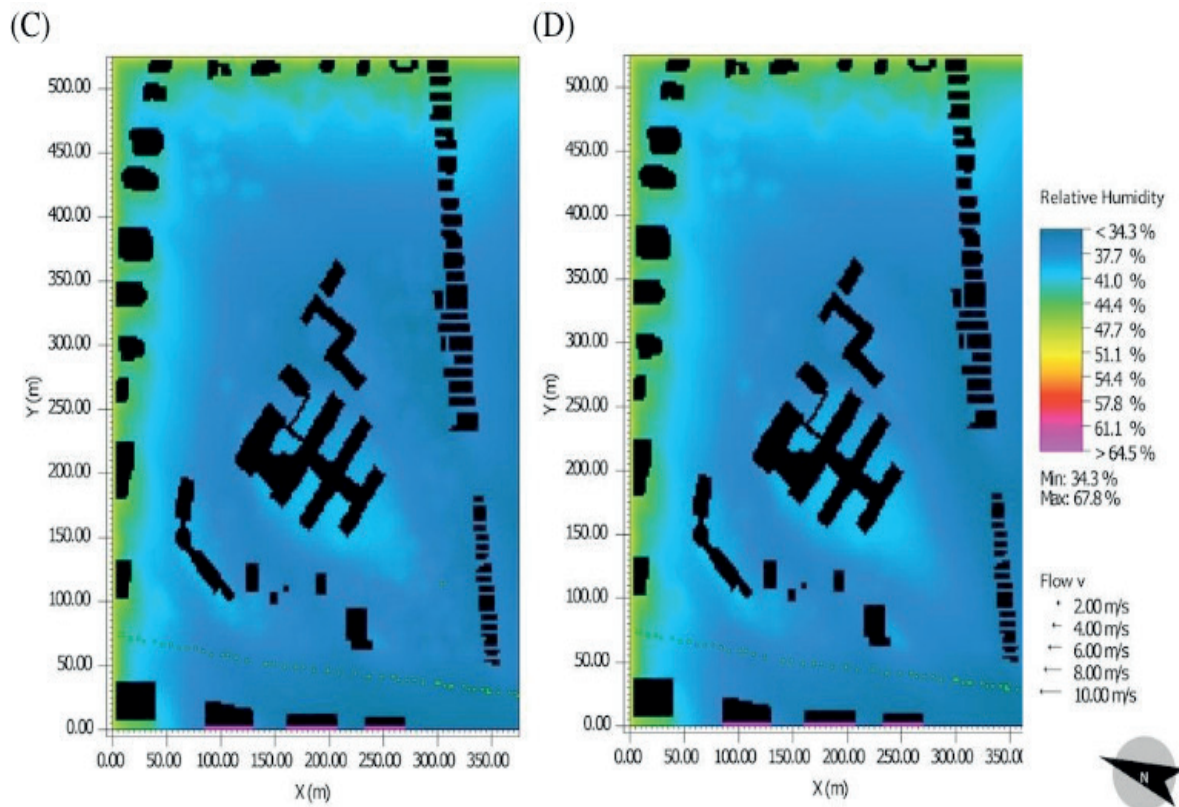


Fig. 8 (C) Simulação 1 e (D) Simulação 2 – umidade relativa do ar às 15h.

A velocidade do vento, às 9h, na simulação 1 aparece cerca de 0,4m/s menos

intensa que a simulação 2, devido a presença de vegetação. No período da tarde, o cenário permanece, sendo a diferença de 0,9m/s. (ver Figuras 8A, 8B, 8C e 8D)

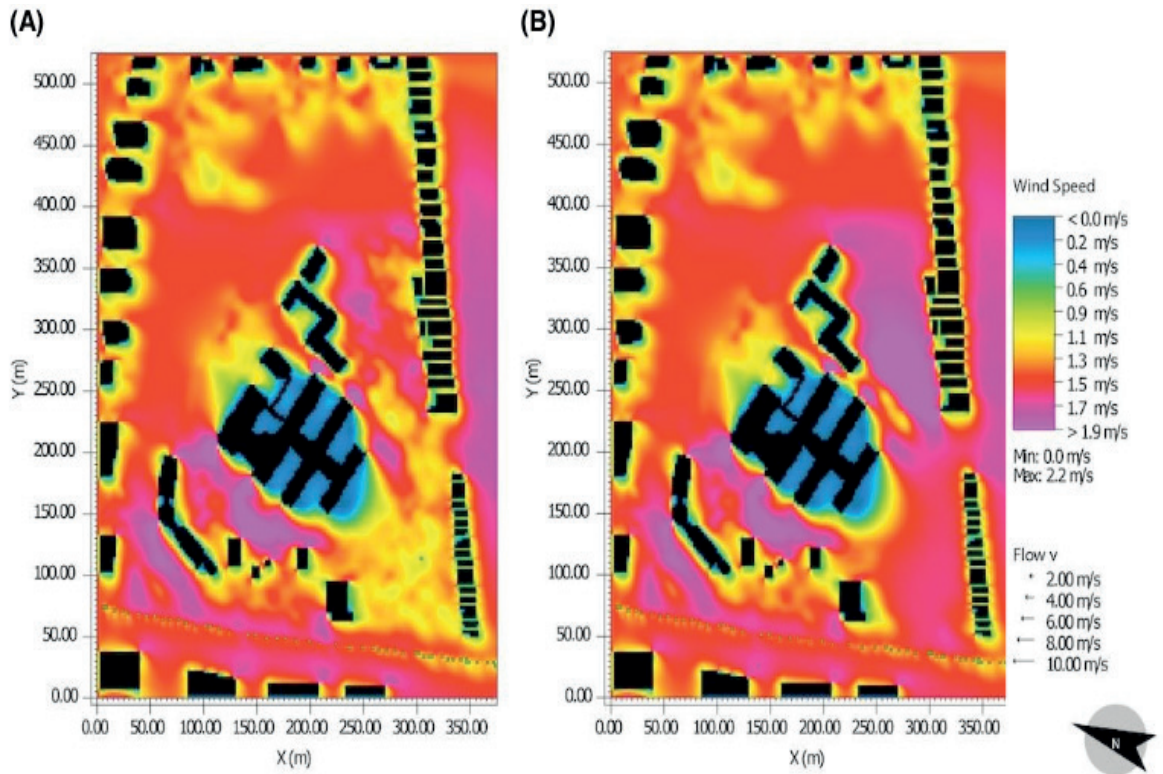


Fig. 9 (A) Simulação 1 e (B) Simulação 2 – velocidade do vento às 9h

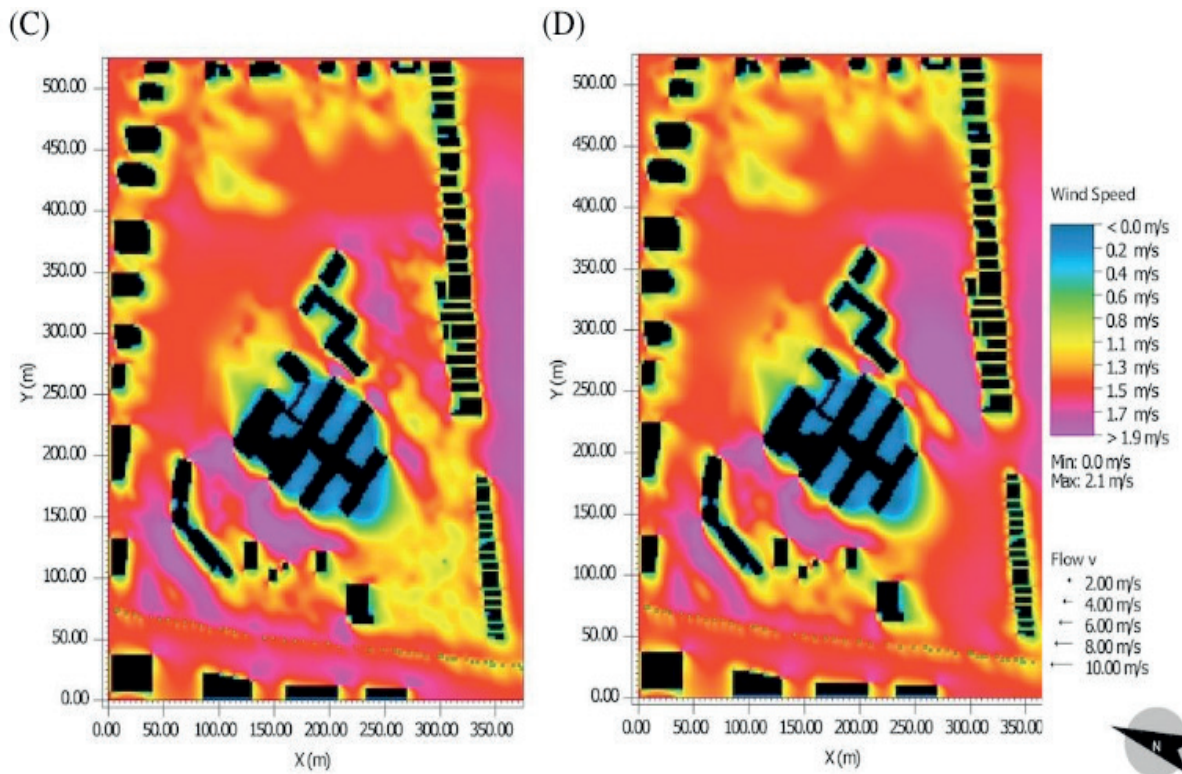


Fig. 10 (C) Simulação 1 e (D) Simulação 2 – velocidade do vento às 15h.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos com as simulações computacionais realizadas através do programa ENVI-met 4 demonstraram que no cenário atual, simulação 1, a presença da vegetação contribui para melhoria dos índices de conforto térmico. No Cenário da simulação 2, com a substituição da área de vegetação por uma ampliação do estacionamento (ver Fig. 4 e 5) e a consequente impermeabilização do solo, verificou-se um aumento da temperatura de até 0,8°C, associado a uma redução da umidade relativa em até 3,8 % neste mesmo cenário.

A análise dos índices de conforto térmico mostrou que a presença da área de vegetação maciça que se observa no cenário atual, a simulação 1, ao ser comparada com o cenário proposto na simulação 2, beneficia o microclima nas áreas vegetadas e em seu entorno próximo. Embora os resultados das simulações demonstrem que as alterações constatadas não beneficiem diretamente o edifício do hospital, o uso das áreas arborizadas com a finalidade de terapia, seria uma oportunidade no sentido de proporcionar o aproveitamento dessa área, que apresenta melhores condições de conforto, podendo minimizar o estresse dos pacientes e auxiliar a prestação de serviços da equipe, influenciando, inclusive, o comportamento e auxiliando na cura.

Por fim, o estudo de cenários de ocupação do solo por meio de simulações computacionais apresenta-se como uma ferramenta importante na busca da melhoria da qualidade de vida urbana, auxiliando nos processos de tomada de decisão, a fim de identificar as melhores soluções e as possíveis zonas de intervenções.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. (1992). **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília, DNMET.

GIVONI, Baruch. (1998). **Climate Considerations in Building and Urban Design**. New York: John Wiley & Sons.

LABAKI, L., SANTOS, R., LOTUFO, C., ABREU, L. (2011). Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Fórum Patrimônio**, n. 1, v. 04, Porto Alegre. Disponível em: <www.forumpatrimonio.com.br> Acesso em: 12 abr 2015.

MAYER, H.; HÖPE, P. (1987). Thermal comfort of man in different urban environments. In: **Theoretical and applied climatology**, [s.l.], 38p.

MONTEIRO, C.A.F.; MENDONÇA, F. (Org.). (2003). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto.

MOURA, Éride. (2002). Lelé no Rio. **Projeto Design**, n. 266, abr. 2002. Disponível em: <<http://arcoweb.com>> Acesso em: 27 mar 2015.

OKE, T. R., (1978). **Boundary Layer Climates**. London, Methuen& LTD. A. Hasteld Preess Book, New York.

SERRA, R. (1999). **Arquitetura y clima**. Barcelona: Gustavo Gili.

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

Giovana Miti Aibara Paschoal

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Civil
Maringá - Paraná

Paula Silva Sardeiro Vanderlei

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Civil
Maringá - Paraná

RESUMO: A disponibilidade da luz natural nas regiões tropicais é enorme e esta deve ser usada de forma criteriosa. O desafio, portanto, é equilibrar sabiamente o ingresso da luz difusa, bloqueando o calor gerado pela luz solar direta, evitando problemas de conforto térmico. A luz natural oferece grandes vantagens e pode ser utilizada como estratégia para obter maior qualidade ambiental e eficiência energética em edificações. A proporção de raios ultravioleta (UV), visível (V) e infravermelho (IV) transmitidos através dos vidros varia de acordo com o tipo, espessura e ângulos de incidência. Esta pesquisa objetivou a compreensão das características de transmissão e reflexão no espectro (UV, V e IV) dos diferentes tipos de vidro. Por meio de ensaios em espectrofotômetro com amostras de diferentes tipos de vidro obteve-se que o vidro pontilhado transmite 90,62% na região do visível, também sendo o vidro que transmite

maior porcentagem na região do infravermelho.

PALAVRAS-CHAVE: Construção civil. Iluminação natural. Transmissão espectral. Vidros.

STUDY OF THE INFLUENCE OF NATURAL LIGHT ON THE INTERNAL ENVIRONMENT OF CONSTRUCTIONS, WITH GLASS EMPHASIS

ABSTRACT: The availability of natural light in tropical regions is enormous and should be used judiciously. The challenge, therefore, is to wisely balance the inflow of diffused light, blocking the heat generated by direct sunlight, avoiding problems of thermal comfort. Natural light offers great advantages and can be used as a strategy to obtain higher environmental quality and energy efficiency in buildings. The proportion of ultraviolet (UV), visible (V) and infrared (IV) rays transmitted through the glass varies according to the type, thickness and angles of incidence. This research aimed at understanding the transmission and reflection characteristics in the spectrum (UV, V and IV) of the different types of glass. By means of spectrophotometer tests with samples of different types of glass, it was obtained that the dotted glass transmits 90.62% in the region of the visible, also being the glass that transmits greater percentage in the region of the infrared.

KEYWORDS: Civil construction. Natural lighting. Spectral transmission. Glasses.

1 | INTRODUÇÃO

Fundamental na vida da maioria dos seres vivos, desde a produção de clorofila até os estímulos sensoriais e a orientação dos períodos do dia, a luz solar também ilumina ambientes, tornando-os melhor para o desenvolvimento humano em suas atividades. Foi preciso então direcionar essa luz, atendendo as necessidades de cada local e horário e utilizar de materiais e meios para sua passagem, dando destaque para vidros nas aberturas das construções. Com o uso de tecnologia, estão cada vez mais aprimoradas as técnicas para permitir a iluminação natural no interior das edificações.

1.1 Luz Natural

A luz natural é a denominação para o conjunto de raios luminosos, provenientes do Sol. Segue então suas características principais e a explicação de seu comportamento.

1.1.1 Classificação segundo a origem

As fontes de luz natural podem ser diretas ou indiretas, de acordo com a classificação de Moore (1991, apud Macedo, 2002).

- Luz Direta do Sol: é uma fonte primária, logo emite luz própria. Composta de ondas eletromagnéticas de diferentes comprimentos, sendo separadas entre a parte visível ao olho humano, a ultravioleta e infravermelha, esta última, comumente associado ao calor. Seus raios iluminam o ambiente de forma direta ou indiretamente.
- Luz Direta e Difusa do Céu: raios luminosos de fonte solar e energia suficiente para iluminar um ambiente, que sofreram interferência de elementos do céu, por exemplo de nuvens, partículas, poeira, gases e umidade. Possui menor carga térmica e por isso é um tipo de luz muito usado quando se quer redução de gastos com energia artificial.
- Luz Indireta: é a iluminação proveniente de uma fonte secundária.

1.1.2 Espectro eletromagnético e cores

Espectro eletromagnético é a composição de frequências da radiação eletromagnética. A Figura 1 demonstra a faixa de frequências para cada tipo de onda. Seguindo a sequência crescente de comprimento e decrescente de frequência de onda, respectivamente, temos a luz ultravioleta (UV), luz visível (V) e luz infravermelha (IV).

Segundo Dantas (2011), a radiação eletromagnética da luz visível tem comprimento de onda λ de 400 a 700 nm, que varia do violeta ao vermelho. Essa faixa de cores é possível de ser reconhecida e vista pelo olho humano, por isso o destaque.

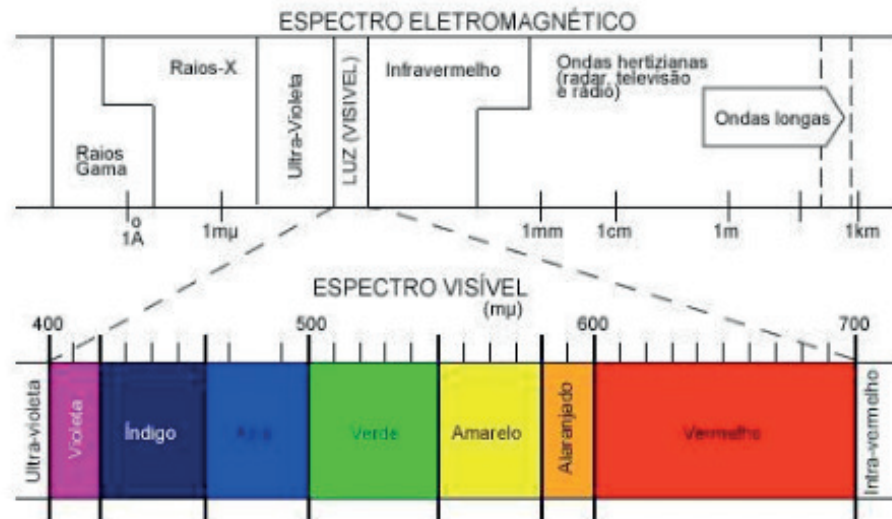


Figura 1 - Espectro magnético da luz com destaque no visível

Fonte: Cor e Frequência (2016)

Cor pode ser explicada também como uma qualificação da percepção visual, dada pela combinação entre elementos: um cromático e um acromático. Caracteriza-se por nomes de cores cromáticas (amarelo, alaranjado, pardo, vermelho, rosa, etc.), ou nomes de cores acromáticas (preto, cinza, branco, entre outras). Pode receber um adjetivo quanto a luminosidade, como claro, fosco, luminoso, etc. (ABNT NBR 5461:1991).

1.1.3 Comportamento diante de objetos

De acordo com Bear et al (2002), reflexão é o fenômeno em que a luz incide sobre uma superfície de um meio e retorna dentro do mesmo. Outra ação é da absorção, que é a transferência de energia da luz para uma molécula ou superfície. Os pigmentos têm a propriedade de absorver energia da luz de até certo comprimento de onda e refletir a energia dos demais e quanto ao ser humano, as células fotorreceptoras da retina do olho, sensíveis à luz, contêm pigmentos que utilizam a energia absorvida da luz para gerar mudanças no potencial da membrana. Já a refração é a mudança de direção do raio de luz após incidir em um meio. Isso acontece porque o índice de refração de cada meio é diferente, influenciando assim na velocidade da luz.

1.2 Ser humano

A visão é um dos cinco sentidos do corpo humano e permite a maior parte da criação de memórias ao longo da vida. De acordo com Bear et al (2002), a importância da visão é comprovada ao sabermos que aproximadamente metade do córtex cerebral humano é influenciado pela análise do que vemos.

Os raios luminosos atravessam a córnea, o humor aquoso, a lente (cristalino) e

o humor vítreo, antes de chegar na retina, todas estas partes do olho humano, que foi ilustrado na Figura 2. A luz sofre refração nos meios transparentes do olho para formar as imagens sobre a retina e nesta há fotorreceptores, cada um com sua função, capazes de converter energia luminosa em atividade neural, seguindo para as outras partes do encéfalo através do nervo óptico (axônios da retina). E com isso, formarem-se as imagens. Para receber estas, o olho terá dois tipos de visão: visão central (com percepção de altas frequências espaciais, acuidade visual e visão cromática) e visão periférica (com percepção de movimentos e de baixas frequências espaciais e campo visual).

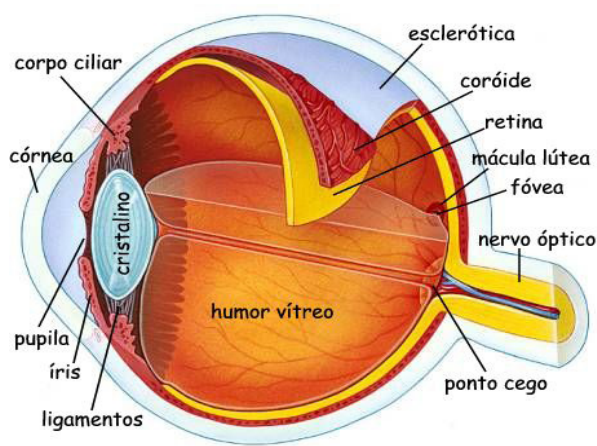


Figura 2 - Estrutura do olho humano

Fonte: Site do Grupo Retina (2016)

A fim de se ter uma visão nítida dos objetos diante das variações luminosas do ambiente e de distância, o olho acomoda-se de acordo com a necessidade, por exemplo pela abertura da pupila e pela contração dos músculos ciliares. A pupila, situada entre a córnea e a lente, é a abertura que regula uma maior ou menor entrada de luz no olho.

1.3 Vidros

As aberturas nas construções são o meio de passagem de luz e de trânsito de seres humanos entre o ambiente externo e o interno. Porém não somente isso, por elas passam água da chuva, água da umidade do ar, vento, animais, poeira, entre outros. A partir disso, surgiu a necessidade de separar os ambientes, não só para barrar a entrada de elementos indesejados.

Uma das soluções encontrada foi o uso do vidro, material translúcido e de baixo custo. Sua descoberta foi em aproximadamente 5000 a.C., quando mercadores fenícios à beira da praia esquentavam panelas numa fogueira e a mistura de fogo, areia e nitrato de sódio (dos blocos que apoiavam as panelas) tornou-se um líquido transparente, assim acidentalmente descobriram o vidro. Os romanos foram os primeiros a utilizar o material em janelas pela técnica de sopro em moldes, disseminando assim por toda

a Europa, com técnicas cada vez mais aprimoradas. No Brasil, a chegada do vidro ocorreu entre 1624 e 1635, quando aconteceram invasões holandesas às cidades de Olinda e Recife, em Pernambuco. Com a expulsão dos invasores das terras brasileiras, a oficina foi fechada e todo o vidro fabricado foi importado para países europeus. Somente em 1812, foi retomada a produção brasileira de vidros em uma indústria baiana e depois com uma no Rio de Janeiro, em 1839. Seu auge ocorreu em 1950, passando a exportar para os países europeus.

Atualmente, há indústrias espalhadas por todo o mundo, produzindo em larga escala este material que serve para esquadrias, piso, paredes, decoração e tantas outras funções.

1.3.1 Características dos vidros

O site do Setor Vidreiro diz que, em geral, o vidro é composto quimicamente de sílica (SiO_2), alumina (Al_2O_3), sódio (Na_2SO_4), cálcio (CaO), magnésio (MgO) e potássio (K_2O), cuja proporção geral está ilustrada na Figura 3. Na produção dos coloridos, é adicionado corante como o selênio (Se), óxido de ferro (FeO) e cobalto (Co).

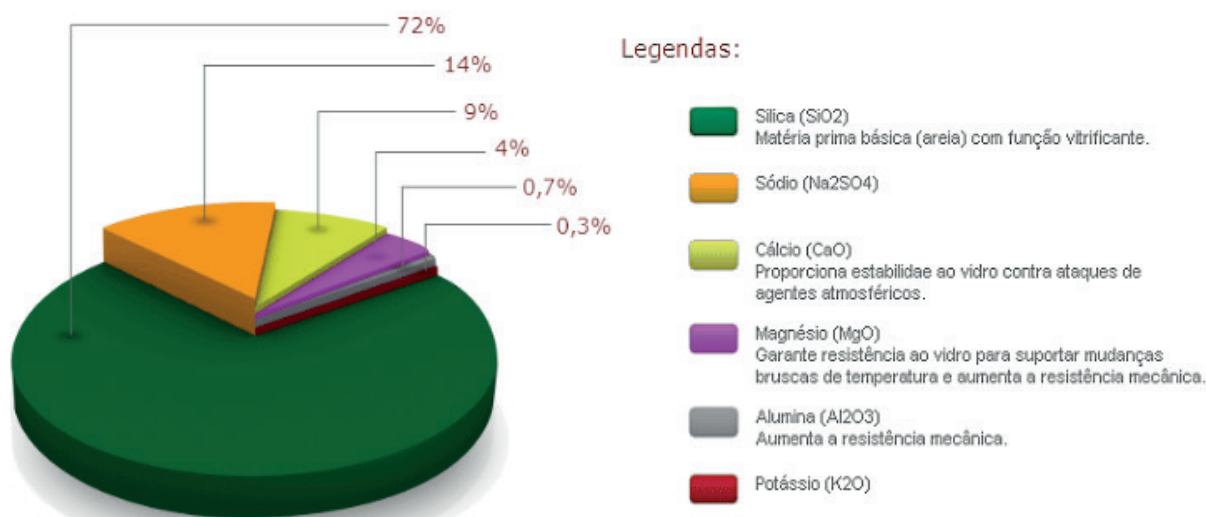


Figura 3 - Substâncias que compõem o vidro e suas atribuições

Fonte: Site San Vidro (2016)

Algumas de suas características são: baixo índice de dilatação e condutividade térmica, porosidade baixa (não absorvência), composto por recursos abundantes na natureza, reciclável, grande durabilidade (tempo de decomposição) e suporta pressões entre 5.800 e $10.800 \text{ kg.cm}^{-1}$. Ao comparar algumas das suas características com as de outros materiais comuns na construção, verifica-se que o vidro tem um peso específico aproximadamente igual ao do concreto armado, porém com uma rigidez mais elevada, mesmo que em ambas as propriedades apresente valores inferiores ao aço.

No que se refere às propriedades ópticas, a luz que incide sobre o vidro sofre

reflexão na superfície, absorção no interior do material e parte é transmitida, no caso de vidros transparentes e translúcidos, como mostra a Figura 4.

Por meio da Equação 1, pode ser explicado matematicamente a característica da luz ao incidir em um vidro.

$$I = R + A + T \quad (1)$$

Na qual, I é a porcentagem de luz incidente (100%), R, A e T são as porcentagens de luz que é refletida, absorvida e transmitida, respectivamente. Esses valores variam de acordo com o material e comprimento da onda que é incidido.

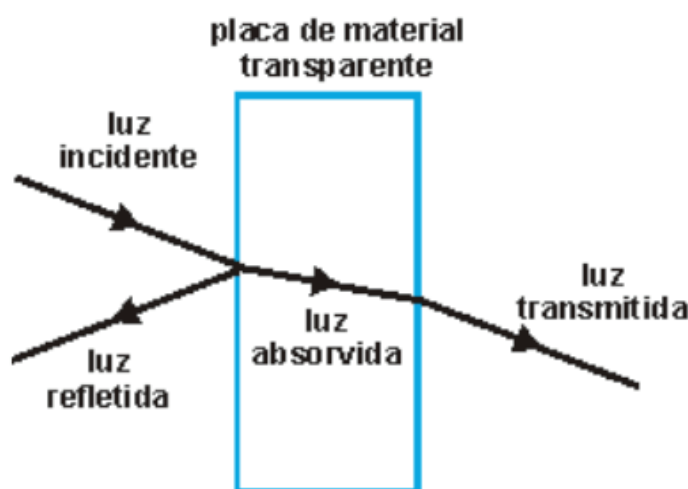


Figura 4 – Comportamento da luz ao incidir em um meio transparente ou translúcido

Fonte: Site do Alpha Connection (2017)

Sabendo essas principais características, o mercado vítreo desenvolveu vários tipos de vidro, cada qual com propriedades e funções diferentes, atendendo às necessidades dos consumidores.

1.4 Objetivo da pesquisa

Estudar os vidros quanto sua capacidade de transmissão e reflexão de luz e calor, identificando o de maior eficiência energética, quanto aos objetivos específicos:

- Obter o conhecimento sobre a influência da luz natural em relação ao ambiente e ao ser humano, através de pesquisa bibliográfica;
- Estudar os tipos de vidros usuais nas edificações e suas características e selecionar uma amostra para maior aprofundamento;
- Fazer as medições de transmissão e reflexão de luz (V) e calor (IV) nas amostras de vidro selecionadas;
- Fornecer valores de transmissão e reflexão do UV, V e IV para os vidros

usados nas edificações.

2 | METODOLOGIA

Buscando aprofundar-se no estudo sobre vidros e seu comportamento físico ao incidir luz sobre ele, fez-se medições de amostras de vidro sobre percentuais de transmitância e refletância.

2.1 Materiais e métodos

Os materiais utilizados no experimento foram:

- Amostras de tipos variados de vidro;
- Espectrofotômetro Lambda 1050 UV/VIS/NIR Spectrometer – Perkin Elmer;
- *Software* Excel;
- *Software* OriginPro 8.5.

Durante a pesquisa selecionou-se amostras de vidros mais utilizados nas edificações. O tipo de vidro de cada amostra foi organizado na Tabela 1.

Amostra nº	Tipo	Amostra nº	Tipo
1	Mini Boreal	7	Incolor
2	Quadrato	8	Espelhado
3	Fumê	9	Antílope
4	Lacobel preto	10	Verde
5	Bronze	11	Pontilhado
6	Satindeco	12	Lacobel Branco

Tabela 1 - Tipo de vidro das amostras desta pesquisa

Fonte: O Autor

As amostras possuíam espessura de 10 mm, foram cortadas nas dimensões de 4 cm por 6 cm para facilitar o acoplamento no interior do espectrofotômetro e é constituída de vidros opacos, transparentes e translúcidos. É importante ressaltar que as amostras de vidro Lacobel branco e preto eram opacos, optou-se por fazer os experimentos só com o último.

Depois, em laboratório, inseriram-se as amostras no espectrofotômetro Lambda 1050 UV/VIS/NIR Spectrometer – Perkin Elmer, fazendo a medição de refletância de cada um e de transmitância posteriormente. Nos dois experimentos, o espectrofotômetro incidiu ondas eletromagnéticas com comprimento de 250 a 900 nm sobre a amostra que estava devidamente encaixada e fazia-se a leitura da porcentagem que ela refletia

ou transmitia a cada comprimento de onda.

Por meio do *software* OriginPro 8.5, elaborou-se gráficos com os dados obtidos que permitiram saber o comportamento de cada amostra, além de se elaborar os dados de absorbância por meio da Equação 1, no *software* Excel.

Finalmente, analisou-se os resultados com o auxílio do *software* Excel, no qual os dados de ambas medições foram selecionados para os intervalos de comprimento de onda de 400 a 700 nm (luz visível ao olho humano) e 701 a 900 nm (infravermelho - calor) e fez-se uma média dos valores em cada intervalo.

3 | RESULTADOS

A radiação ao incidir numa superfície transparente ou translúcida, parte será refletida, parte absorvida e transmitida, enquanto que em superfícies opacas a radiação vai apenas ser refletida e absorvida. Essas características devem ser analisadas levando em conta a região do espectro ultravioleta ($\lambda < 400$ nm), visível (luz, com $400 < \lambda < 700$ nm) e infravermelho (calor, com $\lambda > 700$ nm). Observou-se a transmissão da radiação na região do espectro correspondente ao visível de 15% a 90%, variando de acordo com o tipo de vidro.

A partir dos dados obtidos com os experimentos, atingiu-se resultados de transmitância, refletância e absorbância de cada amostra de vidro, que foram apresentados nas Figura 5, Figura 6 e Figura 7, respectivamente.

Para melhor análise dos resultados, agregou-se os resultados de transmitância, absorbância e refletância médias de todas as amostras nos intervalos de espectro de luz visível e infravermelho, nas Tabela 2 e Tabela 3.

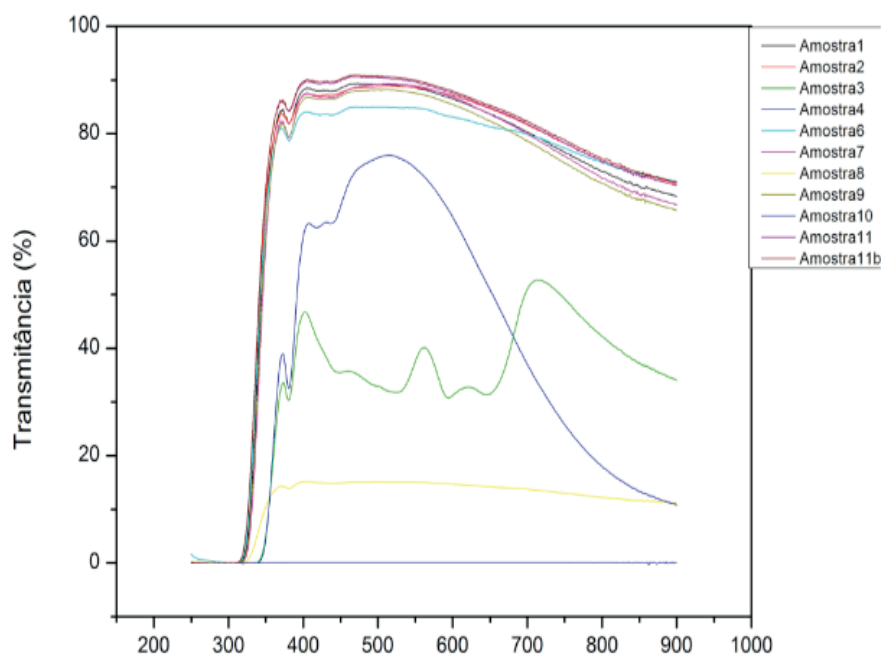


Figura 5 – Gráfico da transmitância da radiação das amostras para cada comprimento de onda

Fonte: O Autor

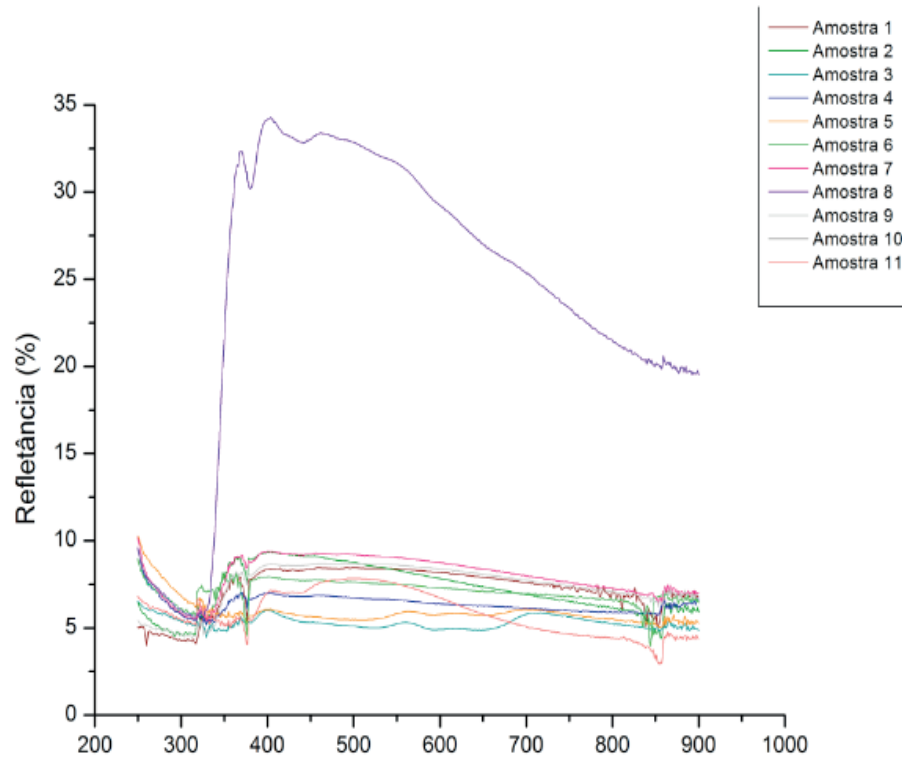


Figura 6 – Gráfico da refletância da radiação das amostras para cada comprimento de onda

Fonte: O Autor

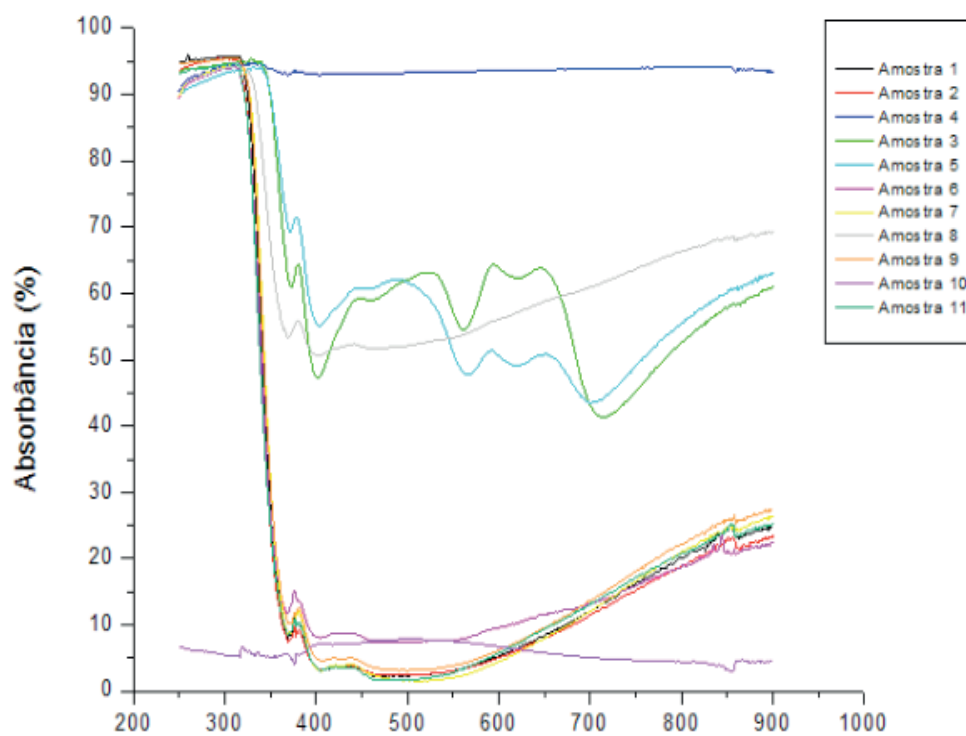


Figura 7 – Gráfico da absorbância da radiação das amostras para cada comprimento de onda

Fonte: O Autor

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11b
Transmitância média (%)	86,8	86,9	36,0	0,0	40,2	83,4	86,6	14,7	85,6	63,7	88,1	88,4
Refletância média (%)	8,2	8,3	5,2	6,6	5,7	7,4	8,9	30,6	8,4	6,9	6,9	-
Absorbância média (%)	5,0	4,8	58,8	93,4	54,1	9,2	4,5	54,7	6,0	29,4	5,0	-

Tabela 2 - Resultados das amostras sob luz visível

Fonte: O Autor

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11b
Transmitância média (%)	73,5	75,4	43,0	0,0	40,0	75,0	72,4	12,3	71,3	20,0	75,3	75,8
Refletância média (%)	6,9	6,2	5,4	6,1	5,6	6,6	7,3	21,8	7,1	4,4	4,4	-
Absorbância média (%)	19,6	18,4	51,6	93,9	54,4	18,4	20,3	65,9	21,6	75,6	20,3	-

Tabela 3 - Resultados das amostras sob luz infravermelha

Fonte: O Autor

Compilou-se então as amostras de vidro de maior destaque em cada característica óptica, como explicito na Figura 8.

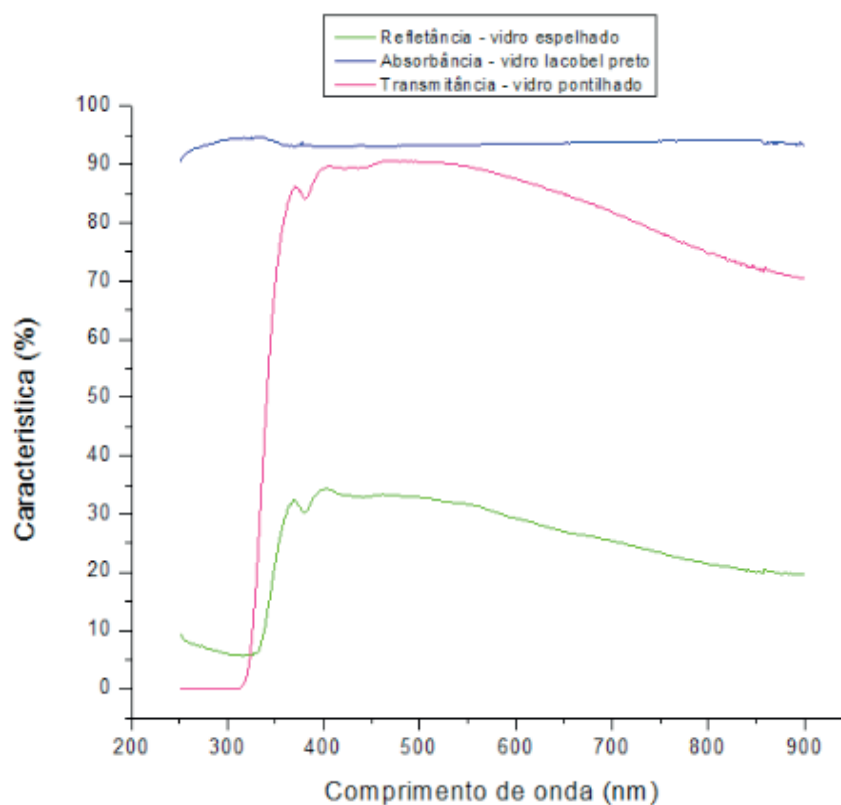


Figura 8 – Gráfico dos maiores níveis de absorvância, refletância e transmitância

Fonte: O Autor

Foi realizada uma medição extra mudando-se o lado do vidro pontilhado que receberia luz (lado b – no qual a superfície não era lisa), para verificar se a transmissão de luz depende da rugosidade da superfície em que o raio de luz, como mostra a Figura 9, confirmando que independe.

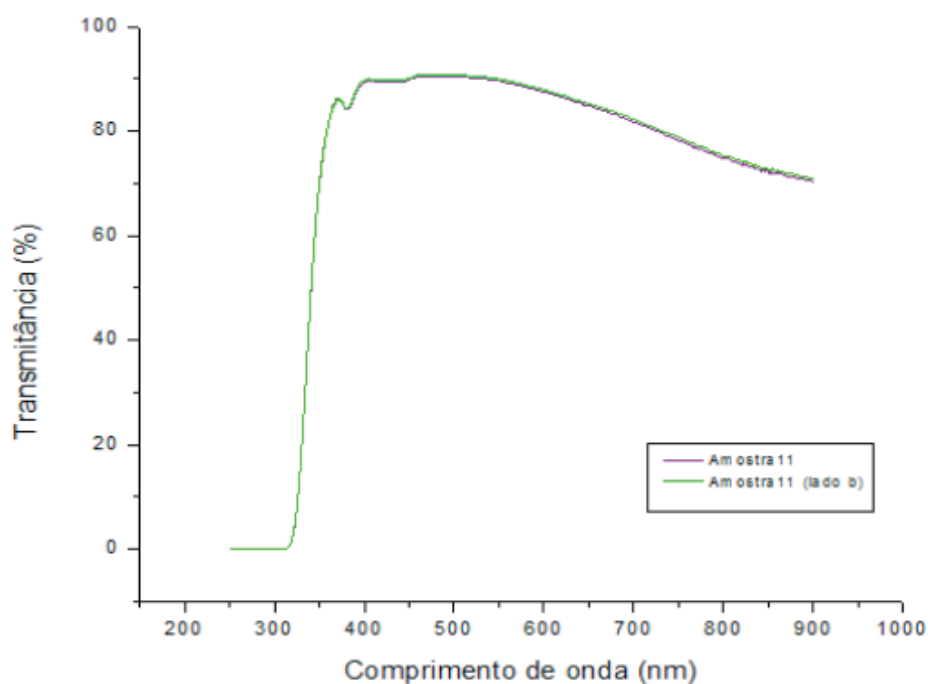


Figura 9 – Gráfico da transmitância da amostra de vidro tipo pontilhado, inserindo luz no lado liso e no lado rugoso

Fonte: O Autor

Na transmissão do visível, o vidro que mais atenuou foi o vidro espelhado com cerca de 15% e o vidro pontilhado foi o que permitiu maior transmissão de luz com 88%. O vidro fumê, muito utilizado nas edificações apresentou uma média de 36% de transmissão do visível, porém quanto ao infravermelho, que é o calor, permite a passagem de proporções significativas de 43%. Como as curvas de transmitância do vidro pontilhado recebendo luz tanto na superfície lisa quanto na de maior irregularidade (lado b) foram praticamente iguais, pode-se afirmar que rugosidade da superfície do vidro não interfere na transmissão de energia luminosa.

Quanto à reflexão, o vidro que atingiu elevados valores foi o vidro espelhado, com 31% de reflexão na região do visível e atenuando significativamente, com 22% na região do infravermelho, os demais tipos de vidro apresentaram comportamento semelhantes destacando o vidro satindeco com 7% de reflexão e o vidro incolor com 9% de reflexão na região do visível.

Com relação à absorção, o vidro do tipo lacobel preto destacou-se com 93% na região do visível e quase 94% na região do infravermelho. Os vidros mini boreal, quadrato, incolor e pontilhado tiveram o mesmo comportamento com cerca de 5% de absorção da luz visível e em média 20% de calor.

4 | CONCLUSÃO

Esta pesquisa permitiu o maior conhecimento das propriedades principais do vidro, contribuindo assim para a escolha adequada dos vidros de uma obra, segundo sua eficiência energética, luminosa e térmica, influenciando diretamente no conforto térmico e luminoso no ambiente interno da edificação.

Diante dos resultados, pode-se concluir que o vidro que apresentou melhor desempenho, transmitir mais luz natural para o ambiente e atenuar mais o calor propagado, mantendo o conforto térmico, foi o vidro verde. Enquanto que apesar de barrar bem a energia térmica do infravermelho, o vidro espelhado compromete a passagem de luz visível; logo, o ambiente com esse tipo de vidro exige maior gasto com iluminação artificial. E por absorver grande parte do calor que incide nele, pode depois por condução de energia.

REFERÊNCIAS

As cores na natureza. Disponível em: <<http://www.alfaconnection.pro.br/fisica/luz/cores/as-cores-na-natureza/>>. Acesso em 21 de abril de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. **ABNT NBR 5461**: Iluminação – Terminologia. ABNT, Rio de Janeiro, 2002.

_____. **ABNT NBR 6023**: Informação e documentação – Referências – Elaboração. ABNT, Rio de Janeiro, 2002.

_____. **ABNT NBR 10520**: Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação. ABNT, Rio de Janeiro, 2002.

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

Cor e Frequência. Disponível em: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Refracaodaluz/cor_e_frequencia.php>. Acesso dia 28 de agosto de 2016.

DANTAS, coord. Adalmir Morterá. **Essencial em oftalmologia**. Rio de Janeiro: Cultura Médica Guanabara Koogan, 2011.

MACEDO, C. C. **Análise do Desempenho Térmico e Luminoso de Sistemas de Iluminação Natural que Utilizam a Luz Direta do Sol**. 2002. 135p. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

O olho – Como é sua estrutura. Grupo Retina. Disponível em: <<http://www.gruporeti na.org.br/olho.htm>>. Acesso em 14 de julho de 2016.

Propriedades físicas e mecânicas do vidro. Disponível em: <<http://www.setorvidreiro.com.br/o-que-procura/194/propriedades+fisicas+e+mecanicas+do+vidro>>. Acesso em maio de 2016.

INFLUÊNCIA DOS JARDINS VERTICAIS NO CLIMA ACÚSTICO DE UMA CIDADE

Sérgio Luiz Garavelli

Centro Universitário de Brasília, Engenharias,
Brasília-DF.

Armando de Mendonça Maroja

Universidade de Brasília, Faculdade de Planaltina,
Brasília-DF.

RESUMO: Em centros urbanos, a poluição sonora que acarreta prejuízos à saúde e a qualidade de vida da população aumentou nas últimas décadas. Ações no intuito de preservar e ou melhorar estes ambientes são fundamentais no sentido de tornar o desenvolvimento urbano sustentável. Uma das soluções que tem ganhado espaço nos últimos anos são os jardins verticais, entretanto as pesquisas relacionadas a este tema ainda são escassas. Os jardins verticais proporcionam ao ambiente construído o aumento no isolamento térmico e da absorção da radiação solar, o que provoca a diminuição no aquecimento das edificações e também do fenômeno conhecido como ilhas de calor. Este estudo apresenta os resultados de simulações computacionais com implantação de jardins verticais em duas áreas da cidade de Águas Claras, localizada no Distrito Federal. Os resultados indicam que a implantação de jardins verticais não provocou alterações significativas no clima acústico da região.

PALAVRAS-CHAVE: poluição sonora, jardins

verticais, mapa de ruídos.

INFLUENCE OF GREEN VERTICAL SYSTEMS IN THE ACOUSTIC CLIMATE OF A CITY

ABSTRACT: In urban centers, the noise pollution that causes damages to the health and quality of life of the population has increased in the last decades. Actions to preserve and / or improve these environments are fundamental in making urban development sustainable. One of the solutions that have gained space in the last years is the vertical gardens, however the research related to this subject is still scarce. The green vertical systems provide to the built environment the increase in thermal insulation and the absorption of solar radiation, which causes a decrease in the heating of buildings and also the phenomenon known as heat islands. This study presents the results of computational simulations with implantation of vertical gardens in two areas of the city of Águas Claras, located in the Federal District, Brazil. The results indicate that the implantation of vertical gardens did not provoke significant alterations in the acoustic climate of the region.

KEYWORDS: noise pollution, green vertical systems, noise map.

1 | INTRODUÇÃO

O aumento da população observado nos centros urbanos nas últimas décadas agravou a contaminação ambiental por agentes como a poluição do ar e a poluição sonora, acarretando prejuízos à saúde e a qualidade de vida da população. Assim, ações que visam preservar e ou melhorar a qualidade destes ambientes são fundamentais no sentido de tornar o desenvolvimento urbano sustentável.

A exposição a níveis elevados de pressão sonora (NPS) é um problema grave em grandes centros urbanos, que tem aumentado nas últimas décadas. A poluição sonora é considerada pela Organização Mundial de Saúde como um problema de saúde pública, que afeta negativamente a qualidade de vida e a saúde de milhões de pessoas (WHO, 1999). Nas grandes cidades a principal fonte de ruído é o tráfego urbano, onde o transporte de massa tem uma contribuição significativa. Em muitas cidades, o sistema de transporte ferroviário, particularmente o metrô, contribui de maneira efetiva para o agravamento deste quadro.

Estudos envolvendo acústica ambiental visando avaliar os NPS gerados pelo transporte têm sido realizados por vários pesquisadores (Soeta e Shimokura, 2012; Lang and Stani, 1977; Paunović, Belojević and Jakovljević, 2014; Maroja *et al.*, 2014). A pesquisa realizada por Freia, Mohlera e Roolia (2014), investigou os efeitos da exposição ao ruído devido ao tráfego rodoviário moderado, na qualidade do sono, ou seja, o ruído noturno. Os resultados identificaram uma associação entre a qualidade do sono e o incômodo percebido.

No sentido de buscar soluções mitigadoras para problemas ambientais que afetam as cidades está a implantação de coberturas vegetais, muitas vezes negligenciada, mesmo sendo amplamente reconhecido o papel da vegetação nos ambientes urbanos. No mundo a preocupação com as condições de conforto ambiental urbano ocupa lugar de destaque e vem acompanhada de novas soluções para minimizar esses problemas. Uma das soluções que tem ganhado espaço nos últimos anos são os jardins verticais, entretanto as pesquisas relacionadas a este tema ainda são incipientes.

Os jardins verticais proporcionam ao ambiente construído o aumento no isolamento térmico e da absorção da radiação solar, o que provoca a diminuição do aquecimento das edificações e também do fenômeno conhecido como ilhas de calor. Aumenta a absorção de carbono, reduzindo a poluição do ar e melhorando sua qualidade e umidade. Proporciona ainda o aumento no isolamento acústico e da absorção sonora, gerando uma melhoria nas condições de conforto acústico em ambientes urbanos, além da qualidade visual, assim, transcende o conceito de um recurso estético, representando uma possibilidade de reduzir os impactos da urbanização sobre o meio ambiente e de melhoria do clima urbano (Othman *et al.*, 2016).

A História mostra que as fachadas com vegetação não são tecnologias novas, desde a década de 1980, pesquisas têm sido desenvolvidas avaliando os efeitos isolantes das plantas nas fachadas, a capacidade das plantas de mitigar a poeira, os

efeitos de resfriamento proporcionado pela evaporação das plantas e a criação de habitat para animais. O potencial das fachadas verdes para melhorar o microclima urbano e a pegada ecológica dos edifícios é grande, mas ainda são pouco utilizadas em países fora da Europa (Köhler, 2008).

As fachadas verdes também podem ser utilizadas como sistemas passivos de economia de energia, a sombra produzida pela vegetação, o isolamento proporcionado pela vegetação e substrato, o resfriamento devido a evaporação e o efeito de barreira ao vento, são os principais fatores relacionados a economia de energia proporcionada pelos jardins verticais. (Pérez *et al.*, 2011). O trabalho dos autores descreve os resultados sobre o comportamento de uma fachada verde de dupla pele ou cortina verde nas condições do Mediterrâneo continental seco. Verificou-se que é criado um microclima entre a parede do edifício e a cortina verde, sendo caracterizado por temperaturas inferiores e umidade relativa mais alta, significando que a tela verde atua como uma barreira contra o vento e confirma o efeito de evaporação devido a transpiração das plantas. Peres *et al.* (2014) organizaram um artigo que faz a revisão da literatura sobre os jardins verticais como ferramenta passiva para economia de energia em edifícios, concluíram que os jardins verticais oferecem grande potencial na redução do consumo de energia, especialmente em edifícios.

Os trabalhos relacionados com a alteração do clima acústico em ambientes urbanos devido a implantação de jardins verticais são mais escassos, quando comparados às pesquisas que tratam da economia de energia e temperatura. Calleri *et al.* (2017) investigaram a influência de diferentes materiais de fachadas no clima acústico de uma área urbana. A investigação foi realizada por meio de simulações com três tipos materiais, três coeficientes de dispersão das fachadas e duas posições de escuta foram testados enquanto a posição e as características da fonte sonora foram mantidas invariáveis. Os resultados indicaram que o coeficiente de absorção das fachadas e as posições do ouvintes afetam significativamente amplitude percebida dos espaços, enquanto o coeficiente de espalhamento não é influente. Concluíram ainda que o tempo de reverberação e os níveis de pressão sonora (NPS) podem não ser suficientes para constatar diferenças na percepção.

Ismail (2013) utilizou um modelo computacional simplificado para investigar os efeitos da instalação de vegetação vertical na propagação de ruído de longa distância, utilizou como os parâmetros geométricos da textura urbana islâmica. Os resultados mostraram que a atenuação relativa dos jardins verticais aumentou efetivamente perto da fonte. No entanto, para locais mais distantes da fonte a atenuação foi pouca efetiva.

O estudo de Van Renterghem *et al.* (2014) avaliou a propagação do ruído do tráfego rodoviário nos edifícios do centro de uma cidade. Os resultados mostraram que as fachadas de vegetação são mais eficientes quando aplicadas em cânions de cidades estreitas com materiais de fachada acusticamente reflexivos, foi observada uma diminuição dos níveis de pressão sonora em torno de 1,0 dB(A).

Azkorra *et al.* (2015), realizaram uma pesquisa em laboratório que avaliou o

isolamento acústico e o coeficiente de absorção sonora de jardins. Os resultados indicaram um índice de redução sonora (R_w) de 15 dB e coeficiente de absorção sonora ponderado (α) de 0,40. Concluíram que os jardins verticais têm um potencial significativo como uma ferramenta de isolamento acústico para edifícios.

Este trabalho foi realizado em Águas Claras, região Administrativa do Distrito Federal, Brasil, que apesar de ser uma cidade jovem e planejada, sofre com as consequências do processo de urbanização e adensamento populacional. Esses processos juntamente com o crescimento constante do tráfego rodoviário levam a um número crescente de problemas ambientais, dentre eles destaca-se ruído. Atualmente, em Águas Claras, as principais fontes de ruído são oriundas dos transportes, o tráfego rodoviário e o metrô, que na cidade quase em sua totalidade é de superfície.

A cidade de apenas 22 anos possui aproximadamente 150 mil habitantes e foi construída às margens da linha do metrô, como mostra a Figura 1. Atualmente o Metrô-DF conta com uma malha de aproximadamente 42 km, que liga a região administrativa de Brasília às de Ceilândia e Samambaia, possui 24 estações em funcionamento. Com uma frota de 32 trens, transporta em média 160 mil passageiros por dia. Como característica especial, a maior parte da malha metroviária é de superfície, ou seja, a céu aberto — em trincheiras, sobre aterros, ou em faixas isoladas do terreno. Esta característica propiciou um custo menor da instalação do sistema, porém pelo fato de estar exposto, o ruído ambiental produzido pelo metrô atinge a população residente na vizinhança da malha de superfície. Os usuários nas estações e no interior dos vagões, durante o trajeto, também estão expostos aos ruídos emitidos pela operação do metrô. Dos 32 trens utilizados, 20 trens são da série 1000 (mais antigos) e 12 trens são da série 2000 (mais novos). A velocidade máxima dos trens é de 80 km/h, utilizam a bitola de 1.600 mm (Bitola Irlandesa) e a alimentação elétrica é realizada por um terceiro trilho.

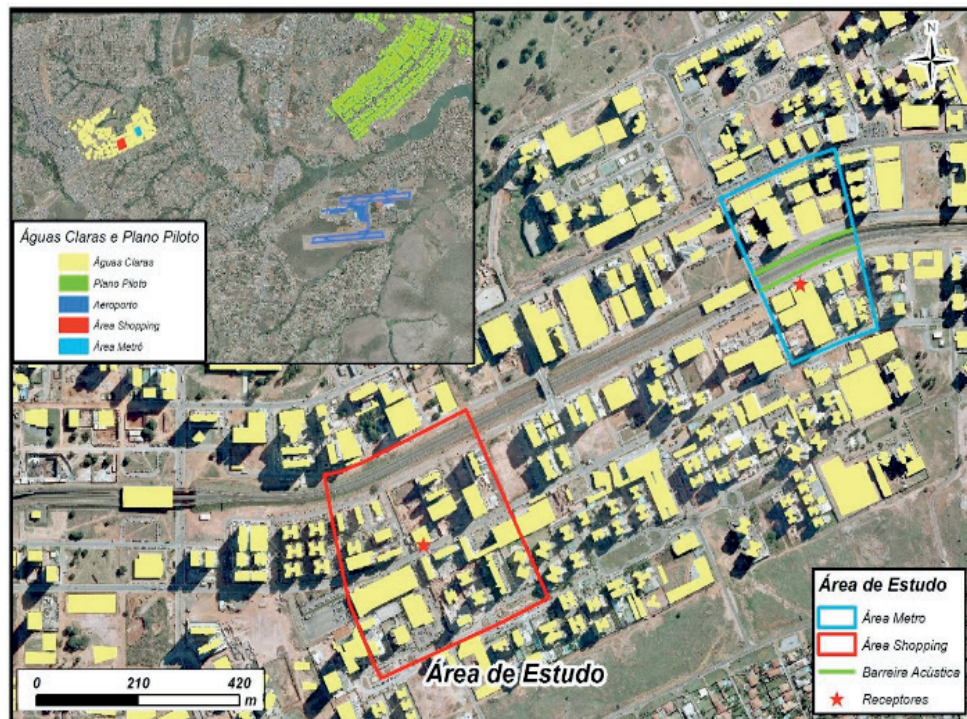


Figura 1: Localização das áreas de estudo, em Águas Claras – DF

Fonte: Produzida pelos autores

Em estudos anteriores realizados pelo grupo de pesquisa (Garavelli *et al.*, 2016; Ali *et al.*, 2017), foi constatado que o ruído ambiental produzido pelo do metrô que chega nas fachadas de edifícios durante a passagem atinge NPS acima de 70 dB(A).

O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar os impactos da implantação de jardins verticais no clima acústico da cidade de Águas Claras - DF. A simulação foi realizada em duas regiões com vizinhança acústica diferente. A primeira as margens de um avenida com grande fluxo de veículos e com configuração de rua em U, e a outra numa área cortada pela via férrea de superfície. As duas áreas de estudo estão identificadas na Figura 1.

2 | METODOLOGIA

O método tem como base simulações e modelagens com a elaboração de mapas acústicos, realizada através da predição dos NPS que atingem a fachada dos edifícios e estimativa da população exposta ao ruído ambiental por faixa dos indicadores acústicos L_{den} e L_n .

A metodologia utilizada pode ser dividida nas seguintes etapas: avaliação dos níveis de pressão através de medições *in situ*; coleta dos dados do fluxo devido ao tráfego rodoviário e ferroviário; simulações através do software de simulação ambiental SoundPlan para gerar os mapas acústicos; calibração do mapa e simulações com a implantação de jardins verticais para a região mais impactada pelo tráfego rodoviário e a implantação de barreiras recobertas por jardins verticais nos locais atingidos pelo tráfego rodoviário e ferroviário.

Os parâmetros acústicos de interesse na análise do ruído ambiental utilizados são definidos a partir do nível de pressão sonora equivalente $L_{eq}(A)$: nível do ruído contínuo equivalente ao som produzido durante um dado período de tempo medido com o filtro de frequências na ponderação A.

Segundo a Diretiva Europeia 2002/49/EC o L_{den} é definido pela equação:

$$L_{den} = 10 \times \log_{10} \left[\frac{1}{24} \left(12 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 4 \times 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right) \right] \quad (1)$$

Onde L_d é o nível de pressão sonora equivalente e contínua referente a um período corresponde às 12h avaliado entre 6h e 18h; L_e é o nível de pressão sonora equivalente e contínua referente a um período corresponde às 4h avaliado entre 18h e 22h (entardecer); L_n é o nível de pressão sonora equivalente e contínua referente a um período corresponde às 8h avaliado entre 22h e 6h. No caso, os indicadores L_d , L_e e L_n devem ser medidos com o filtro de frequências na ponderação “A”. A equação mostra que o indicador L_{den} representa o nível de pressão sonora nas 24h do dia, com a aplicação de uma ponderação diferenciada para os ruídos emitidos durante o período do anoitecer/entardecer (correção -5 dB) e da noite (correção +10 dB). Os limites de horários foram adaptados à legislação brasileira.

Vamos denominar de Área 1 a região com configuração em U, ou seja, com acima de 95% de edifícios em ambos os lados. Os jardins verticais foram simulados nas áreas disponíveis das fachadas dos edifícios, destacadas na figura 2. Foram posicionados próximos e paralelos as fachadas dos edifícios. O coeficiente de absorção médio para todas as faixas de frequência considerado foi de 0,4 no lado da barreira voltado para o exterior e 1,0 do lado voltado para fachada, envidando assim qualquer influência nos resultados. Já na região localizada as margens da via do metrô, Área 2, os jardins verticais foram simulados como barreiras acústicas recobertas por jardins em ambos os lados. As barreiras verticais foram simuladas com 2,5m de altura e mais 1m de estrutura que forma um ângulo de 45° com barreira, voltada para o trilho do metrô. Nesse caso nos dois lados coeficiente de absorção médio para todas as faixas de frequência foi considerado como 0,4.

Os mapas de ruído foram elaborados segundo as recomendações das diretrizes indicadas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) “Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído” (APA, 2011), que segue as recomendações da Diretiva Europeia 2002/49/CE.

As avaliações acústicas *in situ* foram realizadas em intervalos de tempo de 15 min, em dias sem atividades como trovões ou chuva. Para cada medida foi feita a análise em bandas de oitavas, que permitiu a verificação da existência de componentes tonais. O equipamento utilizado foi o sonômetro FUSION da 01dB, com calibrador Acústico da 01 dB Steel, tripé e protetor de vento. O sonômetro e o calibrador foram calibrados em

laboratório acreditado pelo INMETRO (RBC). A análise dos dados foi realizada com uso do *software* dBTraid da 01dB e o equipamento de medição foi calibrado antes e após a realização das medidas.

A seguir estão descritos os parâmetros utilizados para as simulações computacionais. Na modelagem do ruído ferroviário foi utilizado o modelo de propagação RMR-2002/Categoria 7. O fluxo dos trens do metrô foi obtido a partir dos horários de funcionamento disponíveis no site do Metrô - DF (METRO, 2018). As movimentações médias dos trens foram determinadas por meio da periodicidade, correspondendo a uma média de 13 trens por hora tanto no período diurno como no entardecer. Não foi considerado o período noturno, pois poucas viagens acontecem entre 22h e 6h. A velocidade média dos trens foi estabelecida em 50km/h.

O ruído do tráfego rodoviário foi avaliado através do modelo matemático NMPB-Routes. O fluxo e a composição do tráfego veicular foram determinados a partir dos dados dos Controladores Eletrônicos de Velocidade – CEV fornecidos pelo Departamento de Trânsito do DF. Esses aparelhos, além de registrarem as infrações de trânsito, armazenam dados referentes ao volume e a composição do tráfego nas 24h do dia. O relatório de volume de tráfego rodoviário apresenta a contagem de veículos para cada hora do dia classificados nas seguintes categorias: motos, pequenos, médios e pesados.

Na elaboração dos mapas de ruído, motos, pequenos e médios foram classificados como veículos leves e os “pesados” como veículos pesados. As médias de fluxo e composição foram determinadas a partir de dados do período de maio/2016 a maio/2017 e complementadas com filmagens, considerando a passagem pelos aparelhos de mais de 90 mil veículos por dia em média. A velocidade dos veículos leves e pesados foi considerada como 50 km/h e o pavimento das vias como asfalto liso. A comparação entre os valores dos níveis de pressão medidos *in situ* e os previstos pelos mapas apresentaram um desvio menor do que 3 dB(A). O passo da grelha foi estabelecido em 5m para os mapas de ruído rodoviário e ferroviário, com altura de cálculo de 4m. Os valores médios anuais de 25°C para temperatura e umidade relativa de 70% foram utilizados.

3 | RESULTADOS

Os mapas acústicos com os resultados das simulações para a Área 1 estão apresentados nas Figuras 2 e 3, na primeira sem a implantação dos jardins verticais e na outra com a implantação.

A diferença entre os mapas apresentados nas Figuras 2 e 3 são muito sutis, quase imperceptíveis, indicando que a implantação dos jardins verticais neste caso não provoca grandes alterações no ambiente acústico.

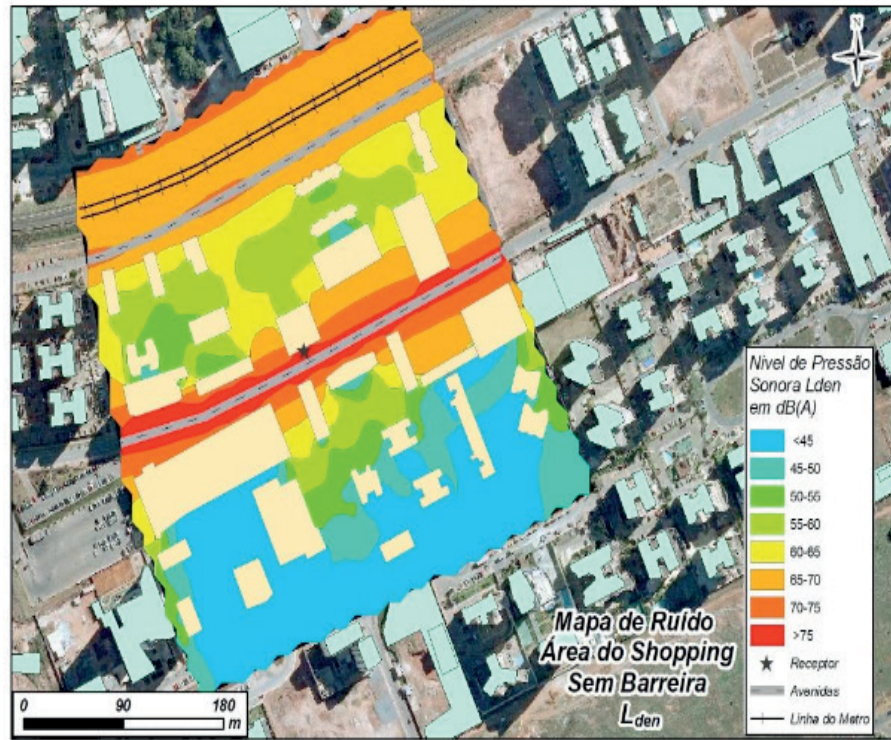


Figura 2: Mapa de ruídos sem a implantação dos jardins verticais (Área 1)

Fonte: Produzida pelos autores

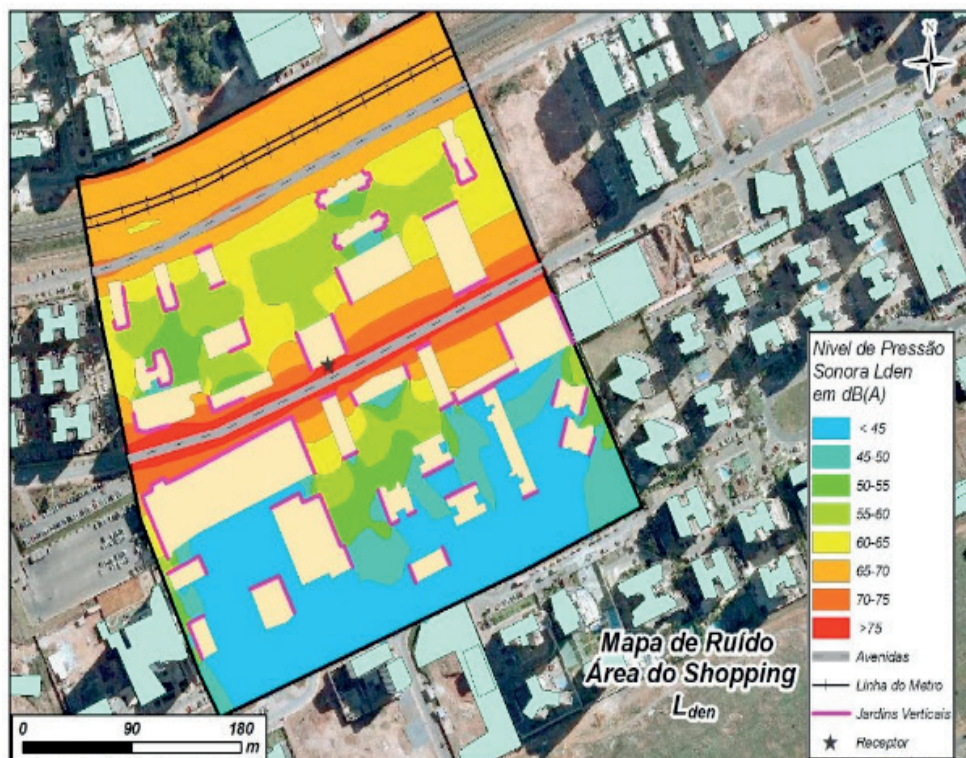


Figura 3: Mapa de ruídos com a implantação dos jardins verticais (Área 1)

Fonte: Produzida pelos autores

As Figuras 4 e 5 apresentam os mapas acústico para a Área 2, sendo a primeira com o ruído gerado pelo metrô, porém sem a implantação das barreiras revestidas com os jardins verticais. Na Figura 5 estão os resultados com a implantação das barreiras.

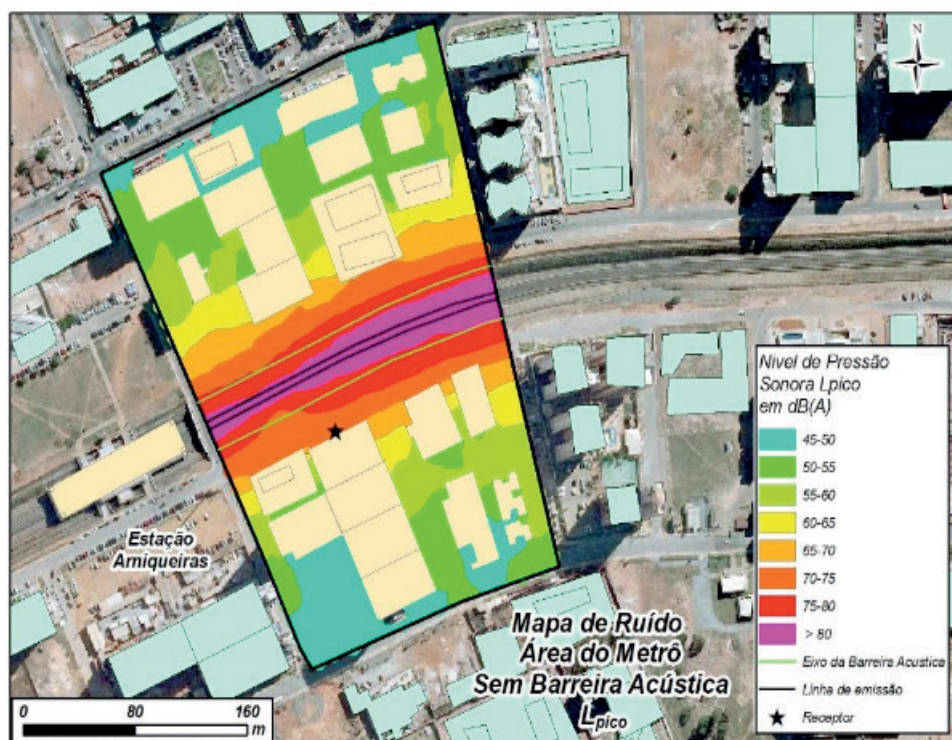


Fig. 4– Mapa de ruído da área do Metrô, sem barreiras acústicas (Área 2)

Fonte: Produzida pelos autores

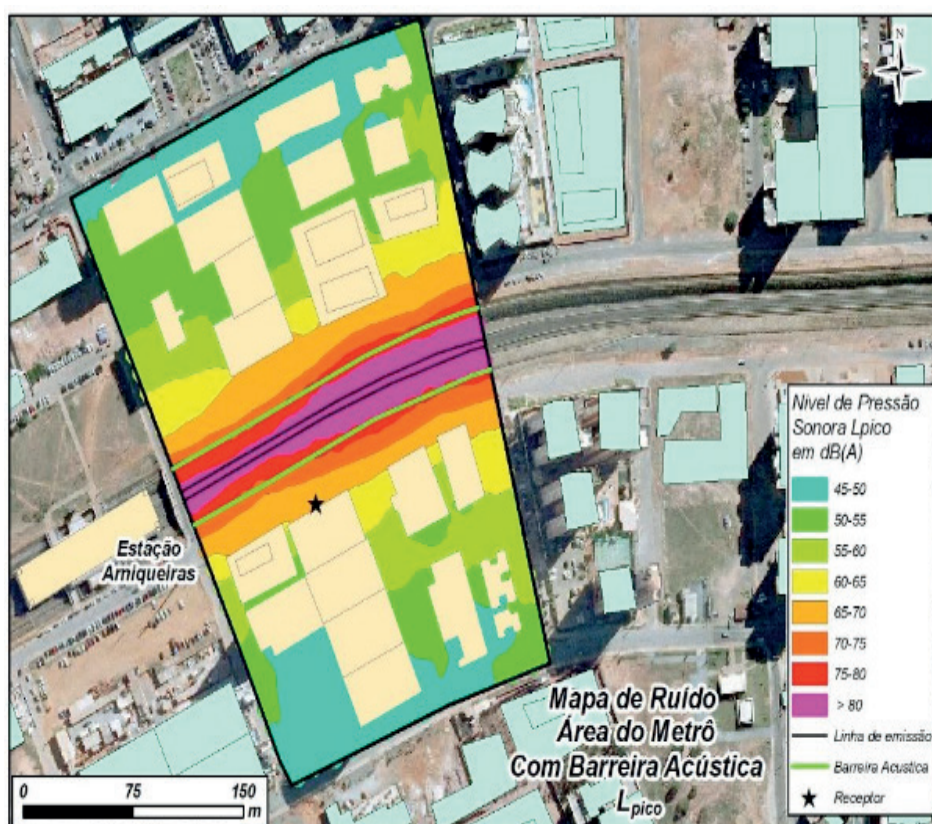


Fig. 5– Mapa de ruído da área do Metrô, com barreiras acústicas (Área 2)

Fonte: Produzida pelos autores

Para o caso da implantação de barreiras acústicas revestidas com vegetação,

os resultados se mostraram mais promissores, deve-se ressaltar que o principal fator de influência foi a barreira e não o revestimento, indicando que os jardins verticais no caso têm efeitos mais estéticos. Os jardins foram simulados em cima de uma base de alvenaria.

Com o objetivo de realizar uma análise mais minuciosa foi calculada a população exposta por faixa dos indicadores Lden e Ln (nível equivalente de pressão sonora para o período noturno). Os resultados estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, sendo a primeira para a Área 1. A primeira coluna representa as faixas para os indicadores acústicos, a segunda e terceira a população exposta por faixa do indicador Lden. O outro conjunto de colunas apresenta os resultados para o indicador Ln.

Índice	Lden (dBA)			Ln (dBA)		
	Sem JV	Com JV	Dif.%	Sem JV	Com JV	Dif.%
<35	0	0	0,0	206	344	67,0
35 - 40	106	98	-7,5	344	400	16,3
40 - 45	240	314	30,8	426	336	-21,1
45 - 50	344	382	11,0	566	546	-3,5
50 - 55	468	418	-10,7	538	532	-1,1
55 - 60	554	520	-6,1	389	342	-12,1
60 - 65	602	666	10,6	221	190	-14,0
65 - 70	246	170	-30,9	0	0	0,0
> 70	130	122	-6,2	0	0	0,0

Tabela 1 – População exposta para os parâmetros Lden e Ln para os edifícios antes e após a implantação dos jardins verticais (JV) – Área 1

Apesar dos mapas para a Área 1 não apresentarem diferenças visíveis, pode-se observar na Tabela 1 uma diminuição do número de habitantes nas faixas mais elevadas em contrapartida com o aumento para as faixas mais baixas, tanto para o parâmetro Lden como para o Ln.

Índice	Lden (dBA)			Ln (dBA)		
	Sem JV	Com JV	Dif.%	Sem JV	Com JV	Dif.%
<45	0	0	0,0	328	461	+40,5
45 - 50	208	241	15,9	665	742	+11,6
50 - 55	601	807	34,3	786	807	+2,7
55 - 60	753	732	-2,8	503	470	-6,6
60 - 65	622	579	-6,9	525	437	-16,8
65 - 70	437	437	0,0	678	568	-16,2
70 - 75	864	689	-20,3	0	0	0,0
> 75	0	0	0,0	0	0	0,0

Tabela 2 – População exposta para os parâmetros Lden e Ln para os edifícios antes e após a implantação dos jardins verticais (JV) – Área 2

Na fachada de um dos edifícios de 12 andares em cada uma das áreas de estudo foram posicionados receptores em diferentes alturas e avaliados os NPS. Um total

de 340 receptores na fachada dos prédios foi utilizado para realizar simulações com o objetivo de avaliar a variação dos NPS com a altura. Foi constatado que o Lden teve uma redução média de 0,36 dB(A) e o Ln de 0,35 dB(A). Os resultados estão apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Altura	Lden	Lden _{JV}	Diferença	Ln	Ln _{JV}	Diferença
2m	75,7	75,6	0,1	73,9	73,9	0,0
4m	75,7	75,6	0,1	73,9	73,8	0,1
10m	74,6	74,5	0,1	72,8	72,7	0,1
20m	72,7	72,6	0,1	70,9	70,8	0,1
30m	71,1	71,1	0,0	69,4	69,3	0,1

Tabela 3 – Níveis de pressão sonora dB(A) – Área 1

Os resultados da Tabela 3 mostram NPS que diminuem à medida que a altura é aumentada, ou seja, os NPS que atingem os andares mais altos são significativos, porém menores quando comparados com os andares inferiores. Pôde ser observado que os parâmetros Lden e Ln praticamente não sofrem alterações com a implantação dos jardins verticais, indicando novamente pouco influência no clima acústico da Área 1.

Altura	Lden	Lden _{JV}	Diferença	Ln	Ln _{JV}	Diferença
2m	69,4	65,5	3,9	63,0	59,1	3,9
4m	71,5	66,9	4,6	65,1	60,5	4,6
10m	74,6	71,0	3,6	68,2	64,6	3,6
20m	75,6	75,3	0,3	69,2	68,9	0,3
30m	75,7	75,6	0,1	69,3	69,3	0,0

Tabela 4 – Níveis de pressão sonora dB(A) – Área 2

A implantação de barreiras revestidas com jardins verticais altera o clima acústico de maneira mais significativa, tanto para o parâmetro Lden como para o Ln. Esta conclusão é corroborada pelos resultados dos mapas e também através da Tabela 4 quando analisamos os dados até a altura de 10m onde pode ser observada a efetividade das barreiras. A partir dos 20 metros os efeitos são menores o que indica que para a Área 2, nos locais onde os edifícios foram superiores a 10 metros a barreira deve ser alterada para que se tenha resultados mais significativos. Estas alterações podem ser na geometria, distância entre fonte e receptor ou altura da barreira. A simulação de barreiras revestidas de vegetação não foi feita na Área 1 em função da proximidade da via com os edifícios.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que a implantação de jardins verticais nas fachadas dos edifícios de ruas em U provocam pequenas alterações no clima acústico, o valor

encontrado neste estudo foi de 0,36 dB(A) para o parâmetro Lden e de 0,35 dB(A) para o Ln.

A implantação de barreiras revestidas com jardins verticais se mostrou mais efetiva, porém estudos preliminares com simulações são necessários para avaliar se os efeitos desejados serão alcançados, principalmente para os receptores posicionados nos andares mais elevados de edifícios localizados as margens de vias com alto tráfego de veículos ou vias férreas.

Os resultados preliminares indicam que os efeitos da barreira principalmente em relação à altura e geometria são mais importantes do que a cobertura.

Agradecimentos: Os autores agradecem à FAP-DF (Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal), ao UniCEUB e a UnB pelo apoio financeiro e parceria na realização do projeto 0193.001557/2017.

REFERÊNCIAS

Ali, M. Y.; Barbalho, B. S.; Garavelli, S. L.; Maroja, A. M. **Incômodo Provocado pelo Metrô em Águas Claras - DF.** In: XXVII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica. Anais. Brasília-DF, Brasil, 2017.

APA (2011) Agência Portuguesa do Ambiente. **Directrizes para elaboração de mapas de ruído.** Disponível em: https://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/NotasTecnicas_EstudosReferencia/DirectrizesMapasDez2011_todo_2.pdf. Acesso em: 28/03/2014.

Azkorra, Z., Pérez G., Coma J., Cabeza L.F., Bures S., J.E. Álvaro, Erkoreka A., Urrestarazu M. **Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings.** Applied Acoustics, v. 89, p. 46-56, 2015.

Calleri Cristina; Shtrepi Louena; Armando, Alessandro; Astolfi Arianna. **On the influence of different facade materials on the auditory perception of a urban space.** in: Conference: 46TH International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, at Hong Kong. Disponível em: < <https://www.researchgate.net/publication/319528874> >. Acesso em: 05/02/2018.

Diretiva 2002/49/CE. **Relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.** The Official Journal of the European Communities, v. 189, p. 12-17, 2002.

Garavelli, S. L.; Silva, W. C.; Silva, E. F. F.; Costa, C. A.; Carvalho Jr, E. B. e Maroja, A. M. **A contaminação acústica provocada pelo Metrô do DF.** In: 7º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional Integrado e Sustentável. Anais. Maceió-AL, Brasil, 2016.

Ismail, Mostafa Refat. **Quiet environment: Acoustics of vertical green wall systems of the Islamic urban form.** Frontiers of Architectural Research, v. 2, p. 162-177, 2013.

Köhler Manfred. **Green facades—a view back and some visions Urban Ecosyst,** v.11, p. 423-436, 2008.

Lang, J., Stani M. **Measures against noise in Subway stations.** Journal of Sound and Vibration, v. 51(3), p. 365-367, 1977.

Maroja, A. M.; Santos, F. S.; Carvalho Jr., E. B.; Garavelli, S. L. **Análise Espacial do Impacto Ambiental Acústico Provocado pela Implantação do VLT em Brasília - DF** In: 6º Congresso Luso-Brasileiro de Planejamento Urbano, Regional e Integração Sustentável, Lisboa-PT. Livro de Actas, v. 1. Lisboa, Portugal, 2014.

METRÔ , 2018. **Horário de Funcionamento**. Disponível em: <http://www.metro.df.gov.br/?page_id=8762>. Acesso em: 17/04/2018.

Othman, Ahmad Ridzwan; Sahidin, Norshamira. **Vertical Greening Façade as Passive Approach in Sustainable Design**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 222, p. 845-854, 2016.

Paunović K., Belojević G., Jakovljević B. **Noise annoyance is related to the presence of urban public transport**. Science of the Total Environment, v. 481, p. 479-487, 2014.

Pérez Gabriel, Rincón Lúdia, Vila Anna, González Josep M., Cabeza Luisa F. **Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings**. Applied Energy, v. 88, p. 4854-4859, 2011.

Pérez, Gabriel; Julià Martorell, Ingrid; Cabeza, Luisa F. **Vertical Greenery Systems (VGS) for energy saving in buildings: A review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 39, p. 139-165, 2014.

Soeta Y., Shimokura R. **Sound field characteristics of underground railway stations – Effect of interior materials and noise source positions**. Applied Acoustics, v. 73(11), p. 1150-1158, 2012.

Thomazelli Rodolfo; Caetano Fernando D. N., Bertoli Stelamaris R. **Acoustic properties of green walls: Absorption and insulation**. Proceedings of Meetings on Acoustics 28, Buenos Aires, 5 to 9 September, 2016.

Van Renterghem, Timothy; Hornikx, Maarten; Forssen, Jens; Botteldooren, Dick. **The potential of building envelope greening to achieve quietness**. Building and Environment, v. 61, p. 34-44, 2013.

World Health Organization (WHO). In: Berglund B, Lindvall T, Schwela D, eds. **Guidelines for Community Noise**. Geneva: World Health Organization; 1999.

World Health Organization. **Burden Night Noise Guidelines for Europe**. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2009.

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

Cristiane Rossatto Candido

UFPR, Mestranda no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Construção Civil
Curitiba - Paraná

Renata Mansuelo Alves Domingos

UFSC, Mestranda no Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil
Florianópolis – Santa Catarina

João Carlos Machado Sanches

UNEMAT, Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas
Sinop – Mato Grosso

RESUMO: A poluição visual está presente nas cidades brasileiras, com elementos compondo o cenário da paisagem urbana de forma desordenada e cada vez mais prejudicial à saúde humana. Apesar dos transtornos gerados pela poluição visual, poucas providências são tomadas para solucionar esse problema. Um dos motivos é que a própria população, em geral, não percebe os prejuízos e os efeitos causados pela poluição visual. O presente artigo tem como objetivo mostrar a situação da cidade de Sinop, localizada no norte de Mato Grosso, na Amazonia Legal, buscando avaliar e quantificar os impactos provocados na cidade. O estudo resultou no mapeamento da distribuição dos diferentes tipos de poluição visual presentes no perímetro estudado e analisando a legislação

vigente em São Paulo e Sinop percebe-se que o valor irrisório da multa para quem descumpra a lei na cidade de estudo associado à falta de fiscalização faz com que a propaganda seja distribuída pela cidade sem nenhuma restrição. Assim, como outros problemas de Sinop, o excesso de informação provindo das publicidades deve tomar pauta nas discussões sobre a qualidade do espaço urbano.

PALAVRAS-CHAVE: poluição visual; qualidade visual; cidade limpa.

VISUAL POLLUTION: VISUAL QUALITY STUDY IN SINOP - MT

ABSTRACT: Visual pollution is present in Brazilian cities, with elements composing the landscape of the urban landscape in a disorderly and increasingly detrimental way to human health. Despite so many disorders generated by visual pollution, few steps are taken to solve this problem. One reason is that the population itself often does not realize the damage and effects caused by visual pollution. This article aims to show the situation of Sinop – MT visual pollution and to evaluate the impacts caused by this problem. The study resulted in the mapping of the distribution of the different types of visual pollution present in the perimeter studied and analyzing the legislation of São Paulo and Sinop. It is noticed that the negligible value of

the fine for those who do not comply with the law in Sinop, associated with the lack of inspection, makes with that the propaganda be distributed throughout the city without any restriction. Thus, like other problems of Sinop, the excess of information coming from the publicity should take care in the discussions about the quality of the urban space.

KEYWORDS: visual pollution; visual quality; clean city.

1 | INTRODUÇÃO

A crescente exigência por uma melhor qualidade de vida abrange uma série de fatores. Dentre eles, destacam-se as condições de poluição visual à qual a sociedade está submetida, causando males à saúde, agredindo a sensibilidade humana, afetando psicologicamente e posteriormente fisicamente.

A cidade é percebida através da paisagem urbana e da percepção do usuário, dessa forma, cada um através da subjetividade irá entender os fatores de poluição ou qualidade visual de uma forma diferente. Mas, a paisagem coopera para formação da cultura local, bem como para com bem-estar da população. O bem-estar das pessoas possui relação direta com sua saúde, modo de vida e as situações do meio em que vive (CASTANHEIRO, 2009). Dessa forma, é de suma importância para embasar a análise que será feita, entender o conceito de poluição e poluição visual, a fim de demonstrar que a qualidade de vida do usuário está intimamente ligada com as características da paisagem urbana.

Este tipo de poluição é a que menos recebe atenção por parte do governo e das pessoas em geral no Brasil, mas em países como Inglaterra, Estados Unidos, Espanha e Itália existe cuidado com a dimensão estética da inserção de projetos na paisagem urbana (RODRIGUES, 2010). Mesmo sendo recorrente nos grandes centros, como em São Paulo, com a Lei Cidade Limpa, é na maioria das vezes deixado de lado nas cidades de portes menores.

Em suma, as leis que determinam as diretrizes para o controle da poluição não acompanham o crescimento acelerado das cidades e se encontram desatualizadas ou com multas ilusórias. E mesmo as leis existentes, na maioria das vezes, acabam desrespeitadas, devido a negligência da população e principalmente por falta de fiscalização do governo (CASTANHEIRO, 2009).

Diante desse contexto, o objetivo geral deste trabalho é estudar o impacto da poluição visual em cidades de pequeno porte no norte de Mato Grosso, fruto de colonização particular e de rápido crescimento urbano. Para tal, utilizam-se observações acerca da qualidade visual da cidade de Sinop – MT, polo regional, a fim de identificar quais as principais fontes de poluição visual e propor medidas para que as leis em vigor sejam mais eficazes.

2 | REFERENCIAL

A paisagem urbana é um conceito que exprime a arte de tornar coerente e organizado, visualmente, o emaranhado de edifícios, ruas e espaços que constituem o espaço urbano (CULLEN, 1983). Desse modo, entende-se que o cenário urbano é o ambiente em que o usuário está inserido, no qual, ele vai interagir e criar relações. Por isso é tão importante pensar na morfologia e percepção da paisagem na cidade.

Em questão de morfologia urbana entende-se que os centros urbanos são ambientes muito complexos e diversificados, além disso, estão em constante mudança. Essa estrutura denominada cidade surge a partir de motivações específicas e é configurada por diversos componentes, segundo Mendes (2006), em fixos, semifixos e móveis. Os fixos seriam caracterizados por edifícios, lote, quarteirão, praça, vegetação, mobiliário urbano, entre outros. Os semifixos são caracterizados pela publicidade e o comércio ambulante e os móveis por pessoas, animais, automóveis, aviões, etc. Sendo assim, este trabalho pretende analisar a influência das propagandas no centro urbano, comparando-as aos outros componentes que o definem.

Os elementos descritos anteriormente, através das diversas combinações e relações, começam, então, a caracterizar a paisagem urbana. Esses elementos observados no meio servirão para estudo do mesmo, no entanto, deve-se levar em conta a interação do indivíduo com a paisagem que não é apenas por meio de estruturas físicas, mas também através da percepção, da relação e interpretação pessoal existente. Por causa disso, o cenário urbano é um quadro dinâmico e pessoal e pode ser lido através de diferentes escalas de percepção espacial e temporal, como diz Ferretto (2007), a paisagem urbana é então o resultado da associação e relação dos elementos que a constituem.

Dessa maneira, a qualidade visual está diretamente relacionada à ordem dos elementos, por isso, a falta de clareza, coerência e estruturação deles, leva a poluição visual. Sendo resultado de desconformidades e efeito da deterioração dos espaços da cidade pelo acúmulo exagerado de anúncios publicitários em determinados locais ou quando campo visual do cidadão se encontra de tal maneira que a sua percepção dos espaços da cidade é impedida ou dificultada (MINAMI & GUIMARÃES JR, 2003).

Por isso, entende-se que para as percepções humanas, formas simétricas, equilibradas, simplificadas, regulares e neutras são menos complexas para o cérebro, então, exigem menos esforço para serem lidas e aprendidas corretamente. Portanto, publicidade com muitas informações, cores, formas e em lugares impróprios são consideradas poluição, pois a confusão na percepção do usuário que a poluição visual acarreta, tem efeitos negativos, qualquer exagero de informação causa um desconforto, um transtorno emocional. Segundo Cercleux *et al.* (2016), em geral, a poluição visual está ligada a alguns fatores como a indústria, comércio, transporte ou propaganda e pode gerar um conflito no uso da paisagem urbana.

Um dos fatores determinantes pelo qual deve ser discutido o estado da

poluição visual nas cidades é os problemas de saúde que ela pode causar, como o estresse, comprovado por uma pesquisa realizada pelo Instituto Paulista de Stress, Psicossomática e Psiconeuroimunologia em 2003 (MELO & COSTA, 2011). Nessa pesquisa foram selecionadas 30 pessoas e os pesquisadores os fizeram assistir um filme de 52 minutos. Sendo que no começo do filme apareciam imagens relacionadas à natureza, ruas tranquilas com árvores e parques, depois o vídeo mostrava locais com muita propaganda, pichações e sujeira.

Enquanto as pessoas assistiam foram medidos os batimentos cardíacos e os níveis de cortisol (substância secretada pelo organismo aos primeiros sinais de estresse) dos mesmos. Os batimentos cardíacos aumentaram 9% nas mulheres e 6% nos homens e o cortisol aumentou 66,4% nelas e quase nada neles, foram aplicados testes subjetivos antes e depois de terem visto o vídeo e não houve alteração, o que mostra que as pessoas não percebem ao nível de estresse que estão sendo expostas. Existe também a ideia que a poluição visual é um desencadeador de emoções que já existem no indivíduo. Se ele está com raiva, um *outdoor* de cores berrantes pode contribuir para que esse sentimento exploda. Não é o *outdoor* que causa esse efeito, ele é o gatilho. O que poderia explicar afetar muito mais as mulheres pelas jornadas duplas de trabalho, por exemplo.

Alguns estudos sobre poluição visual já foram efetuados, como é o caso de Ferretto (2007) que analisou a situação da poluição visual na cidade de Porto Alegre - RS, baseando-se nas percepções de forma, elencando soluções para configuração da paisagem urbana. Já Lemos *et al.* (2009) com uso de levantamento fotográfico avaliou a situação da publicidade excessiva no centro de Juiz de Fora – MG, e por meio de entrevistas qualificou a opinião da população, elencando os principais responsáveis pela poluição visual no local. Salles e Escobar (2014) identificaram a grande concentração dos meios de comunicação na cidade de Mossoró - RN, destacando o uso de *outdoors*. Através de levantamento fotográfico e coleta de dados em campo, eles mapearam a concentração de *outdoors* nas três principais vias da cidade, a fim de apresentar as alterações e implicações visuais da poluição visual e destacar os critérios que realmente deveriam ser necessários para aplicar esse tipo de publicidade.

3 | METODOLOGIA

3.1 Objeto de estudo

O objeto de estudo é a cidade de Sinop, latitude 11° 51' 51" S e longitude 55° 30' 09" W, localizada no norte de Mato Grosso, situada na Amazônia legal. A cidade nasceu na ditadura militar, através de políticas de incentivo a colonização do centro oeste e da abertura da BR 163, ligando Tenente Portela, no Rio Grande do Sul, a Santarém, no Pará. Sua colonização ocorreu de forma particular por uma colonizadora do Paraná e o crescimento acelerado, como também, o crescimento do setor de serviços propiciou

a situação que a cidade se encontra hoje, com poluição visual, por outdoors, fachadas de comércio, totens, faixas e painéis de LED.

Para estudo do caso, foram escolhidos trechos de avenidas que fazem parte do setor comercial da cidade, nos quais há concentrações de comércio em geral. São fragmentos das avenidas Tarumãs, Itaúbas, Ingás, André Maggi, Júlio Campos, Acácias, Embaúbas, Figueiras, Palmeiras e Jacarandás, delimitado no sentido norte-sul pelas avenidas Tarumãs a Palmeiras e no leste-oeste pelas avenidas André Maggi a Jacarandás. Esses segmentos da cidade são melhores exemplificados na figura 1, que mostra parte do traçado de Sinop, onde estão essas avenidas.

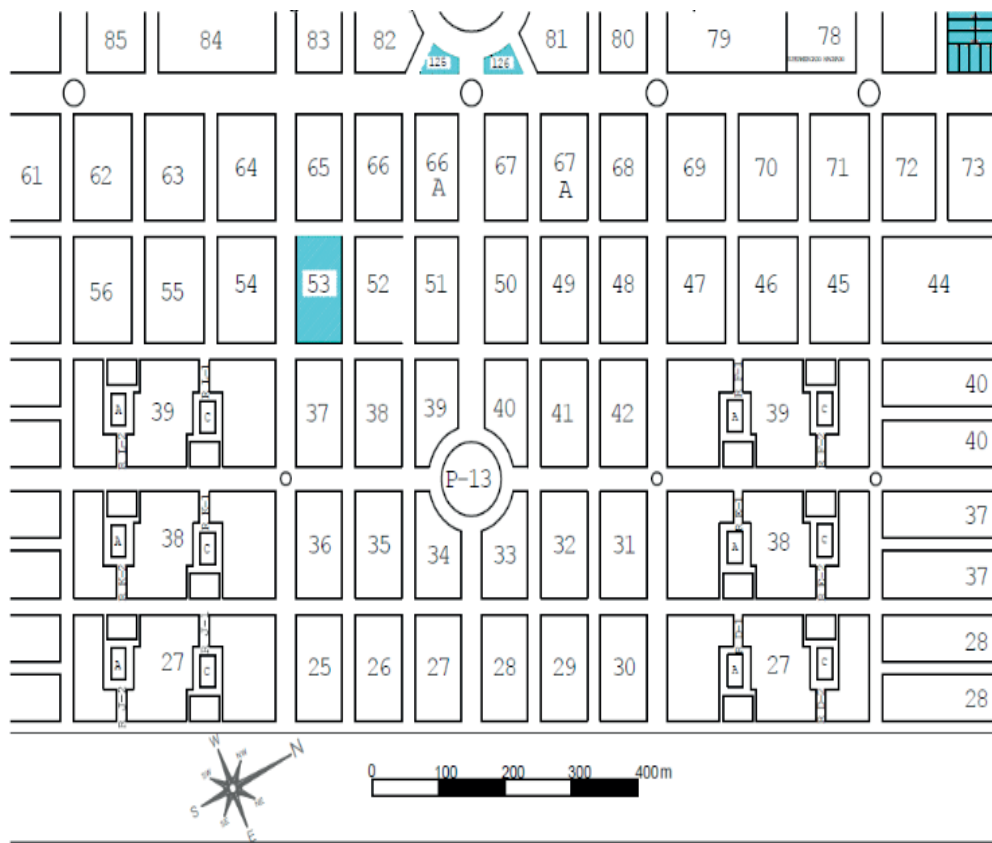


Figura 1 - Traçado da área central de Sinop

Fonte: Os autores (2016).

Um fato a ser considerado no tipo de traçado mostrado na figura 1, é o tempo de observação que a pessoa tem durante os seus deslocamentos pela cidade. Quanto maior esse tempo, mais os indivíduos estão expostos às informações contidas nas ruas, conseqüentemente, será maior a absorção de informações e, logo, maior as conseqüências para saúde. A cidade de Sinop está inserida nesse contexto, por ter traçado ortogonal, propiciando uma exposição prolongada à poluição visual, com muitos cruzamentos e poucas vias expressas.

3.2 Coleta e mapeamento dos dados

Foi feito um levantamento da situação da qualidade visual dos trechos escolhidos, a priori, através de registro fotográfico. Foi possível perceber quais os meios mais usados para publicidade e que, conseqüentemente, mais poluem a cidade. Esse levantamento de campo, a ser mostrado posteriormente, resultou no mapeamento das avenidas citadas com os pontos mais críticos, tendo assim uma visão geral sobre as condições do centro da cidade.

3.3 Análise das leis

Após ver a situação da cidade buscou-se saber o amparo legal de tais ações, analisando a Lei de Sinop, comparando-a com a Lei Cidade Limpa de São Paulo, que foi uma atitude tomada justamente para o enfrentamento da falta de qualidade visual. A lei municipal 616/2001 que trata do ordenamento da publicidade visual urbana, tem uma penalidade quase irrisória, o que faz com o que a situação só tenda a piorar.

Com as fotos e o mapeamento dos pontos críticos, foi analisada uma forma de resolução dos problemas abordados, baseando-se na Lei Cidade Limpa já citada, adaptando-a para o cenário de Sinop e do norte de Mato Grosso.

4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na região estudada, existem muitos outdoors e faixas (Figura 2), fachadas (Figura 3), totens e placas (Figura 4), triedro e painel de LED (Figura 5). Como mostrado, na Figura 2, os outdoors são muito comuns nas avenidas estudadas, em locais que existem terrenos sem construção. A figura 2 também apresenta o problema das faixas que são colocadas desordenadamente pelas avenidas, ao longo das avenidas, assim como nas rotatórias, locais onde existem grandes concentrações de faixas, fixadas entre postes ou na própria grade de um terreno. Outro fator apresentado é que os próprios órgãos públicos usam esse meio de comunicação, como pode ser visto na faixa do centro da rotatória. O excesso de cores, tamanhos, proporções, tipos de letras e informações neles apresentados, interferem diretamente na legibilidade, pois disputam a atenção dos indivíduos, a partir de uma concorrência de formas, cores, volumes e dimensões (PORTELLA, 2003).



Figura 2 – (a) Outdoors; e (b) Faixas

Fonte: Os autores (2016).

Já na figura 3, a questão apresentada é o uso das fachadas, praticamente, só como elemento de publicidade. Não existe uma preocupação com a estética do edifício e valorização dos seus elementos arquitetônicos. Esse problema levanta uma questão muito séria a ser discutida, como mostrado por The School of Life (2015), que as cidades ao invés de se tornarem mais atrativas e confortáveis visualmente para morar, estão se tornando poluídas, caóticas e sem vida, o que é contraditório, pois hoje temos mais tecnologias e conhecimentos para planejar, projetar e construir um ambiente.



Figura 3 - Fachada

Fonte: Os autores (2016).

O uso de totens e placas traz danos ao trânsito, pois atrapalham o fluxo dos pedestres no caso dos totens. Nas placas localizadas no meio das rotatórias, observa-se a diminuição da visão do condutor de veículos que passam naqueles locais.



Figura 4 – (a) Totens; e (b) Placas

Fonte: Os autores (2016).

Os triedros e painéis de LED trazem basicamente o mesmo enfrentamento, tirando a atenção do motorista com excesso de informações. Os triedros, por estarem em movimento e o painéis de LED, por causa do uso da luz, acabam muitas vezes trazendo ofuscamento e a fornecer riscos de acidentes no trânsito. As imagens também mostram que não existem regras para onde colocar cada tipo de publicidade, pois na mesma imagem vê-se triedro, fachada exagerada e outdoors.



Figura 5 – (a) Triedro; e (b) Painéis de LED

Fonte: Os autores (2016).

A pesquisa de campo, além das imagens, resultou no mapeamento da área central da cidade, Figura 6. Percebe-se que a maior concentração de outdoors se dá nas rotatórias, assim como os painéis de LED. Na avenida principal da cidade, Júlio Campos, o maior destaque está nas fachadas, pois há grande acúmulo de lojas.

O mapa mostra como está parte da cidade está sobrecarregada de informações e necessita de uma intervenção.



Figura 6 - Mapeamento da distribuição da poluição visual no perímetro estudado

Fonte: Os autores (2016).

4.1 Parecer legal

A lei municipal nº 14.223, de 26 de setembro de 2006, de São Paulo teve uma eficiência tão grande que passou a ser exemplo para todo o Brasil. Nessa lei as propagandas passaram a ser regulamentadas. A inovação de maior impacto foi a proibição de anúncios publicitários nos lotes urbanos como muros, coberturas e laterais de edifícios, além de publicidade em carros, ônibus, motos, bicicletas, etc. Outras novidades foram a padronização, a simplificação e a redução dos anúncios indicativos, peças que seguirão normas relativas ao tamanho da fachada de seus imóveis.

Os imóveis foram divididos em três categorias [pequeno (menos de 10 metros), médio (de 10 a 100 metros) e grande (igual ou superior a 100 metros), e foi permitido um anúncio proporcional a essa divisão (respectivamente, até: 1,5m²; 4m² e dois anúncios de até 10m² com uma distância de 40m entre eles), a única exceção é para estabelecimentos na esquina, onde cada rua pode ter um anúncio.

Outro fator relevante diz respeito ao uso dos totens. Para usá-los, devem-se seguir duas regras: a primeira é que o mesmo deve estar dentro do imóvel, a segunda é a altura máxima de toda estrutura ser 5m. Lembrando que só é permitido um tipo de anúncio, dessa forma, se o estabelecimento optar pelo totem não pode ter nenhuma placa na fachada.

No espaço urbano, ficou proibida toda poluição visual caracterizada por anúncios dos mais diversos tipos e formatos. Segundo as novas regras, por exemplo, a colocação de peças de propaganda em ruas, parques, praças, postes, torres, viadutos, túneis, faixas acopladas à sinalização de trânsito, laterais de prédios sem janelas e topos de edifícios não podem mais existir.

Um fator decisivo na eficiência dessa Lei foi a fiscalização e penalização para quem não a estivesse cumprindo. A multa é R\$ 10 mil por anúncio irregular com até 4 m², cada m² que ultrapassar essa área custará aos responsáveis mais R\$ 1 mil de multa, valor somado aos R\$ 10 mil iniciais. Se a situação não for corrigida em 15 dias (ou 24 horas para anúncios com risco iminente), nova multa será emitida com valor duas vezes maior do que a primeira.

Em Sinop, a situação é bem diferente. Na lei municipal nº 616/2001 de 11 de janeiro de 2001, existem regulamentações que, mesmo não sendo apropriadas para a situação de poluição visual, não são cumpridas.

Em relação às faixas, o Art. 12 no inciso IV diz: “não será permitida, em nenhuma hipótese, a colocação no espaço aéreo municipal, de faixas com anúncio publicitário ou promocional de estabelecimento ou empresas privadas quando se tratar tão somente da divulgação de seus produtos ou serviços.” O que não acontece, sendo que grande parte das faixas mostradas no mapeamento está irregular.

Sobre os anúncios nas fachadas, o Art. 13 diz: “A área total máxima permitida para

“leiteiro” será dada pelo comprimento da frente do lote ou da edificação multiplicado por 0,5m (meio metro).” Não são todos que estão cumprindo essa lei, mas ainda sim, essa lei abre uma brecha para fachadas maiores que o ideal para qualidade visual. Por exemplo, em São Paulo, um edifício com testada de 9 metros pode ter um anúncio de até 1,5m², enquanto em Sinop de até 4,5m², nesse caso, 3 vezes maior. Ou seja, a lei não atende a necessidade de uma cidade mais limpa visualmente.

As penalidades em Sinop, que constam no Art. 23, são praticamente irrisórias. O primeiro ato é uma notificação. Se em 48 horas não for resolvida a irregularidade, é aplicada uma multa de 50 UFIR's, (Unidade Fiscal de Referência) cobrada em dobro e triplo no caso de reincidência, respectivamente pela segunda e terceira vez.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos conceitos de paisagem urbana, percepção visual, poluição ambiental e elementos da morfologia urbana, comprovou-se que a publicidade desordenada é um tipo de poluição.

Com base em tudo que foi discutido até aqui, percebe-se que os elementos constituintes da paisagem urbana podem contribuir ou não para que haja uma qualidade visual na cidade. O excesso de elementos, aliado a falta de organização e preservação dos mesmos, resulta em um cenário de poluição visual crescente e evidente nos grandes centros urbanos. (FERRETTO, 2007)

A iniciativa do texto foi buscar conceitos que comprovassem que a cidade de Sinop está passando, como outras cidades mato-grossenses, por um processo de aumento da poluição visual. A partir do mapeamento dos locais mais poluídos visualmente, é possível discutir uma possível mudança ou criação de uma nova lei que regulamente a publicidade espalhada pelo meio urbano.

Como foi mostrado no mapeamento, Sinop precisa de uma rápida intervenção, pois está carregada de propaganda e publicidade. O ideal seria a criação de uma nova lei, mais rígida, com espaço menor para as placas fixadas nas fachadas. Deve-se ainda regulamentar o uso de totens e placas, pois são usados até mesmo nas rotatórias, prejudicando o trânsito. Outra preocupação diz respeito a regularização do uso dos outdoors e painéis de LED, que se possível, deveriam ser proibidos, pois oferecem muitas informações de forma desordenada e principalmente, chamam muita atenção, muitas vezes com informações desnecessárias.

Uma questão muito relevante é a fiscalização e aplicação de multas mais pesadas, pois a lei existente já não está sendo cumprida e nada é feito referente a isso. Vale salientar que não é o objetivo do trabalho depreciar os responsáveis pela publicidade em geral. Trata de demonstrar que esse conjunto de elementos, estabelecidos de forma desordenada, sem uma regulamentação adequada, é considerado poluição visual e afeta comprovadamente a saúde humana, conforme pesquisas citadas anteriormente.

A pesquisa, por fim, busca alertar de forma embasada em fatos, que a poluição

visual não é apenas questão de estética urbana ou beleza urbana, mas sim de saúde. Por isso, assim como outros problemas de Sinop, o excesso de informação provindo das publicidades deve se tornar pauta nas discussões sobre a qualidade do espaço urbano. Sabe-se que a cidade deve procurar o bem da coletividade e não o bem individual, que é o que prevalece na situação atual.

REFERÊNCIAS

Brasil. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Presidência da República, Casa Civil. Brasília, 1981.

Cercloux, A., Merciu, F., Merciu, G., (2016) **A model of development strategy encompassing creative industries to reduce visual pollution - Case study: Strada Franceză, Bucharest's Old City**, Procedia Environmental Sciences 32 (2016) 404 – 411.

Cullen, G. (1983) **Paisagem urbana**. São Paulo: Martins Fontes.

Ferretto, L. H. (2007) **Poluição Visual: breve análise sobre a interferência da publicidade e qualidade visual da Avenida Venâncio Aires**. Porto Alegre: UFRGS.

Lemos, B., Falcão, L., Costa, M. (2009) **Poluição visual: as chagas da paisagem urbana de Juiz de Fora**. CES Revista, v. 23, p.11-21, Juiz de Fora, 2009.

Melo, I., Costa, L., **Poluição visual faz mal à saúde** Disponível em <<http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticia/2011/10/poluicao-visual-faz-mal-a-saude-3511817.html>>. Visto em 24 de junho de 2015.

Minami, I., Guimarães Jr, J. L. **Poluição visual e a questão de ética e da estética na paisagem urbana**. Disponível em <<http://www.usp.br/fau/deprojeto/labim/simposio/PAPERS/SCV1CO13.htm>>. Visto em 24 de junho de 2015.

Portella, A. A. (2003) **A Qualidade Visual dos Centros de Comércio e a Legibilidade dos Anúncios Comerciais**. 250 p. Dissertação (Mestre em Planejamento Urbano e Regional). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

Salles, M. C. T., Escobar, M. L. (2014) **Indícios de Poluição Visual em Mossoró (RN): Identificação e Mapeamento de Áreas com Outdoors**. GEOTemas, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v. 4, n. 2, p.33-43, jul./dez., 2014.

São Paulo. **Lei nº 14.223**, de 26 de setembro de 2006. Dispõe sobre a ordenação dos elementos que compõem a paisagem urbana do Município de São Paulo. São Paulo, 2006.

Sinop. **Lei nº 616** de 11 de janeiro de 2001. Dispõe sobre o ordenamento da publicidade visual urbana, bem como a publicidade falado ao ar livre no Município de Sinop e dá outras providencias. Sinop, 2001.

The School of Life (2015) **How to Make na Attractive City**. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=Hy4QjmKzF1c>>. Visto em 1 de abril de 2016.

MAPEAMENTO COLETIVO NO LOTEAMENTO INFRAERO II EM MACAPÁ

Victor Guilherme Cordeiro Salgado

Universidade Federal do Amapá, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas (DCET), Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo
Macapá – Amapá

Mauricio Melo Ribeiro

Caixa Econômica Federal, Gerência Executiva de Governo (GIGOV)
Macapá – Amapá

Melissa Kikumi Matsunaga

Universidade Federal do Amapá, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas (DCET), Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo
Macapá – Amapá

RESUMO: O objetivo do artigo é apresentar o mapeamento coletivo como método de reconhecimento, identificação e constatação de particularidades do local, uma vez que a participação de moradores em projetos de intervenção urbana ou elaboração de planos setoriais (plano diretor participativo) têm sido ausentes na maioria das cidades brasileiras. Em Macapá não é diferente, a Oficina “Mapeamento Coletivo” ocorreu em junho de 2017 e reuniu nove moradores do loteamento Infraero II; os participantes puderam combinar informações compartilhadas em uma atividade que permitiu uma leitura interativa e próxima ao seu cotidiano. A intenção era promover uma conversa sobre

a experiência de confecção dos mapeamentos e a aplicação dessa metodologia para o reconhecimento das dinâmicas de vida de seus moradores, em virtude da busca por melhores resultados de planejamento para cidade.

PALAVRAS-CHAVE: Cidade, Planejamento Urbano, Participação, Mapeamento Coletivo.

COLLECTIVE MAPPING IN THE INFRAERO II TONWHOMES IN MACAPÁ

ABSTRACT: The aim of the paper is to present the collective mapping as recognition method, identification and acknowledgement of the local features, once the residents’ involvement in urban interventions or elaboration of sector plans (participatory master plan) had been absent in the majority of Brazilian cities. In Macapá it is not different, the “Collective Mapping” took place in June in 2017 and gathered 9 residents from the allotment Infraero II; The participants could share pieces of information during an activity that allowed in an interactive lecture and close to their routine. The intention was to promote a conversation about the mapping workshop experiences and the application of this methodology for the recognition of the residents habits, in order to look for better urban planning solutions.

KEYWORDS: City, Urban Planning, Participation, Collective Mapping.

1 | INTRODUÇÃO

Seja para elaboração de projetos de intervenção urbana ou planos setoriais, as gestões das cidades brasileiras, principalmente de capitais como Macapá, buscam por soluções para os processos de expansão do tecido urbano em direção as áreas de fragilidade ambiental ou territórios urbanos antes longínquos. As ocupações irregulares como favelas ou novos bairros inaugurados “graças” ao Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) compõem um cenário dividido e fragmentado na busca por melhores condições de vida na cidade, embora o caráter reformador do Programa Nacional de Regularização Fundiária (2003) acompanhado da Lei Federal do Fundo Nacional de Habitação de Interesse e demais alicerces do Ministério das Cidades (2003) seja expresso como conquista social, é preciso lembrar da distância imensa que separa o discurso da prática.

O plano diretor participativo, preconizado pela Lei Federal 10.257/2001, ainda que assegure a “participação” da população na ocasião de sua elaboração, uma vez aprovado, segue sem a efetivação de seus Conselhos - o que poderia dar, apesar de não garantir, a continuidade à discussão participativa sobre os rumos da cidade. Em prol do cumprimento da lei, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Macapá (PDDUA) (2004) atendeu as demandas expressas no Estatuto da Cidade (2001) inicialmente, na tentativa de superar os déficits constatados devido a descontinuidade dos planos anteriores (Grumbilf,1959; Fundação João Pinheiro, 1973; HJ Cole & Associados, 1976) estagnados por mais de duas décadas.

Por efeito da estrutura engessada, desde sua regulamentação, o PDDUA de Macapá é apenas complementado esporadicamente por leis municipais de “atualização” ao expressivo crescimento demográfico e territorial em detrimento da adaptação devida. Desde 2014 não há alterações significativas em benefício das peculiaridades intrínsecas ao modo de vida das ocupações irregulares na cidade, ou mesmo para as populações remanejadas aos conjuntos habitacionais e seus anfitriões. As táticas de coleta-análise das demandas e conflitos presentes nas comunidades de bairros segue a lógica do favorecimento arbitrário de alguns, ou seja, as camadas sociais de menor consumo permanecem ignoradas no âmbito da dinâmica do capital.

A inclusão de práticas colaborativas como ferramenta de cooperação entre gestores e comunidades é fundamental para dilatar a pequena fenda aberta diante da enorme quantidade de demandas no processo de elaboração ou reelaboração dos Planos Diretores (PDs), considerando a atuação do arquiteto e urbanista neste processo. Destaca-se que a metodologia coletiva e pedagógica encontrada nos mapeamentos é uma alternativa válida e não produz transformações por si, serve de plataforma para viabilizar o encontro de consensos e percepções das dinâmicas do território em constante modificação, isto é, a possibilidade de reconstituição gráfica equivalente as necessidades reais. Nega-se qualquer inferência a prática de mapeamento coletivos como solução geral a experiência insatisfatória dos PDs

participativos, tampouco para provocar mudanças na profunda insatisfação com as políticas públicas de planejamento e regulação fundiária.

A estrutura deste artigo foi elaborada em dois tópicos: Estatuto da Cidade e o planejamento urbano brasileiro e as possibilidades do mapeamento coletivo para o loteamento Infraero II. O primeiro trará uma breve abordagem histórica da criação e aplicação do Estatuto, as condições de aplicabilidade dos PDs e em quais etapas sua estrutura poderia se tornar flexível, e uma resumida apresentação das circunstâncias de informalidade e formalidade do habitar em Macapá. A parte posterior localiza o Loteamento Infraero II para questionamentos a respeito da implantação do empreendimento Residencial Miracema, por seguinte, cartografias críticas elaboradas coletivamente com ênfase no Mapeamento Coletivo e como fazem parte do processo metodológico e por fim reflexões a respeito dos resultados obtidos decorrentes da prática em oficina.

2 | O ESTATUTO DA CIDADE E O PLANEJAMENTO URBANO BRASILEIRO

O Estatuto da Cidade (EC), lei federal brasileira nº 10.257, aprovada em 2001, tem méritos que justificam seu prestígio em boa parte dos países do mundo. As virtudes do EC não se esgotam na qualidade técnica ou jurídica de seu texto (Maricato apud Carvalho & Rossbach, 2010), vem regulamentar os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, que conformam o capítulo relativo à Política Urbana. Embora fundamental, não é suficiente para resolver problemas estruturais de uma sociedade historicamente desigual na qual por exemplo o direito à cidade ou à moradia legal, não são assegurados para a maioria da população (Maricato apud Carvalho & Rossbach, 2010).

Ainda sobre o Estatuto, segundo Oliveira:

O Estatuto da Cidade estabelece a gestão democrática, garantindo a participação da população urbana em todas as decisões de interesse público. A participação popular está prevista e, através dela, as associações representativas dos vários segmentos da sociedade se envolvem em todas as etapas de construção do Plano Diretor – elaboração, implementação e avaliação – e na formulação, execução e acompanhamento dos demais planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano municipal (Oliveira, 2001).

A presença das comunidades na concepção dos PDs não é valorizada, apesar de obrigatória. Poucos são os casos de organizações ou associações representativas articuladas e consolidadas, que atuem nas regiões periféricas de Macapá, raramente são introduzidas no processo desta política. O que significa a rápida dissolução de seus Conselhos sem efetiva contribuição para a garantida participação.

Complementando com Villaça (2005), pode-ser-ia entender a “Participação Popular” como o conjunto de pressões que “a população” exerce sobre o poder político, por ocasião da tomada de importantes decisões de interesse coletivo. Entende-se que

os movimentos sociais devem lutar por novos marcos jurídicos, mas é preciso ter em conta que isso está muito longe de assegurar conquistas reais (...), segundo Maricato (2007).

2.1 Plano Diretor e a discussão participativa

Anteriormente citado, o PDDUA de Macapá (IBAM, 2004), fez parte do ato contínuo à criação de uma estrutura nacional de Política Urbana, que foi lançada junto a Campanha Nacional para a elaboração de Planos Diretores Participativos para os municípios (Pereira, 2017), nesta mesma época mais de 1.600 municípios elaboraram ou revisaram seus planos diretores. A “Participação Popular” conferia um toque de democracia, igualdade e justiça às decisões políticas. Ela passou a ser divulgada como uma espécie de vacina contra a arbitrariedade, a prepotência e a injustiça. Com ela, todos tornar-se-iam iguais perante o poder público (Villaça, 2005).

Segundo Pereira (2017) para além dessas condições, há ainda um elemento de fundamental importância para a compreensão dos avanços e limites do planejamento urbano participativo: o papel exercido pelo(s) território(s). Visto que não foi por falta de leis que a maioria da população brasileira foi excluída da propriedade formal da terra, durante toda a história do Brasil, seja no campo ou na cidade (Maricato, 2007).

O Estatuto evidencia que o planejamento deve ser entendido como processo construído a partir da participação permanente dos diferentes grupos sociais para sustentar e se adequar às demandas locais e às ações públicas correspondentes (Oliveira, 2001), o caso do PDDUA de Macapá contraria essa exigência, seguinte a sua regulamentação como lei municipal, a primeira manifestação de complementariedade emergiu em 2011. Após longos sete anos estático – ou sossegado – foram adicionadas pertinências a respeito de gabaritos e novas fronteiras do zoneamento urbano. Seu último incremento ocorreu em 2014 a respeito da Lei de Uso e Ocupação do Solo e macrozoneamento urbano (Lei Complementar nº 109). Porém, nenhum artigo ou parágrafo sequer foi regulamentado em benefício das comunidades periféricas em ocupações irregulares, onde permanecem em isolamento.

Contudo, ainda que o espaço urbano seja visto com locus de investimento do capital excedente e a lógica da moradia como mercadoria sobressaia, é preciso insistir na busca da unidade daqueles que querem um mundo baseado em padrões de consumo menos predatórios, mais éticos, mais igualitários, mais humanos, mais sustentáveis (Maricato, 2007).

2.2 Formalidade e informalidade no habitar

Alguns costumam ver a cidade dividida em duas, conforme Oliveira:

[...] a formal e a informal. Na primeira, moram, trabalham, circulam e se divertem os privilegiados grupos que têm acesso aos sofisticados investimentos públicos. A outra, denominada informal, está ocupada por população pobre que também trabalha, circula e se diverte na cidade, porém, mora em favelas, em loteamentos

irregulares e loteamentos ilegais que cresceram e se expandiram sem a ação efetiva do poder público na dotação necessária dos serviços e equipamentos urbanos básicos. (Oliveira, 2001).

De acordo com Portilho apud Carvalho (2015) no contexto amazônico, a ocupação irregular de Macapá começou nos anos 1960 com a população pobre que vivia no campo e não tinha nenhum solo como fonte de renda, mas também a ausência de serviços e equipamentos, tais como escolas, centros de saúde, entre outros. Estabelecer-se na cidade exigiu a necessidade de morar perto do local de trabalho o que encorajou a população a instalar-se em áreas úmidas alagáveis desocupadas, protegidas legalmente (Salgado & Carvalho, 2017), caracterizando informalidade às ocupações.

Hoje cerca de 398,204 habitantes residem na capital em condições adversas, dos quais 63,771 residem em áreas precárias caracterizadas pela fonte de dados como aglomerados subnormais. Termo este que inferioriza a capacidade de constituição de lares por populações frágeis e desfavorecidas em favelas (Salgado & Carvalho, 2017).

Ainda conforme Carvalho (2015), a falta de atuação dos governos estaduais e municipais de 2002 a 2014 foram resultados dos ineficientes estudos oficiais sobre as condições de pobreza em Macapá, que puderam ter sido utilizadas para o desenvolvimento de políticas urbanas. Então, a aplicação de práticas que renovem a possibilidade de participação das comunidades excluídas em processos de planejamentos, zoneamentos, projetos e políticas públicas intervenção no urbano podem auxiliar na reversão de discursos arcaicos pós-modernos (Maricato, 1997).

3 | AS POSSIBILIDADES DO MAPEAMENTO COLETIVO PARA O LOTEAMENTO INFRAERO II

Localizado na Zona Norte da cidade de Macapá (verificar Figura 01), o loteamento corresponde a uma porção de terra de cerca de 03,50km de extensão longitudinal que já esteve sob domínio da Infraero, entretanto atualmente está sob tutela do Governo do Estado do Amapá para diversos fins, dentre eles a instalação de todos os edifícios sede das secretarias e demais edificações da “Cidade Administrativa” do governo estadual, e o audacioso “Residencial Miracema”, planejado para ser construído em duas etapas, ocupando o equivalente a 47,05% da área total de 1.441.667,48m², o objetivo é entregar 4.540 unidades habitacionais de apartamentos e mais 473 casas térreas para atender a demanda de déficit habitacional das comunidades da Baixada do Japonês (Perpétuo Socorro), Chico Dias (Congós), Beírol, Tacacá (Zerão), Canal das Pedrinhas, Conjunto Redenção e Barcelos (Jardim Marco Zero).

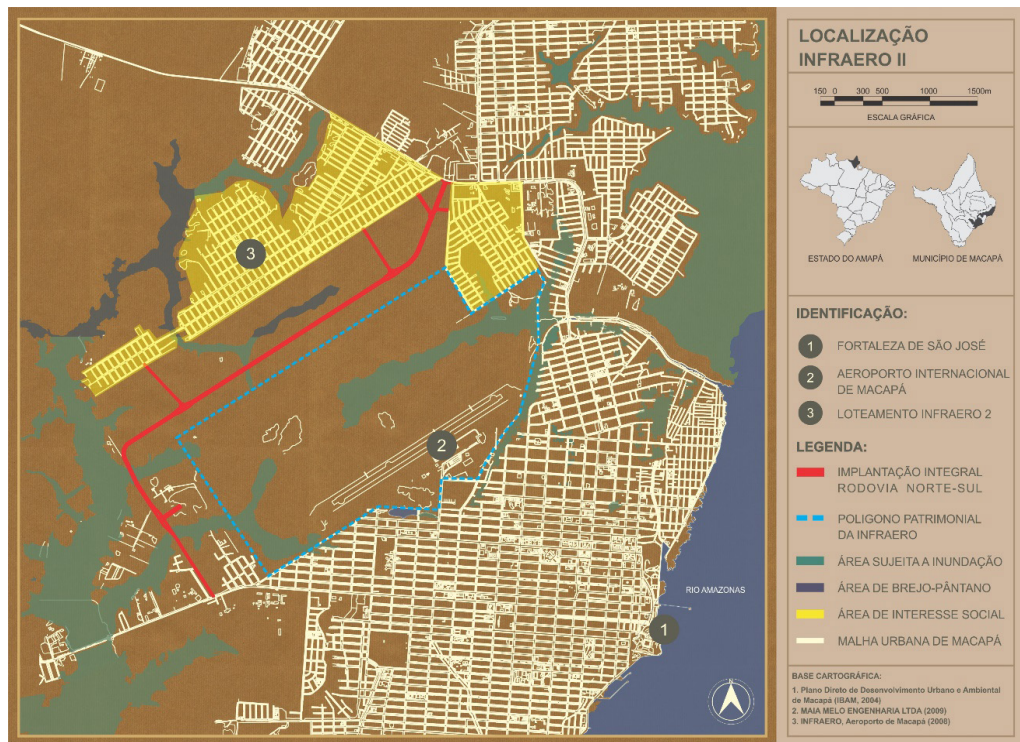


Fig. 01 Mapa de localização do loteamento Infraero II e seu entorno. Elaboração: Salgado, V. 2016.

O contexto das políticas públicas de proliferação dos Residenciais do PMCMV em Macapá, especificamente para o caso do “Residencial Miracema”, expôs o impacto da intervenção ao meio ambiente local, o prevê projeto sua inserção às margens de uma Ressaca¹. Após visitas ao local e a tentativa insatisfatória de investigação utilizando fichas de observação foi necessário procurar ferramentas de captura de dados básicos para pesquisa. Nesse processo de retomada de leituras de documentos e aparatos teóricos metodológicos de investigação percebeu-se a ausência da participação da comunidade local, seja na criação das estratégias de desenvolvimento, delimitadas por políticas governamentais estaduais ou na aplicação das leis municipais de participação coletiva declaradas no PDDUA de Macapá.

3.1 Cartografias críticas elaboradas coletivamente

De acordo com Crampton & Krygier (2008) nos últimos anos, a cartografia tem escapado ao controle das poderosas elites que exerceram a dominação sobre ela por várias centenas de anos. Essas elites – as grandes oficinas de mapas do Ocidente, o Estado e, em menor medida, os acadêmicos foram desafiados por dois importantes acontecimentos. Crampton & Krygier declaram:

Primeiro, o efetivo negócio da confecção de mapas, do levantamento de dados espaciais e seu mapeamento, está saindo das mãos dos especialistas [...] e essa tendência tem sido visível para os integrantes dessa indústria há algum tempo,

¹ 1 Constituem sistemas físicos fluviais colmatados, drenados por água doce e ligadas a um curso principal d'água, influenciados fortemente pela pluviosidade e possuindo vegetação herbácea (Takiyama, et. al., 2012).

uma crítica pela ótica da teoria social, que afirmamos ser de teor político, situa os mapas nas relações de poder específicas e não como documentos científicos neutros. Pode-se esperar que um crítico da política do mapeamento enfraqueça o poder do mapa e trabalhe contra a transição que põe os mapas nas mãos de um número maior de pessoas. Mas o exato oposto tem ocorrido (Crampton & Krygier, apud Ascerald, 2008).

Uma crítica não é um projeto para encontrar falhas, mas um exame dos pressupostos de um campo de conhecimento. Seu propósito é entender e sugerir alternativas para as categorias de conhecimento que usamos (Crampton & Krygier, 2008). Risler & Ares argumentam a necessidade de novos relatos a partir da utilização das cartografias críticas:

La utilización crítica de mapas, en cambio, apunta a generar instancias de intercambio colectivo para la elaboración de narraciones y representaciones que disputen e impugnen aquellas instaladas desde diversas instancias hegemónicas. La elaboración de cartografías colectivas proviene de una larga tradición de trabajo participativo, con experiencias disímiles y resultados diversos la herramienta se solidificó desde el trabajo de organizaciones sociales, ONGs y fundaciones, tanto en zonas urbanas como en rurales. A esto se le sumó la disponibilidad tecnológica y el acceso a herramientas de georeferenciación (como el GPS o SIG) que potenciaron y ampliaron este proceso en diversas líneas de trabajo (Risler & Ares, 2013).

A criação de mapeamentos coletivos ou *talleres de mapeo* se tornou uma metodologia/experiência bibliográfica publicada pelo duo Iconoclastas. A dupla formada em 2006, elabora projetos envolvendo a arte gráfica, os mapas criativos e a investigação coletiva, e todas as suas produções são disponibilizadas gratuitamente através da web pela licença *creative commons*. Em Buenos Aires no ano de 2013, *mapeo colectivo: recursos cartográficos críticos para procesos territoriales de creación colaborativa* foi liberado para livre acesso como recurso cartográfico crítico, o qual sistematiza e compartilha metodologias, recursos e dinâmicas para a auto-organização dos mapeamentos.

O mapeamento coletivo foi escolhido para ser aplicado na comunidade do Infraero II por meio de uma oficina planejada em parceria com a Fundação Municipal de Cultura de Macapá (FUMCULT) sob coordenação dos autores deste trabalho. A oficina contou com a colaboração e apoio de três estudantes voluntários do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) e funcionários do local onde ocorreu, no Cineteatro do CEU das Artes Infraero II.

A Oficina “Mapeamento Coletivo” ocorreu em junho de 2017 e reuniu nove moradores, do loteamento Infraero II, todos do gênero masculino com idades entre 16 e 42 anos. Embora o número reduzido de participantes, foram realizadas 26 inscrições em escolas e na associação de moradores do bairro, além de divulgação no website² da prefeitura. A Oficina dividiu-se em quatro partes: (1) Introdução e Objetos do Mapeamento Coletivo, (2) Mapeamento Afetivo, (3) Mapeamento Analítico e (4)

2 <http://macapa.ap.gov.br/1084>

Debate e Reflexão.

Após a introdução, no segundo momento da Oficina, os moradores divididos em grupos foram instigados a expor suas sensações nos seus percursos diários construindo assim narrativas cotidianas. Emoções e sentimentos - “Medo”, “Perigo”, “Invasão”, “Sujeira”, “Desconhecido”, “Lugar Bom” - foram evocados nos itinerários, permitindo identificar locais privilegiados e evitados pelos participantes.

Na terceira etapa da Oficina os integrantes foram orientados a utilizar pictogramas. O uso de ícones, símbolos e imagens estimulou a participação e discussão de assuntos relacionados à vivência do bairro que não foram abordados na etapa anterior. Os pictogramas utilizados abordaram temáticas de caráter qualitativo, abrindo a discussão acerca da responsabilização do Poder Público em relação à manutenção e cuidado dos espaços coletivos do loteamento pelos moradores, por exemplo. O mapeamento coletivo analítico gerou, assim como o afetivo, novas imagens³ do loteamento. Os participantes da Oficina puderam combinar informações compartilhadas em uma atividade que permitiu a uma leitura interativa e próxima ao seu cotidiano (ver Figura 02).



Fig. 02 Imagens referentes ao desenvolvimento da Oficina “Mapeamento Coletivo” em suas diferentes etapas. (A) e (B) Mapeamento Afetivo, (C) e (D) Mapeamento Analítico. Fotos: Salgado, V. 2017.

E por fim, o encerramento da Oficina teve por intenção promover uma conversa sobre a experiência de confecção dos mapeamentos e a aplicação dessa metodologia como satisfatória a contribuição coletiva de uma leitura do território. Todos os participantes, inclusive os colaboradores estudantes, e a professora orientadora expuseram suas sensações e comentários em favor à mais iniciativas de atividades coletivas em intervenções urbanas equivalentes às necessidades reais.

3.2 Leitura interativa e decisões colaborativas para o território local

A elaboração de mapeamentos coletivos transmite uma determinada concepção sobre o território dinâmico - ambiente urbano para o caso deste estudo – e em permanente modificação, onde as fronteiras, tanto reais quanto as simbólicas, são continuamente alteradas e transbordadas por uma ação de indivíduos e subjetividades (Risler & Ares, 2013). Neste sentido, consideramos a aplicação do conceito de Topofilia⁴

³ Lembranças e significados de um ambiente percebido compreendidos por Kevin Lynch (1997) como efeitos das sensações visuais de cor, forma e movimento, em síntese.

⁴ O estudo da percepção, das atitudes e dos valores do meio ambiente, extraordinariamente

elaborado por Yi-Fu Tuan para leitura sensível do habitat – admitindo-o como conjunto de condições relacionadas a presença e a habitação humana em um determinado espaço –, isto é, o sentimento topofílico pautado nas relações humanas específicas aos laços afetivos com o ambiente. Para viver, o homem deve ver valor em algum lugar no seu mundo (Tuan, 1980).

Decorrente da confecção de mapeamentos afetivos (ver Figura 03) em processo colaborativo, os participantes da oficina foram instruídos a expor graficamente, utilizando cores, rabiscos, desenhos e palavras para descrever seus sentimentos cotidianos nas trilhas e percursos diários no ambiente urbano do Loteamento Infraero II. Era nítido o esforço para aguçar os sentidos e restaurar memórias, um exercício que iniciou lento e que aos poucos tomou espaço na consciência e na troca verbal de vivências, e no tecer das lembranças a legibilidade⁵ adquirida oferecia a imagem ambiental, por mais que fosse em um plano horizontal de composição do cenário de pequenos grupos que vivem muito próximos.

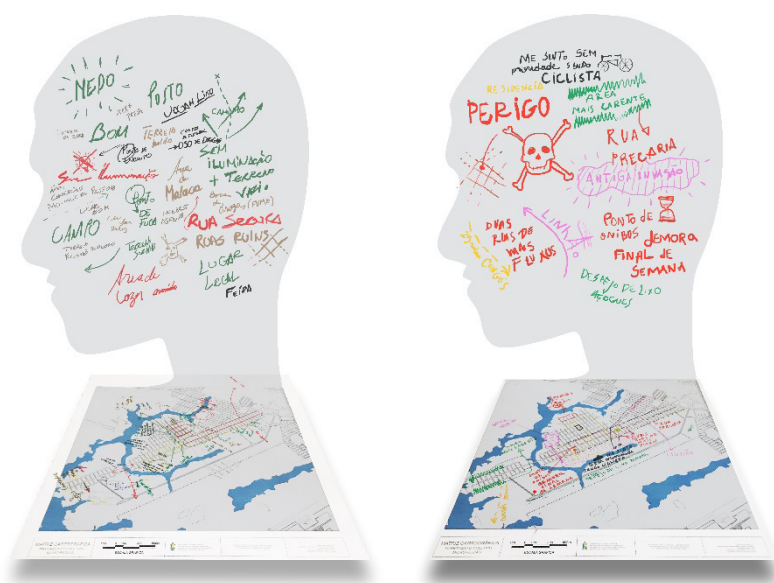


Fig. 03 Mapeamentos afetivos em cartografia crítica. Elaboração dos mapeamentos: Comunidade do loteamento Infraero II. Ilustração: Salgado, V. 2017.

Ao aproximar os traços, vimos expressa a narrativa dos sentidos e as escolhas cotidianas dos percursos, que fugiam dos aspectos mais prejudiciais do ambiente. A ilustração destes hábitos permitiu delinear um perfil de sensações genuínas diante a perplexidade do mundo exterior. Percebeu-se o caráter simbólico da via principal de acesso e concentração de atividades do loteamento, havia sempre uma conexão física do ambiente residencial ao trecho viário, repleta de texturas e sentidos, associadas ao estilo de vida⁶ de cada indivíduo ou pequenos grupos.

complexo (Tuan, 1980).

5 Qualidade visual específica: a clareza ou “legibilidade” aparente da paisagem da cidade (Lynch, 1997).

6 Estilo de vida de um povo é a soma de suas atividades econômicas, sociais e ultraterrenas (Tuan, 1980).

Antes de partir para a etapa que tratou dos mapeamentos analíticos, vale ressaltar a análise de aspectos oriundos do processo de exclusão social percebido pelos moradores como “Perigo” ou desenhando crâneos em representação ao termo usado, a violência e outras nuances negativas correspondentes aos conflitos e incoerências do regime de segurança no loteamento e eminência de vulnerabilidade, exacerbada em algumas áreas – talvez as mais periféricas – vinculando a estes pontos a voluntária rejeição de aproximação, definindo fronteiras de risco ou exclusividade ou resistência, variando sua interpretação decorrente do ponto de vista.

A atividade planejada para o mapeamento coletivo analítico era pictogramar⁷. A utilização de produtos gráficos preparados para recortes (ver Figura 04), fez parte da dinâmica pedagógica de integração dos participantes. Em cada equipe houve a divisão de tarefas para recorte, colagem e organização do material antes de aplicá-lo a cartografia disponível. O admirável sorriso nos rostos dos participantes declarou um novo nível de comunicação. Encontrar particularidades em comum preencheu a lacuna inicial das atividades da primeira etapa, os laços afetivos interligados pela sensação comum de pertencimento engendraram uma certa satisfação com o habitat. Os pertences de uma pessoa são uma extensão de sua personalidade (Tuan, 1980).



Fig. 04 Mapeamentos analíticos em cartografia crítica. Elaboração dos mapeamentos: Comunidade do loteamento Infraero II. Ilustração: Salgado, V. 2017.

Segundo Risler & Ares (2013) a apresentação de imagens, símbolos e ícones pode ser visualmente organizada de forma diferente, em conformidade com os objetivos e o número de participantes. As combinações de pictogramas por cor, ordem e função permitiu em detalhes coletar as demandas de distintas naturezas, sejam de infraestrutura ou de serviços públicos (ver Figura 05).

⁷ Utilização de figuras gráficas impressas para recorte e colagem afim de representar situações, fenômenos, estruturas ou outros aspectos da imaginação.



Fig. 05 Alguns pictogramas utilizados nos mapeamentos analíticos. Ilustração: Risler & Ares. 2013.

Um dos fatores que contribuiu para a eficiência e alto nível de precisão das demandas fez-se presente nessa etapa. A imaginabilidade é um conceito comum entre Tuan e Lynch. Ambos satisfazem o consenso ao afirmá-la como característica num objeto físico, que lhe oferece uma alta probabilidade de evocar uma imagem forte em qualquer observador dado, possuindo ainda o caráter pulsante de atratividade capaz de criar emblemas visuais, identificar pontos de interesse e percepções naturais do ambiente, ressaltando que as imagens da cidade são diferentes para distintos grupos sociais.

Todas as táticas pedagógicas e atividades gráficas contribuíram para o êxito na utilização da metodologia para atividade do arquiteto e urbanista. A aplicação deste tipo de atividade certamente aproximou a comunidade que participou da oficina, inspirando à reflexão de conhecimentos que fortaleçam iniciativas de movimentos sociais, organizações e associações com o intuito de apoiar a ruptura do ciclo de fragilidades que conserva as mazelas na ilegalidade.

4 | CONCLUSÃO

Os impactos da insatisfação e das circunstâncias da aplicabilidade das políticas urbanas e suas providências no Brasil despertam revolta e por seguinte modesta comoção. A primeira sensação devido as práticas ineficientes e corruptas envolvendo nossos gestores, além da impregnada burocracia de execução arraigada aos planejamentos de diversas naturezas. O que desperta comoção? A fragilidade de populações a margem da tomada de decisões pertinentes a todos os brasileiros. O fenômeno das ocupações irregulares não é recente, tampouco solucionado, nossos Planos Diretores são uma promessa de participação que talvez se mantenha apenas no plano ideológico.

Injustiça considerar o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Macapá apenas uma réplica. “A receita de bolo” foi seguida à risca. Porém não foram criadas demandas sociais e ambientais particulares as especificidades do território Amazônico. Nossas realidades remetem a processos históricos de ocupação esporádicos, exploração progressiva de ecossistemas e migração. Relevantes ao caráter democrático, inclusivo e sustentável do Estatuto da Cidade.

A utilização de cartografias críticas na esfera do planejamento não deve ser considerada por si uma solução. É uma alternativa, que neste trabalho salienta a

atuação do arquiteto e urbanista no processo de confecção dos mapeamentos coletivos em parceria com a comunidade. Esta metodologia serviu de ferramenta para coleta de dados e demandas da comunidade do loteamento Infraero II. Os êxitos dos resultados são de inteira e importante atribuição aos participantes que fizeram desta pesquisa uma experiência única e colaborativa.

Percepção. Este termo de modo geral pode traduzir os princípios e convenções do processo de mapeamentos. Contudo, ainda que o cenário das propostas não preencha as lacunas das necessidades e demandas da localidade, é possível desenvolver um singular orgulho da habilidade de levar a vida apesar das constantes restrições atribuídas aos que permanecem excluídos da possibilidade de construção de autonomias que engendrem conscientização, mobilização, intervenção e transformação.

REFERÊNCIAS

ACSERALD, H. (Org.). **Cartografia social e território**. IPPUR, Rio de Janeiro, RJ. 2008.

AMAPÁ, Governo do Estado. SEINF, Secretaria de Estado de Infraestrutura. **Perspectivas Urbanas: Estratégias para Criação do Polo de Desenvolvimento Urbano na Zona Norte de Macapá**. Macapá, AP. Novembro de 2014.

CARVALHO, B. **Vivienda popular en el Amazonas brasileño. El caso de las ressacas en la ciudad de Macapá**. Teses para optar em el grado de Doctora em Urbanismo, Universidade Nacional Autónoma de México (UNAM), México D.F., 2015.

CARVALHO, C., ROSSBACH, A. C. **O Estatuto da Cidade: comentado**. Ministério das Cidades. São Paulo, SP. 2010.

LYNCH, K., CAMARGO, J. **A imagem da cidade**. São Paulo. 1997.

MACAPÁ, Prefeitura Municipal de; IBAM, Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Lei nº 026/2004 – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Macapá**. P.M.M./SEMPLA, IBAM. Macapá, AP. 2004.

MARICATO, E. **Nunca fomos tão participativos**. São Paulo, SP. 2017.

MARICATO, E. et al. **As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias: planejamento urbano no Brasil. A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. 121-192, 2000.

MARICATO, E. **Brasil 2000: qual planejamento urbano**. Cadernos IPPUR, v. 11, n. 1, p. 113-130. Rio de Janeiro, RJ. 1997.

OLIVEIRA, I. et al. **Estatuto da Cidade: para compreender**. IBAM/Duma. Rio de Janeiro, RJ. 2001.

PEREIRA, E. **Como anda a participação? As condições para a elaboração de planos diretores participativos**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 19, n. 2. 2017.

RISLER, J., ARES, P. **Manual de Mapeo Colectivo: Recusos Cartográficos Críticos para Processos Territoriales de Creación Colaborativa**. Buenos Aires, Argentina. 2013.

SALGADO, V., CARVALHO, B. **Habitar Sobre Pilotis: A Moradia Vernácula Ribeirinha No Contexto Urbano Da Amazônia**. In: Criar com a Natureza, Viver com a Natureza - Turismo: Impactos

nos Territórios e Paisagens - Tecnologias de Ontem e de Hoje: As Vertentes da Sustentabilidade: Volume 4 (A Língua que Habitamos).1 ed.Lisboa : CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017, v.4, p. 80-93. 2017.

TAKIYAMA, L. et al. **Zoneamento ecológico econômico urbano das áreas de ressacas de Macapá e Santana**. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA). Macapá, AP. 2012.

TUAN, Y. **Topofilia**. São Paulo, SP. 1980.

VILLAÇA, F. **As ilusões do plano diretor**. 2005.

ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA PARA UM CÂMPUS UNIVERSITÁRIO (PDDRU)

Andrea Sartori Jabur

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Câmpus Apucarana. Departamento de Engenharia
Química. Apucarana – Paraná.

Adriana Macedo Patriota Faganello

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Câmpus Apucarana. Departamento de Engenharia
Civil. Apucarana – Paraná.

Mateus Pimenta De Castro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Câmpus Apucarana. Departamento de Engenharia
Civil. Apucarana – Paraná.

João Victor Souza Scarlatto Da Silva

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Câmpus Apucarana. Departamento de Engenharia
Civil. Apucarana – Paraná.

Renan Meira Teles

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Câmpus Apucarana. Departamento de Engenharia
Civil. Apucarana – Paraná.

RESUMO: A impermeabilização do solo e a retirada da cobertura vegetal, em uma área urbana interferem no processo hidrológico, alterando as condições naturais de infiltração da água no solo, reduzindo o atrito da água com o solo e aumentando o escoamento superficial, tanto no volume como na sua velocidade. O projeto de pesquisa tem como objetivo, a elaboração de um Plano de Drenagem Pluvial Urbana Sustentável para o Câmpus, com a

inserção de jardins de chuvas, telhado verdes, sistemas de poços de infiltração e instalação de pavimentos permeável. O Campus Universitário localiza-se no Município de Apucarana, Norte do Estado do Paraná, Brasil. O Campus já apresenta uma infraestrutura de sistema de coleta de águas pluviais, porém, com o passar dos anos, tem sofrido com inundações decorrentes do escoamento superficial local, que afeta, principalmente quatro blocos institucionais e o restaurante universitário, devido pela área de impermeabilização local, com a expansão de obras e a declividade do terreno.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem Urbana, Plano diretor, Sustentabilidade e Câmpus Universitário.

ELABORATION OF THE URBAN RAINWATER DRAINAGE MASTER PLAN FOR A UNIVERSITY CAMPUS

ABSTRACT: Soil waterproofing and removal of the vegetation cover in an urban area interfere in the hydrological process, altering the natural conditions of water infiltration in the soil, reducing water friction with the soil and increasing the surface runoff, both in volume as in speed. The research project aims at the elaboration of a Sustainable Urban Rainwater Drainage Plan for the Campus, with the insertion of rain gardens,

green roofs, infiltration wells systems and the installation of permeable pavements. The University Campus is located in the Apucarana City, North of the State of Paraná, Brazil. The Campus already presents a system infrastructure for rainwater collection, but, over the years, has suffered with floods resulting from the local runoff, which affects, mainly four institutional blocks and the restaurant university, due to the local waterproofing area, with the expansion of works and the slope of the terrain.

KEYWORDS: Urban Drainage, master plan, sustainability and University Campus.

1 | INTRODUÇÃO

A impermeabilização do solo e a retirada da cobertura vegetal, em uma área urbana, ou mesmo em um loteamento, interferem no processo hidrológico, alterando as condições naturais de infiltração da água no solo, reduzindo o atrito da água com o solo e aumentando o escoamento superficial, tanto no volume como na sua velocidade.

A modificação do espaço urbano, sem o planejamento adequado de sustentabilidade, ou com o uso do sistema de drenagem pluvial urbano inconsistente com o ambiente construído, acarreta as enchentes urbanas ou em inundações locais. Este problema ambiental pode ocorrer em grandes ambientes urbanos, como também em áreas de menores dimensões.

Para solucionar estes problemas urbanos, com o aumento do escoamento superficial, muitos pesquisadores juntos com os construtores urbanos, tem adotado o uso de sistema de drenagem urbana sustentável, com dispositivos e estruturas “facilitadoras” de infiltração. O sistema de drenagem pluvial urbana sustentável conta com as técnicas compensatórias, onde se utilizam o aproveitamento de água pluvial, o uso de telhados verdes e pavimentos permeáveis.

As alternativas sustentáveis que promovem maior infiltração da água pluvial no solo e a minimização do escoamento superficial tem grande importância na diminuição do risco de inundações. Isso se deve ao amortecimento (redução) no pico do hidrograma da bacia hidrográfica que seu armazenamento provoca, diminuindo o escoamento superficial. Em bacias hidrográficas urbanas, as obras de técnicas compensatórias visam um desenvolvimento de baixo impacto ambiental, compensando as alterações antrópicas, tornando à área mais próxima do seu estado natural.

O sistemas de infiltração são largamente utilizados no gerenciamento dos sistemas de águas pluviais, particularmente em toda Europa (Barraud et al., 2002; Le Coustumer and Barraud, 2007 apud Hatt et al., 2007) e Japão (Fujita, 1997 apud Hatt et al, 2007), para reduzir o fluxo de escoamento superficial e o volume e minimizar o carreamento dos poluentes ao corpos receptores (Argue and Pezzaniti, 2005 apud Hatt et al, 2007). Um exemplo utilizado para o sistema de infiltração em ambientes construídos são os jardins de chuvas (Figura 1) ou valas de infiltração.

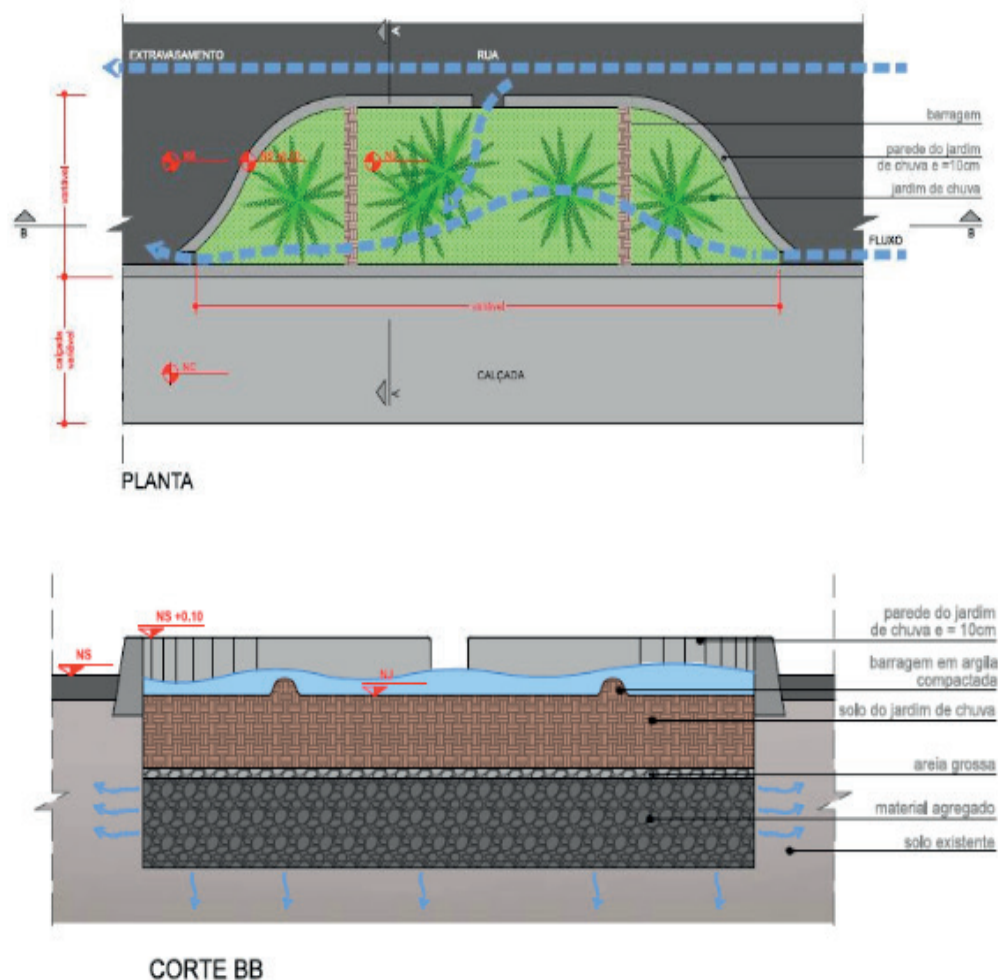


Figura 1 - Projeto para uso de jardins de chuvas em calçadas.

Fonte: Jardins de Chuva, soluções para cidade.

O reconhecimento dos impactos negativos com as enchentes urbanas (Leopold, 1968; Meyer et al., 2005 apud Hatt et al.; 2004) resultou na identificação de dois importantes objetivos relacionados no sistema de gestão, ou seja, a quantidade de águas pluviais (pico do hidrograma e o volume total) e qualidade (poluição). Uma gama de tecnologias de tratamento de águas pluviais foi desenvolvida em resposta, por exemplo, tanques de sedimentação, filtros de areia, sistemas de infiltração e, mais recentemente, sistemas de biofiltração (Hatt, et al 2004).

Segundo Medeiros; Cordero e Tachini (2011) Existem várias maneiras de promover um aumento da infiltração em lotes urbanos. Os chamados dispositivos de controle pluvial na fonte são boas alternativas com um custo razoavelmente baixo. Basicamente são os seguintes: pavimento permeável, trincheira de infiltração, vala de infiltração, poço de infiltração, micro-reservatório e bacia de detenção. Dessa forma, o escoamento superficial é diminuído e, em certos casos, até totalmente eliminado já no próprio local onde é gerado.

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de Estudos

O local de estudo é o Campus Universitário situado no município de Apucarana (Figura 2), norte do estado do Paraná, a 350 km da capital, Curitiba. Situado no Terceiro Planalto Paranaense, sobre um grande divisor de águas entre as bacias hidrográficas dos rios Tibagi a Leste, Ivaí ao Sul e Paranapanema ao Norte, o município de Apucarana apresenta altitudes compreendidas entre 750 e 860 metros ao longo deste interflúvio principal, até cotas inferiores a 500 metros, nas extremidades Leste, Oeste e Sul do município (MANOSSO, 2007).

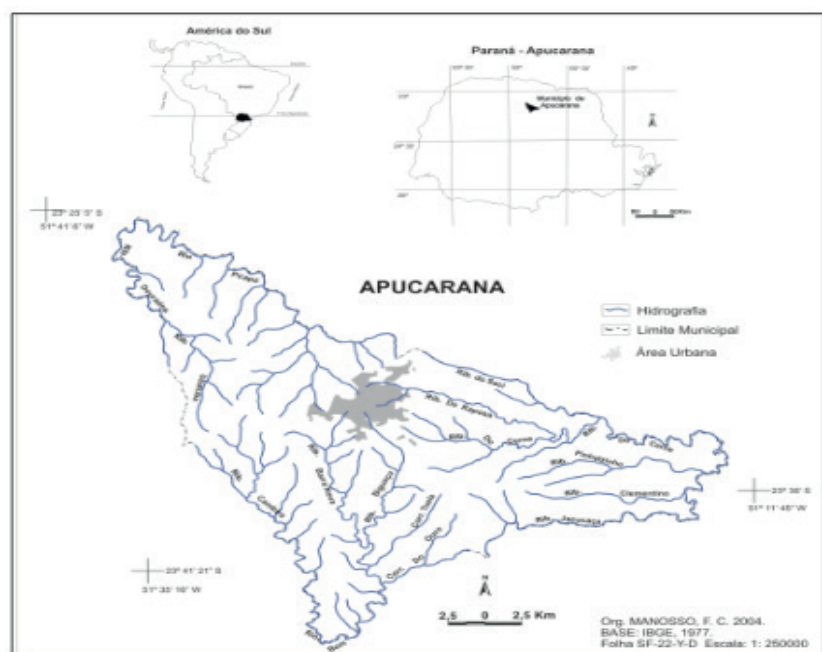


Figura 2 - Localização da cidade de Apucarana.

Fonte: Manosso (2007).

O Campus já apresenta uma infraestrutura de sistema de coleta de águas pluviais, porém, com o passar dos anos, tem sofrido com inundações decorrentes do escoamento superficial local, que afeta, principalmente dois blocos institucionais, devido pela área de impermeabilização local, com a expansão de obras e a declividade do terreno. No Campus, os projetos arquitetônicos dos blocos construídos apresentam o sistema de coleta das águas pluviais, que são coletadas para cisternas de 5m³, e estas águas tem como fins, o uso nos vasos sanitários dos banheiros localizados nos próprios blocos (Figura 3).



Figura 3 - Localização dos blocos institucionais e os reservatórios de águas pluviais.

Fonte: Arquivo dos Autores.

Segundo a classificação de Köppen o clima é Cfa Clima subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (IAPAR, 2016), com pluviosidade anual acumulada entre 1.500 e 1.700mm e uma temperatura média anual de 20°C (SIMEPAR, série de dados 1968 – 2002 apud MANOSSO, 2007).

Para a pesquisa inicial, foram obtidos os dados de temperatura e de precipitação dos anos de 2005 a 2013, cedidos pela SIMEPAR (2015) (Sistema Meteorológico do Paraná). Para obtenção dos gráficos e dos cálculos para o balanço hídrico da cidade de Apucarana, adotou-se a metodologia de Thornthwaite & Mather (Collischonn, Dornelles, 2015), em que a evapotranspiração é calculada por meio das equações (1), (2) e (3), onde o método é baseado na temperatura diária local.

$$E = 16 \cdot (10 \cdot T/I)^a \quad (\text{equação 1})$$

Onde E é a evapotranspiração, T a temperatura média do mês e I o índice temperatura (equação 2) e a é o parâmetro que depende da região de estudo (equação 3).

$$I = \sum (T_j/5)^{1,514} \quad (\text{equação 2})$$

Onde T_j é a temperatura média anual, do ano em estudo.

$$a=67,5 \cdot 10^{(-8)} \cdot l^3 - 7,71 \cdot 10^{(-6)} \cdot l^2 + 1,792 \cdot 10^2 \cdot l + 0,49239 \quad (\text{equação 3})$$

Para finalizar o cálculo da evaporação potencial, os valores foram ajustados, através da latitude local, através do fator de correção F_c do método Thornthwaite & Matter (Tucci, 2009).

3 | RESULTADOS

Durante 2014, dois eventos marcantes ocorreram na área de estudo. Nestes dois casos, a inundação local afetou tanto o funcionamento de laboratórios como também as aulas, que foram canceladas, até o esgotamento total da água pluvial dentro dos blocos institucionais. O escoamento superficial inundou os blocos L e M, dentro de salas de aulas e dos laboratórios localizados no térreo e também afetou os elevadores (a água pluvial ficou acumulada no fosso do elevador). O mesmo problema ocorreu em 2015, em 12/11, ilustrado na Figura 4.



Figura 4 - (A) Parte frontal do bloco M, (B) Lateral do bloco L, (C) área central do Campus.

Fonte: Arquivo dos autores, 2014.

Em 2018 ocorreram várias inundações no Câmpus, pois o período de janeiro à março ocorreram altas precipitações, com chuvas diárias que prejudicaram todos os blocos, como também o restaurante universitário. O solo saturado auxiliou na formação de mais escoamento superficial, uma vez que a região apresenta solo argiloso. A solução para estes sistemas ficou na drenagem pluvial tradicional, porém não auxiliou muito na retirada do escoamento, como observados nas imagens da Figura 5.



Figura 5 - (A) entrada de solos e água na parte lateral do restaurante universitário. (B) pontos de alagamentos na frente do bloco L. (C) área de alagamento na frente do bloco N. (D) estacionamento principal da universidade.

Fonte: Arquivo dos autores, 2018.

Através dos trabalhos de campos, realizados em períodos de precipitação durante os anos de 2014 a 2018, foram identificados os pontos de áreas de inundação do Câmpus, como também a avaliação das condições de impermeabilização local e dos pontos a serem avaliados para a instalação de áreas de drenagem pluvial urbana. A Figura 6 ilustra os pontos problemáticos que estão ocorrendo às inundações locais.

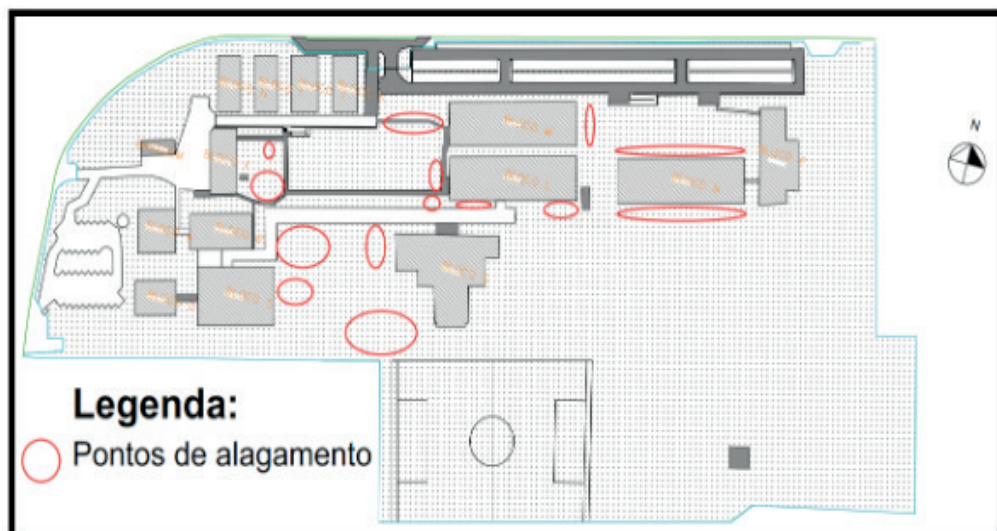


Figura 6 - pontos de alagamento identificados na Universidade.

Fonte: Modificado do projeto original do Câmpus, 2018.

3.1 Levantamento Climático Local

Com os dados diários de temperatura e de precipitação, cedidos pela SIMEPAR, estes foram organizados em planilhas eletrônicas de modo a calcular a média anual de temperatura e precipitação, como também os dados mensais, que estão ilustrados na tabela 1:

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2004	90,4	65,6	100,6	127,8	275	84	85,4	0,6	51	332,6	127,2	91,6
2005	404,6	26	72,8	82,4	82	30,4	34,4	22	161,6	227,6	96,4	54,8
2006	73,80	254,80	137,60	58,00	14,40	21,80	32,40	18,80	188,60	129,20	110,80	230,80
2007	238,40	237,6	111	101,8	53	9	267,4	11,4	10	58	198,6	83,2
2008	133,2	159,6	147,6	148	80,4	39,8	7,8	185,2	72,6	98,6	162	44,6
2009	217	126,4	76,8	4,6	92,8	131,2	164,8	77,4	194,8	313,2	243,4	248,8
2010	342	148,6	113,4	127,2	68,2	21	71,2	33,8	127,6	214,4	172,8	179
2011	239,2	201	142	87,4	7,4	148,6	135,2	50,2	18,6	261,4	125	50
2012	138	134,8	93,8	130,2	130,4	281,8	20,2	2,8	65	83,2	165	178,4
2013	158,40	412,40	179,60	172,60	179,00	324,80	87,00	3,20	107,20	120,00	68,80	228,20

Tabela 1. Valores mensais de precipitação, em milímetros (mm) dos anos de 2004 a 2013.

Fonte: SIMEPAR, Sistema Meteorológico do Estado do Paraná (2014).

Os resultados dos balanços hídricos climáticos podem ser visualizados na Figura 7. Verifica-se que a média anual das chuvas precipitadas em Apucarana atinge valores de 1.508 mm.ano⁻¹, irregularmente distribuída durante o ano, caracteristicamente representada por uma estação chuvosa (setembro a abril) e outra seca (maio a agosto).

No período de setembro a março (correspondendo a 72% do total anual de chuva precipitada na região) foram obtidos índices pluviométricos superiores a 100 mm. mês⁻¹, sendo janeiro o mês de maior total mensal precipitado (± 203 mm). Nos meses do inverno e início da primavera, os índices pluviométricos na região são bastante diminuídos e se caracterizam por proporcionarem um grande número de pancadas de chuvas de fraca a moderada ($P \leq 10$ mm). O mês agosto é o que apresenta o menor índice pluviométrico (≈ 40 mm. mês⁻¹).

Nas condições de estudo do Balanço Hídrico de Apucarana pode-se concluir, portanto, que a evapotranspiração potencial estimada exhibe valores oscilando entre 21 mm (agosto, mês mais seco) e 94 mm (Janeiro, mês mais chuvoso), com temperaturas média entre 17,1°C e 22,9°C. A deficiência hídrica se manteve em 44 mm.ano⁻¹, dentro da faixa esperada para essa região do Estado do Paraná.

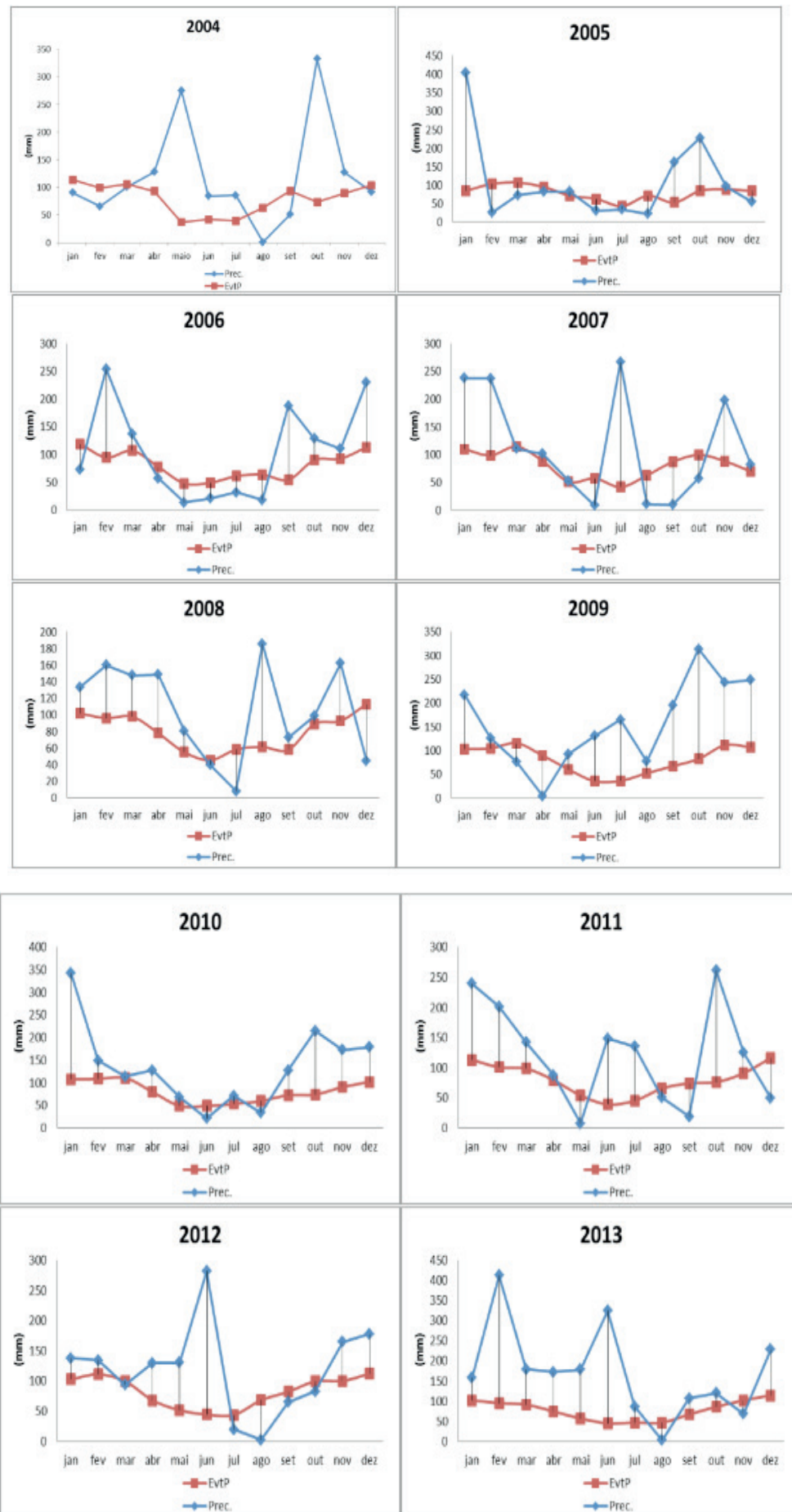


Figura 7 - Distribuição da precipitação e Evapotranspiração para anos de 2004 a 2013.

3.2 Ideias iniciais para o projeto

Para o início do projeto de drenagem urbana, foi determinado o modelo de retenção de escoamento na forma de contenção na fonte, que caracteriza como modelos de obras e dispositivos hidráulicos aplicados em auxiliar e favorecer a infiltração do escoamento gerado no Câmpus, de modo a amortecer os picos de inundação local, com a finalidade de associar as estruturas com outros usos, como recreação, lazer e melhoria no ambiente.

Foram realizados os testes de infiltração com o uso dos infiltrômetros anel duplo em diferentes pontos, onde determinou o coeficiente de infiltração do solo de aproximadamente de 7,3 mm/h, por se tratar de solo argiloso, denominada como Nitossolo Vermelho. Para o dimensionamento dos poços de infiltração, com o uso de brita 2, o formato estabeleceu-se a uma altura de 2,30 m com diâmetro de 2 m. Porém devido a dificuldade de escavação local, os poços de infiltração foram substituídos no projeto por valas de infiltração, que estão apresentadas na Figura 8. As valas serão de diferentes comprimentos, conforme o espaço e o relevo local. A profundidade não será superior à 1,2 metros e serão utilizados os seguintes materiais: manta geotêxtil, brita número 3 e 4 e na parte superior, seixos rolados (seixos de rios), para caracterizar um jardim de chuva.

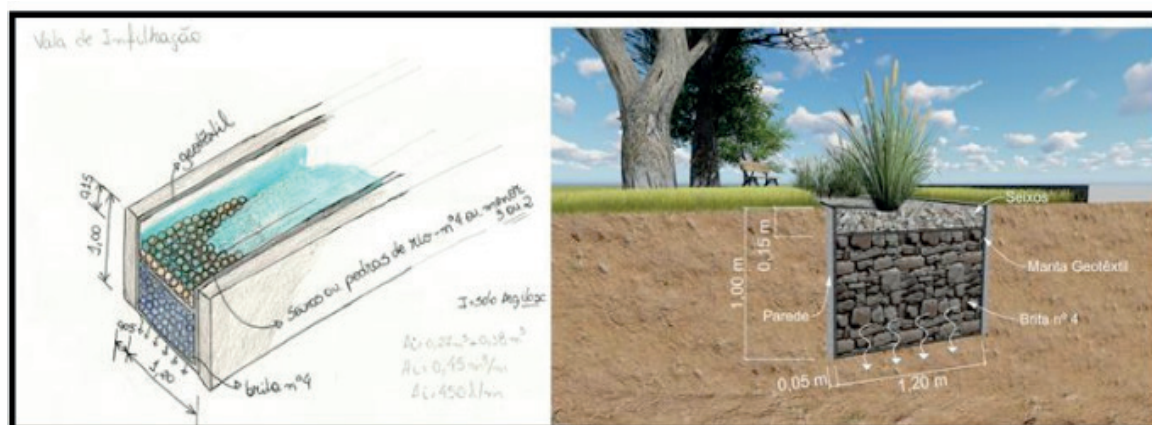


Figura 8 - Ideias iniciais para as valas de infiltração.

Fonte: Arquivo dos autores, 2018.

Passarela de união entre os blocos L e N (Figura 9), onde a área de inundação é maior, será adotado um sistema pluvial como um canal natural, denominados de valetas de infiltração abertas. Aproveitando o perfil natural do terreno, optou-se por uma largura maior do canal, com 2 metros e pouca profundidade, pois a escavação no local não poderia ocorrer devido às tubulações de incêndio e de rede de água de abastecimento estar localizados abaixo desta futura passarela.

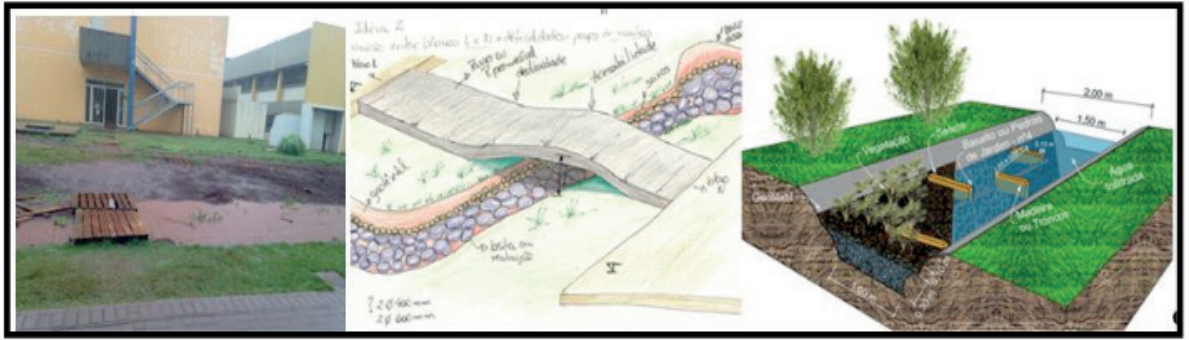


Figura 9 - Ideias para a passarela entre os Blocos L e N, aproveitando o escoamento natural.

Fonte: Arquivo dos autores, 2018.

Em relação ao aproveitamento pluvial da Universidade, como descrito anteriormente, o Câmpus conta com duas cisternas, localizadas no bloco L, e foram construídas mais duas cisternas instaladas no bloco novo, bloco N. Porém o projeto considera a instalação de minicisternas, para ser utilizada pela comunidade acadêmica, na instalação de bobonas de polietilenos de 200 litros. Estas minicisternas serão distribuídas em blocos institucionais menores, de apenas 1 pavimento, devido o formato do telhado e o sistema de calhas e condutores verticais já estarem instalados. O modelo a ser utilizado será o modelo ONG Sociedade do Sol (Figura 9). Este modelo a ser adotado irá auxiliar no controle de entrada da água pluvial, promovendo sua retenção, para fins não potáveis.



Figura 10 - Modelo de minicisterna a serem adotados no Câmpus. Protótipo instalado para coleta de águas pluviais.

Fonte: ONG Sociedade do Sol.

Para finalização do plano diretor, será realizado o estudo do uso do solo local, a determinação do coeficiente de escoamento superficial, a qual será utilizado o método da Curva Número. Após este estudo o sistema contará com o detalhamento das áreas a serem preservadas, para a infiltração local e quais áreas serão para construção dos

novos blocos institucionais e estacionamentos. Para os estacionamentos novos, será adotado sistema de pavimento permeáveis em conjunto com a vegetação.

4 | CONCLUSÕES

Este projeto de drenagem pluvial urbano para o Câmpus Apucarana apresenta as dificuldades da inserção de sistema de drenagem pluvial urbana em edificações já existentes. As dificuldades encontradas foram na falta de investimento e também na dificuldade de obter projetos que foram elaborados anteriormente. Outro fator observado foi em relação crescimento do Câmpus, onde não foi elaborado um planejamento urbano do local. Os blocos institucionais foram construídos sem estudos do espaço, sem estudo do uso do solo e sem avaliar as interferências ao seu redor, foram projetos “individuais”. Deste modo, o aumento da impermeabilização e a falta de terraplanagem nos locais, fez com que vários edifícios institucionais existentes estejam em nível inferior aos outros, o que facilita a formação natural de áreas de inundações.

Devido à alta precipitação local, a impermeabilização e a declividade do terreno, as inundações ocorrem quase frequentemente, em período das estações de primavera a verão, prejudicando materialmente a instituição como dificultando o processo de acessibilidade no Câmpus.

As soluções encontradas no estudo são técnicas de baixo custo, como a instalação de valas de infiltrações abertas, de modo a auxiliar o processo de infiltração, pois o solo local apresenta baixa capacidade de infiltração, por ser um solo argiloso.

As valas terão profundidades máximas de 1,2 metros, e serão preenchidas com brita número 3 e 4. Parte superior será instalada os seixos rolados (seixos de rio) utilizados em jardins. A vegetação será incluída posteriormente. Em alguns locais serão instalados o sistema de minicisternas, de modo a reduzir o escoamento local, como também aumentar o tempo de retenção do escoamento.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Projeto técnico: jardins de chuva**. Disponível em <<http://solucoesparacidades.com.br/saneamento/4-projetos-saneamento/jardins-de-chuva/>>. Acesso em 24/04/2017.
- COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. (2015). **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. 2. ed. Porto Alegre, RS: ABRH. 342 p. (Coleção ABRH; v. 12).
- HATT, B. E.; FLETCHER, T. D.; WALSH, C. J.; TAYLOR, S. L. (2004). **The influence of urban density and drainage infrastructure on the concentrations and loads of pollutants in small streams**. Water Research July 2004, Volume 34, Issue 1, pp 112–124. Disponível em <www.elsevier.com/locate/watres> acesso em 29/04/2018.
- HATT, B. E., FLETCHER T. D., DELETIC, A. (2007). **Treatment performance of gravel filter media: Implications for design and application of stormwater infiltration systems**. Water Research vol. 41. Disponível em <www.elsevier.com/locate/watres> acesso em 29/04/2018.

MANOSSO, F. C. (2007). **Geoturismo: uma proposta teórico-metodológica a partir de um estudo de caso no município de Apucarana-PR**. Caderno virtual de turismo, v. 7, n. 2, 2007.

MEDEIROS, A. P.; CORDERO, A.; TACHINI, M. (2011). **Aproveitamento de Água da Chuva Associado à Trincheira de Infiltração**. XIX Simpósio brasileiro de recursos hídricos- Maceió. Disponível em < <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=3&ID=81&PUBLICACAO=SIMPOSIOS>>. Acesso em 12/01/2018.

ONG SOCIEDADE DO SOL. **Apostila Aproveitamento de água de Chuva e reuso de água residencial**. Disponível em <<http://www.sociedadedosol.org.br/projetos/aproveitamento-da-agua-de-chuva-e-reuso-de-agua-residencial/>>. Acesso em 23 de abril de 2018.

SISTEMA METEOROLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ (SIMEPAR). **Dados de temperatura e precipitação dos anos de 2004 à 2013**. Dados cedidos por informações pessoais.

TUCCI, C. E. M. (2009). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre, RS: UFRGS. 943 p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v. 4).

O MODELO DA CIDADE PORTUÁRIA REVISITADO

Manuel Francisco Pacheco Coelho

SOCIUS; Instituto Superior de Economia e
Gestão/Universidade de Lisboa
Lisboa, Portugal

RESUMO: Os modelos de equilíbrio geral do espaço urbano comportam um conjunto de condições de equilíbrio no mercado do solo análogas ao modelo da cidade monocêntrica de Alonso /Muth /Fujita e condições relativas ao mercado de trabalho, permitindo a definição das rendas licitadas das famílias e empresas. O modelo da cidade portuária, que revisitamos e discutimos, apresenta uma vantagem de aglomeração por parte das firmas que deriva de estas exportarem um produto homogéneo através de um porto ou nó de transporte comum. Em equilíbrio, as condições referentes ao mercado de solo e as condições no mercado de trabalho permitem determinar diferentes tipos de áreas: residenciais, produtivas e mistas. A forma como se sucedem no espaço conduzem a vários padrões de uso do solo: monocêntrico, completamente integrados e parcialmente integrados. Estes últimos são especialmente interessantes pois permitem iluminar as situações correntes de suburbanização conjunta do emprego e das residências.

PALAVRAS-CHAVE: Modelo da Cidade Portuária, Estrutura urbana, Cidades

polinucleadas

PORT-CITY MODEL REVISITED

ABSTRACT: The models of general equilibrium of the urban space include a set of conditions of equilibrium in the land market similar to that of the monocentric city of Alonso / Muth / Fujita and conditions related to the labor market, allowing the definition of rent bids from households and companies.

The port city model, which we revisited and discussed, presents an advantage of agglomeration on the part of the firms that derives from these exporting a homogeneous product through a common port or transport node. In equilibrium, the soil market conditions and the conditions in the labor market allow to determine different types of areas: residential, productive and mixed. The way they succeed in space leads to various patterns of land use: monocentric, fully integrated and partially integrated. The latter are especially interesting because they allow the current situations of joint suburbanization of employment and housing to be illuminated.

KEYWORDS: Port-city model, Urban's structure, Non-monocentric cities

1 | INTRODUÇÃO

Os modelos de equilíbrio de utilização do solo numa cidade monocêntrica (na tradição de Alonso-Muth) têm duas limitações. De um ponto de vista teórico, tratam-se de modelos de equilíbrio parcial (Fujita, 1989) em que apenas as localizações das famílias são explicadas, sendo as localizações das empresas pré-determinadas. No plano da realidade empírica, verifica-se uma descentralização dos empregos para fora do CBD, em perfeita contradição com a hipótese assumida no modelo de Alonso, de concentração de todos os empregos no centro da cidade.

Por sua vez, os modelos de equilíbrio geral do espaço urbano procuram ultrapassar estas limitações e diferenciam-se do modelo básico, monocêntrico, de escolha do consumidor do solo urbano, a dois níveis. No plano teórico, não só as localizações das famílias são explicadas mas também as localizações das empresas. As firmas deixam, pois, de estar concentradas no CBD, por hipótese. Em termos empíricos, estes modelos acompanham traços essenciais da relação entre emprego e população nas áreas urbanas (Capozza, 1976):

- Empregos e população misturam-se no espaço e ambos se suburbanizam;
- o emprego, entretanto, suburbaniza-se mais depressa que a população.

Estes modelos comportam um conjunto de condições de equilíbrio no mercado do solo análogas às do modelo da cidade monocêntrica de Alonso /Muth /Fujita mas também um conjunto de condições relativas ao mercado de trabalho, permitindo a definição das rendas licitadas das famílias e empresas. No essencial, as famílias enfrentam o trade-off entre proximidade ao local de trabalho no centro e a possibilidade de beneficiar de uma renda menor na periferia, enquanto as firmas arbitram uma vantagem de aglomeração e a proximidade relativamente às residências dos trabalhadores, para eliminar custos de viagem e, assim, beneficiar da possibilidade de praticar salários mais baixos.

Note-se que o modelo tradicional monocêntrico já comporta a tendência à suburbanização da população. Devido ao aumento do rendimento e ao decréscimo da taxa unitária de transporte, verifica-se um aumento da dimensão da cidade, ao mesmo tempo que diminui a renda de mercado no centro da cidade, assim como a densidade das famílias no próprio centro e sua proximidade. Além disso, uma análise de estática comparada permite dizer que, em duas situações sucessivas, com aumento de rendimento, o consumidor poderá procurar uma casa de dimensão maior na periferia, por poder, aí, consumir mais solo (em termos conceptuais, tal equivale ao aumento de *bid rent lot size*; veja-se Fujita, 1989). Em todo o caso, a hipótese CBD (de que todos os empregos se encontram localizados no centro da cidade) não permite explicar a suburbanização do emprego.

O modelo da cidade portuária, que aqui revisitamos e discutimos, apresenta uma

vantagem de aglomeração por parte das firmas que deriva de estas exportarem um produto homogêneo através de um porto ou nó de transporte comum, beneficiando da proximidade. Em equilíbrio, as condições referentes ao mercado de solo e as condições no mercado de trabalho permitem determinar diferentes tipos de áreas: residenciais, produtivas e mistas e a forma como se sucedem no espaço conduzem a vários padrões de uso do solo: monocêntrico, completamente integrados e parcialmente integrados. Estes últimos são especialmente interessantes pois permitem iluminar as situações correntes de suburbanização conjunta do emprego e das residências familiares. Quando os custos de viagem são elevados, a estrutura urbana reduz as deslocações, ocorrendo a integração das localizações das famílias e das empresas. Se a preferência das famílias pelo solo é elevada, estas irão localizar-se nos subúrbios, conjuntamente com as firmas e beneficiando de maiores parcelas de solo. Estes resultados são comparados com modelos em que a vantagem aglomerativa reside numa externalidade espacial. Nestes casos, configurações urbanas duocêntricas e tricêntricas são, igualmente, admitidas. Os resultados teóricos destes modelos de análise espacial urbana são confrontados com algumas evidências empíricas. Em especial, trazemos à discussão o fenómeno das designadas *edge cities*.

2 | MODELO DA CIDADE PORTUÁRIA

A procura de abordagens que ultrapassem esta limitação do modelo monocêntrico, através de um programa de investigação que estabeleça como linha de orientação fundamental, o papel das vantagens aglomerativas na definição da estrutura urbana, tem revelado um percurso muito interessante, no seio da Economia e Política Urbana. Esta linha de investigação desenvolve-se na sequência do trabalho pioneiro de Beckmann (1976) que chamava a atenção para a forma como as interações sociais influenciavam a estrutura de equilíbrio residencial. Depois dos estudos de Beckmann, vários modelos de equilíbrio geral de uso do solo urbano foram propostos, baseados em externalidades espaciais (interações espaciais); vejam-se Ogawa e Fujita (1980), Imai (1982) e Fujita e Ogawa (1982). Em contraste, estão uma série de modelos baseados em interações de preços entre agentes que procuram o tratamento explícito das vantagens que daí resultam em termos das trocas de bens e serviços (veja-se survey de Fujita (1988)). Apesar das suas limitações analíticas e do carácter restritivo das hipóteses, estes modelos acabam por propor diferentes propostas de estrutura urbana não-monocêntrica e permitem abordar o problema da suburbanização. No designado modelo das externalidades espaciais, por exemplo, a vantagem aglomerativa das firmas reside numa externalidade espacial. Algumas imperfeições de mercado são permitidas, desde o nível da interação entre agentes (permitindo troca de informação entre as empresas), até ao nível das interações sociais entre as famílias (nomeadamente através da consideração de efeitos de imitação, bem como outras externalidades tecnológicas, efeitos de congestionamento, etc.). O curioso é

perceber como, para dadas condições, a própria existência de cidades polinucleadas, é permitida e explicada.

Há, pois, várias propostas de abordagem. Neste contexto, o chamado Modelo da Cidade Portuária (veja-se Koide, 1990; Pontes, 1991; Lopes & Pontes, 2010) é particularmente relevante: quer pela sua plasticidade, quer pelo rigor posto na definição do quadro conceptual e na derivação das curvas de renda licitada, quer pela clareza da explicação do significado económico das condições de equilíbrio. Daqui a nossa reavaliação deste modelo.

Partimos das seguintes hipóteses de funcionamento:

- A cidade está assente numa superfície plana onde há um porto ou nó de transporte através do qual todos os produtos das firmas são exportados a um preço fixo.
- As famílias são homogéneas nos seus gostos e despesas e têm uma função de utilidade do tipo $U(z, h) = z^\alpha h^\beta$, com α e $\beta > 0$ e $\alpha + \beta = 1$; sendo Z os gastos com um bem compósito (outros bens para além do solo), e h o consumo de solo para efeitos residenciais.
- As firmas produzem um único tipo de bem a partir de uma função de produção com três fatores produtivos, K -capital, L -trabalho e S -solo “produtivo”,
- com $f(K, L, S) = K^a L^b S^c$; $a, b, c > 0$ e $a + b + c = 1$.
- O transporte é denso em todas as direções; o custo de transporte por unidade de distância é representado por t e por q , para o caso de um consumidor e para o caso de uma empresa, respetivamente.
- A quantidade de solo disponível para uso urbano à distância r do nó de transporte é dada por $2Pr$; a propriedade do solo é privada.
- O preço do capital é espacialmente fixo e o custo de oportunidade do solo é zero.
- A cidade é aberta, i.e., o nível de utilidade é fixado exogenamente.

Daqui se parte para a construção de funções de renda licitada para as firmas e para as famílias.

A especificação da função de produção implica rendimentos constantes à escala. Em concorrência perfeita a função de custo médio (custo por unidade de output) vem

$$\begin{aligned} C[p_k, w(r), R(r)] &= \min_{K, L, S} \{p_k \cdot K + W(r) \cdot L + R(r) \cdot S \mid f(K, L, S) = 1\} = \\ &= a^{-a} b^{-b} c^{-c} W(r)^b R(r)^c p_k^a \end{aligned} \quad (1)$$

A concorrência conduz a uma situação de lucro nulo em que o custo médio é igual ao preço do bem líquido do custo de transporte ao porto ($P = CM_{ML}$)

$$C [pk, w(r), R(r)] = p - q.r \quad (2)$$

Resolvendo a equação anterior em ordem a $R(r)$ - renda licitada à distância r do centro/porto, obtemos a curva da renda licitada das firmas, em que a renda é função do preço líquido do custo de transporte e da taxa de salário

$$\phi(r) = G (p - q.r)^{1/c} w(r)^{-b/c} \quad (3)$$

$$\text{onde } G = a^{a/c} b^{b/c} c p k^{-a/c}$$

Daqui se retira que o solo utilizado pela firma por unidade de produto fica

$$S(r) = c(p - q.r) / \phi(r) = c/G (p - q.r)^{-(1-c)/c} w(r)^{b/c} \quad (4)$$

Simultaneamente, há que derivar a curva de renda licitada dos consumidores-residentes. Estes escolhem a residência em função do local de trabalho e dadas as diferenças de salário entre r_w , o local de trabalho, e r , o local de residência.

O rendimento líquido de transportes da família vem

$$I(r, r_w) = w(r_w) - t |r - r_w| \quad (5)$$

Definindo a função de utilidade indireta da família e resolvendo em ordem a $R(r)$, para um dado valor de utilidade u , obtém-se a função de renda licitada da família

$$\forall(r, r_w) = \xi I(r, r_w)^{1/\beta} \quad (6)$$

$$\text{com } \xi = \alpha^{a/\beta} \beta u^{-1/\beta}$$

Considerando a renda máxima em sentido estrito, i.e., a renda máxima que a família pode pagar em r que lhe permite atingir o nível de utilidade u , é possível determinar o consumo de solo da família associado a esta renda máxima, ou seja, o solo que a família pode consumir mantendo o comportamento maximizador.

Assumindo que a cidade é simétrica e designando $q(r)$ como a proporção de solo total disponível à distância r , ocupada pelas famílias, e por r_f a fronteira da cidade, estabelecem-se as condições de equilíbrio referentes ao mercado do solo. No essencial, implicam que a renda licitada no limite da cidade é nula (equivalente à renda para fins agrícolas) e que no espaço interior da cidade, ocupará o solo à distância r do centro, o consumidor ou a empresa que tiver uma maior renda licitada. Ao mesmo tempo, as condições no mercado de trabalho garantem que a oferta total de trabalho e a procura agregada de trabalho no espaço da cidade são iguais.

A partir deste conjunto de condições é possível determinar as rendas licitadas, os salários, a proporção de solo ocupada pelas famílias e o limite da cidade. A solução de equilíbrio define paisagens urbanas com três tipos de áreas:

- áreas residenciais (exclusivamente ocupadas pelas famílias para fins residenciais)
- áreas produtivas (exclusivamente ocupadas pelas empresas para fins produtivos)
- áreas integradas/mistas (onde empregos e residências se misturam)

A forma como se sucedem no espaço dá, por sua vez, origem a diferentes padrões de uso do solo urbano, desde o tradicional padrão monocêntrico, até padrões total ou parcialmente integrados.

3 | PADRÕES DE USO DO SOLO. CIDADES POLINUCLEADAS.

Podemos ser então confrontados com diferentes estruturas urbanas:

- *Padrão monocêntrico.* Como no próprio modelo de Alonso/Muth, concentração das atividades económicas no CBD e aglomeração das áreas residenciais em coroa concêntricas em volta do CBD;
- *Padrão totalmente integrado.* Em todo o espaço da cidade há uma perfeita mistura entre atividades económicas e uso do solo para fins residenciais;
- *Padrões parcialmente integrados.* São os mais interessantes e podem apresentar diferentes possibilidades.

a) Uma destas alternativas consiste num padrão em que a uma zona de CBD de tipologia mais empresarial sucedem, consecutivamente, um círculo concêntrico de áreas integradas com uso do solo misto para fins empresariais e residenciais e uma coroa exterior de áreas residenciais.

b) Uma outra alternativa sugere uma zona essencialmente produtiva no centro, envolvida por uma área basicamente residencial e seguida de um círculo concêntrico mais integrado em que, nas zonas periféricas, o emprego se suburbaniza ao mesmo tempo que a população. Neste caso, confrontamo-nos com a deslocação das atividades produtivas para a periferia, onde convivem com áreas residenciais dos trabalhadores. Estes, procuram uma proximidade residencial face à localização das firmas e empregos, como forma de diminuir os custos com transporte nas viagens casa-emprego. Esta aproximação às empresas é-lhes facilitadora pois permite subsistir com salários mais baixos, garantindo rendas do solo menores (porque mais distantes do centro) e, geralmente, maiores parcelas de solo urbano, i.e., casas maiores. Da mesma forma, as firmas usufruem das vantagens de poder praticar salários mais baixos e de ter acesso a maiores parcelas de solo disponível e a menor preço para implantação das suas atividades produtivas.

A simulação em relação aos parâmetros conduz a conclusões deveras interessantes. Assim, se $b > c/1-b$:

- Esta condição significa que o solo é muito valorizado pelas famílias (b elevado) e que o capital é importante para as empresas.

- Neste caso, quando a taxa de transporte das famílias é baixa, obtém-se um padrão monocêntrico e as famílias deslocam-se para a periferia em busca de casa maiores. Se, pelo contrário, t for muito elevada, o padrão aproxima-se do completamente integrado. Se a taxa de transporte das famílias apresenta valores intermédios, verifica-se um padrão parcialmente integrado do segundo tipo que referimos.
- Quando a condição indicada não se verifica, nunca obtemos padrões completamente mistos e, para taxas de transporte elevadas, podemos chegar a padrões do estilo parcialmente integrado mais próximos da primeira sugestão.

É evidente que, do ponto de vista do significado económico, os mais interessantes são estes padrões parcialmente integrados. Quando os custos de viagem são globalmente elevados, a estrutura urbana reduz as deslocações, ocorrendo a integração das famílias e empresas. Se a preferência pelas famílias pelo solo é elevada, elas localizam-se nos subúrbios junto das empresas aproveitando maiores parcelas de solo e rendas inferiores. Evidentemente, para as empresas há vantagens nessa localização pois aproveitam salários mais baixos (dada a eliminação/diminuição dos custos de transporte trabalho/residência), embora possam elevar-se os custos de transporte das mercadorias face ao porto. Temos pois um processo de suburbanização de firmas e famílias.

Se a preferência por solo for fraca, as famílias são atraídas por taxas de salário mais altas próximas do centro. Estas revelam-se especialmente vantajosas se as famílias estiverem perto das empresas. Assim, as zonas residenciais aproximam-se das áreas produtivas e comerciais; as firmas poupam em termos de custos salariais e poupam igualmente porque, estando mais próximas do centro, podem usufruir das vantagens aglomerativas que daí resultam em termos de negócios. Um padrão mais próximo do primeiro padrão sugerido, poderá acontecer.

Note-se, por comparação, o que acontece no já referido modelo das externalidades espaciais (em que a vantagem aglomerativa das firmas reside numa externalidade espacial). Aqui, a utilidade dos agentes depende do espaço ocupado e da distância média entre residentes. Cada transação é executada separadamente por um dado tipo de comunicação (face a face, telefone, etc.) sendo o custo de transação entre as duas firmas proporcional à distância. Nestas condições, as paisagens variam consoante a relação t'/r em que t' é o custo de viagem diária do trabalhador, agindo no sentido de dispersão das empresas, e r é o custo unitário de transação entre empresas que funciona como fator de aglomeração.

A simulação nos parâmetros conduz a resultados igualmente curiosos. Assim, para valores baixos do rácio t'/r , o resultado é um padrão monocêntrico. Para valores intermédios deste rácio, somos conduzidos a um padrão do tipo parcialmente integrado, próximos do primeiro padrão identificado no modelo de Koide. Para valores elevados, obtemos um padrão completamente integrado. Se as economias de aglomeração

forem expressas de forma exponencial (como acontece em Fujita & Ogawa, 1982), à medida que o rácio decresce, a cidade sofre uma transição estrutural passando para configurações do tipo duocêntrico e tricêntrico. Esta existência de configurações com 2 e 3 centros pode até ser desejável segundo alguns autores (Zheng, 1990) e reflete a realidade empírica, nomeadamente a que se refere à existência de aéreas metropolitanas polinucleadas, resultado da junção de centros anteriormente separados (veja-se, também, o modelo de Fujita e Thisse, 1986, na tradição de Hotelling (1929)).

4 | EDGE CITIES: “NOVOS CENTROS, NOVAS CIDADES”

O modelo de Fujita e Ogawa (que permite estruturas policêntricas) foi adaptado por Henderson e Mitra (1996) para abarcar o fenómeno das designadas *edge cities*. Este é um fenómeno observado mais recentemente, em especial nos EUA, e profusamente documentado na obra de Garreau (1991), que vem constatar a tendência de descentralização dos empregos. No seu livro, *Edge City: life on the new frontier*, Garreau sugere que estas *edge cities* são uma solução urbanística dos tempos modernos, ocupando áreas gigantescas (do tamanho de cidades de médio porte) com residências, comércio e prédios de escritórios e serviços. Onde há anos haviam apenas pastos ou residências suburbanas, surgem agora, no contorno de grandes metrópoles, extensos terrenos ocupados por prédios de escritórios para profissionais liberais, imensos shopping-centres e lojas de conveniência, constituindo novos centros. Vejam-se os exemplos de Garden City (Nova York), Irvine (Califórnia), Hoboken (Nova Jersey) e Bellevue (Washington).

Este modelo de Henderson e Mitra é um modelo inovador por considerar a construção de um novo centro de negócios como resultado da ação de um único agente que decide quando, como, onde, e quanto investir na nova centralidade e respetiva infraestrutura. O centro novo e o antigo CBD competem entre si de acordo com as vantagens oferecidas para instalação das firmas (na situação de equilíbrio, as firmas ficam indiferentes em relação a qualquer dos centros).

Não se trata de um tipo de descentralização em que as empresas se pulverizam pelo tecido urbano, afastando-se do centro e concentrando-se em núcleos periféricos. Tratam-se, antes, de movimentos bruscos e de conjunto de várias empresas, trazendo mudanças rápidas e radicais para a estrutura urbana.

Em termos de funcionamento do modelo, para lá dos agentes tradicionais, existe um terceiro tipo de agente, o *empreendedor imobiliário ou autoridade de planeamento urbano*, que escolhe onde e com que capacidade construir o novo centro de negócios. Esta decisão estratégica depende da interação entre os centros, preexistente e “programado”. Parte-se, assim, de uma configuração que apresenta um centro histórico de negócios mas relaxa-se a hipótese de existência de um único centro comportando todos os empregos, sendo que as decisões de localização não são mais modeladas de forma completamente endógena.

A interação entre as firmas de ambos os centros acontece por meio da comunicação, tanto menor quanto maior a distância entre centros. Tal como em Fujita e Ogawa há aqui economias de aglomeração. No caso, economias de escala externas à firma; que aumentam a produtividades das firmas. Como em Fujita e Ogawa, para cada firma existe o benefício que vem da comunicação com outras firmas do centro onde esta se encontra e as que resultam da comunicação com empresas de outro centro como o *edge city*. As tecnologias de produção indicam ao empreendedor, construtor da *edge city*, que um dos aspetos a ser levado em conta na decisão estratégica de localização é que quanto maior for a distância ao centro, menor a produção total da *edge city*. As variáveis estratégicas de decisão do problema são o grau de economias de escala derivadas da comunicação entre firmas, os empregos totais no centro tradicional e na *edge city*, os stocks de capital de ambos os centros, os parâmetros da proporção dos fatores envolvidos na produção e a produção conjunta das firmas em cada localização. A criação de novas centralidades deve ser analisada em duas vertentes estratégicas: no poder de monopsonio dos criadores e nos custos de aluguel e de deslocamento dos trabalhadores. Estes, dependem da estrutura de cidade definida, ou seja, da capacidade e localização do novo centro. Por um lado, os trabalhadores deverão ser compensados com maiores salários. Por outro, o poder de monopsonio no mercado de trabalho é apercebido pelo agente empreendedor, dado ser ele o único dono do espaço disponível para escritórios do novo centro. Como a capacidade total do centro está envolvida na escolha estratégica, esta escolha acaba por determinar o próprio emprego total das empresas que se irão localizar na *edge city*. Diminuindo a distância ao centro, aumenta a produtividade dos dois centros e, como o centro tradicional é um competidor da *edge city*, o aumento da sua produtividade diminui o poder de monopsonio do empreendedor imobiliário. Os autores também consideram o caso de uma região formada pelos dois centros como uma economia aberta com congestionamento. Aberta para novos moradores; porém, quanto maior o número total de trabalhadores na região, maior o custo de oportunidade para atrair trabalhadores.

Tal como em Fujita e Ogawa os autores não apresentam solução analítica para o modelo. Dada a sua complexidade, as propriedades são avaliadas através de simulações. Analisa-se, por exemplo, como varia a escolha estratégica de acordo com as condições iniciais do centro histórico em termos de infraestruturas e volume de emprego. As simulações realçam a grande sensibilidade das decisões em relação às variáveis condicionantes: uma espécie de “efeito borboleta” em que pequenas diferenças nestas variáveis podem conduzir a grandes diferenças na estrutura urbana.

5 | REFLEXÃO FINAL

Para terminar, note-se como esta problematização traz, na sua sequência, a importante discussão sobre as novas centralidades e como elas podem ser “programadas” pelos poderes públicos. A questão do planeamento urbano assume aqui

um papel deveras essencial. No caso particular de Portugal, este tipo de discussão teve já melhores dias. Vai já longe o período (finais de 80s e década de 90) em que muito foi discutida a criação de um nova centralidade na cidade de Lisboa, na zona da Praça de Espanha e do Centro Gulbenkian. Depois de uma es(forçada?) deslocação de algumas instituições financeiras para esta zona e até da própria criação de importantes centros de comércio e de escritórios na área, esfumou-se rapidamente esta ambição. As zonas contíguas ao tradicional CBD da cidade assistiram, através de um importante esforço de renovação (e de muita especulação imobiliária), ao reforço da sua importância em termos locativos. Apesar da cada vez maior desertificação em termos residenciais, o poder atrativo do centro tradicional manteve-se, nomeadamente enquanto centro político e financeiro da cidade. A existência de novas centralidades tem vindo a traduzir-se em fenómenos mais “inatos” (porque menos “programados”) de desenvolvimento de centros já previamente existentes nas zonas da periferia, no contexto de uma grande zona metropolitana. Que se vem assumindo como uma estrutura polinucleada, é certo. Mas sem a dimensão e o *scope* que, inicialmente, a Política de Ordenamento Urbano lhe projetava e que se revelou incapaz de implementar. Novas experiências, como a recente proposta de criação de uma nova centralidade em Almada, vêm a lume, timidamente. A problemática “Novos Centros e Política Urbana em Portugal” é, seguramente, uma excelente pista para investigação futura.

REFERÊNCIAS

Abrantes, P., Tenedório, J., Pimentel, D., & Estanqueiro, R. (2010), “Tipologia das dinâmicas metropolitanas do sistema urbano português”, E-Geo - Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional, FCSU/ Universidade Nova de Lisboa.

Albergaria, H. (1999), “A dinâmica populacional das Cidades do Continente Português” **Revista de Estatística**, Vol. 2.

Alonso, W. (1970), “A Theory of the Urban Land Market”, in Leahy et al (eds), **Urban Economics**, New York Free Press, New York.

Beckmann, M. (1976), “Spatial Equilibrium in the Dispersed City”, Papageorgiou, G. (ed) **Mathematical Land Use Theory**, Lexington Books.

Capozza, D. (1976), “Employment-Population Ratio in Urban areas: A model of the Urban Land, Labor and Goods Markets”, in Papageorgiou, C. (Editor), **Mathematical Land Use Theory**, Lexington Books, pp 127-143.

Carmo, R. (2008), “Da escala ao território: para uma reflexão crítica do policentrismo”, **Análise Social**, Vol. 43, pp.775-793.

Cocco, G. (2000), “A cidade policêntrica e o trabalho da multidão”, **Lugar Comum**, Nº9/10, pp. 61-89

Delgado, A. & Godinho, I. (2004) “The Evolution of city size distribution in Portugal: 1864-2001”, **Working Papers**, Nº 151, CEDRES/ Faculdade de Economia da Universidade do Porto.

Ferrão, J. & Sá Marques T. (2003), **Sistema Urbano Nacional: Síntese**, DGOTDU, Lisboa.

- Fujita, M. (1989), **Urban Economic Theory**, Cambridge University Press, Cambridge
- Fujita, M. (1988), "Spatial Interactions and Agglomeration in Urban Economics", Working Papers in Regional Science and Transportation, N°126, University of Pennsylvania, Philadelphia
- Fujita, M. (1986), "Urban land use theory", in **Location Theory**, Harwood Academic Publishers, New York.
- Fujita, M. (1985), "Towards general equilibrium models of urban land use", **Revue Économique**, N°1, 135-167.
- Fujita, M. & Ogawa H. (1982), "Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations", **Regional Science and Urban Economics**, Vol.12, pp. 161-196
- Fujita, M. e Thisse, J. (1996), "Economics of Agglomeration", **Journal of the Japanese and International Economies**, Vol 10, pp. 339-378.
- Fujita, M. & Thisse, J. (1986), "Spatial competition with a land market: Hotelling and Von Thunen unified", **Review of Economic Studies**, Vol.53, pp.819-841.
- Garreau, J. (1991), **Edge City: life on the new frontier**, Doubleday, New York.
- Henderson, J. (1987), "General equilibrium modeling of systems of cities", in Mills (ed.) **Handbook of Regional and Urban Economics**, Vol. II, Elsevier Science Publishers.
- Henderson, V. e Mitra, A. (1996), "The new urban landscape: developers and edge cities", **Regional Science and Urban Economics**, Vol 26, pp-613-643.
- Hotelling, H. (1929), "Stability in competition", **Economic Journal**, Vol.39, pp.41-57
- Imai, H. (1982), "CBD Hypothesis and Economies of Agglomeration", **Journal of Economic Theory**, 28, pp. 275-299
- Koide, H. (1990), "General equilibrium analysis of urban spatial structure, the port city model reconsidered", **Journal of Regional Science**, Vol. 30, pp. 325-347.
- Lopes, A. & Pontes, J. (2010), **Introdução à Economia Urbana**, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Mills, E. (1967), "An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area", **American Economic Review, Papers and Proceedings**, Vol.57, pp.167-210
- Monié, F. e Vasconcelos, F. (2012), "Evolução das relações entre cidades e portos: entre lógicas homogeneizantes e dinâmicas de diferenciação", **Confins**, n°15.
- Muth, R. (1969), **Cities and Housing**, University of Chicago Press, Chicago.
- Nadalin, V. (2011), "Economia Urbana e Mercado de Habitação", in Cruz, Furtado, Monasterio & Rodrigues Júnior (orgs), **Economia Regional e Urbana, Teorias e Métodos com Ênfase no Brasil**, IPEA, Brasília.
- Nunes, G., Mota, I. & Campos, P. (2012), "Policentrismo funcional: uma avaliação dos municípios portugueses", **Revista Portuguesa de Estudos Regionais**, APDR, N° 29, pp. 27-38.

Ogawa, H. & Fujita, M. (1980), "Equilibrium land use patterns in a non-monocentric city", **Journal of Regional Science**, Vol.20 pp.455-475.

Pontes, J. (1991), Texto de apoio a ERU II; AEISEG, ISEG/UTL, Lisboa.

Zheng, X. (1990), "The spatial structure of hierarchical inter-urban systems: equilibrium and optimum", **Journal of Regional Science**, Vol. 30, pp.375-392.

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

RESUMO: Este artigo versa sobre o Mapeamento Geotécnico, realizado no Setor Norte do Perímetro de Goiânia-GO, o qual compreende uma região que está em estudo para novo perímetro de expansão urbana da cidade, dentro do novo Plano Diretor de Goiânia. O trabalho foi realizado na escala de 1:25.000, com base na proposta metodológica de mapeamento geotécnico elaborada por ZUQUETTE (1987). Foram realizados levantamentos em relação às características do meio físico, onde foram gerados 5 documentos cartográficos que foram auxiliares na elaboração da Carta de Unidades Geotécnicas. Com esta Carta será possível avaliar o zoneamento geotécnico da área de expansão urbana do setor norte do município de Goiânia, podendo-se, assim, determinar quais áreas possuem melhores condições de implantação de novos loteamentos.

1 | CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Quando Pedro Ludovico Teixeira, então interventor do Estado de Goiás, decidiu levar a cabo a construção da nova capital de Goiás

(Goiânia), já existia a concepção de um Plano Diretor. Este Plano foi idealizado em 1933 pelo arquiteto Attílio Corrêa Lima, seguindo uma tendência urbanística já consagrada e revelando sua filiação aos princípios clássicos de concepção de uma cidade. O traçado proposto para a nova capital obedeceu às configurações do terreno, às necessidades do tráfego, ao zoneamento e ao loteamento. Estes fatores foram cuidadosamente justificados, tornando-se o fio condutor da proposta de Attílio para o núcleo central de Goiânia. Coube a outro arquiteto, Armando de Godoy, dar forma final ao projeto radial que caracteriza o núcleo principal da concepção da nova capital.

A cidade de Goiânia (Figura 1), foi planejada originalmente para abrigar uma população de 50 mil habitantes, numa decisão considerada arrojada para a época, haja visto que as condições de desenvolvimento do país e da região de implantação da nova capital eram praticamente nulas. Segundo o Censo de 2010 (IBGE – 2010), Goiânia conta atualmente com aproximadamente 1,5 milhão de habitantes, sendo que o norte do município apresenta o maior índice de crescimento demográfico (6% em média), porém, de forma desordenada dentro do aglomerado urbano.

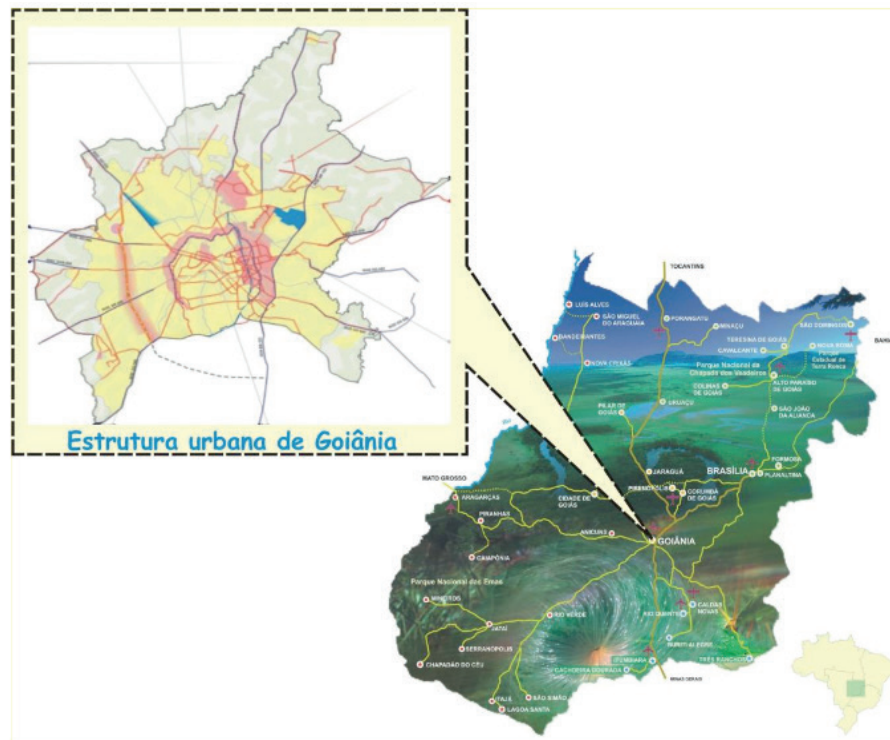


Fig.1 – Localização e Estrutura Urbana de Goiânia

Fonte: Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de Goiânia, 2003

Outro fator que contribuiu com este crescimento desordenado foi a perda do poder de controle do Estado com relação aos parcelamentos (loteamentos) de terra realizados por proprietários particulares na região metropolitana de Goiânia. Conforme estes loteamentos eram lançados, as unidades eram comercializadas sem, no entanto, serem edificadas a curto/médio prazo. Neste contexto, o poder público perdeu o controle da gestão sobre a cidade que cresce de forma desordenada, caótica e sem nenhuma referência às orientações formuladas pelo atual Plano Diretor (2007).

Desta forma, o presente estudo visa, como objetivo geral, caracterizar e mapear as condições geotécnicas do setor Norte da cidade de Goiânia mediante trabalhos de levantamento e produção sistemáticas de informações relativas ao meio físico.

Como objetivos específicos serão definidos atributos e parâmetros para um melhor ordenamento da ocupação urbana; elaboração de documentos cartográficos representativos das condições do meio físico (atributos): mapa do substrato rochoso, mapa de unidades geotécnicas, mapa de declividade, dentre outros; avaliar as características geotécnicas dos solos do setor norte de Goiânia com vistas a sua utilização em fundações “rasas” (diretas), que representam a maioria dos casos no setor Norte de Goiânia e que podem representar problemas técnicos e políticos; elaborar uma carta síntese de zoneamento geotécnico da área de expansão urbana do setor norte do município de Goiânia.

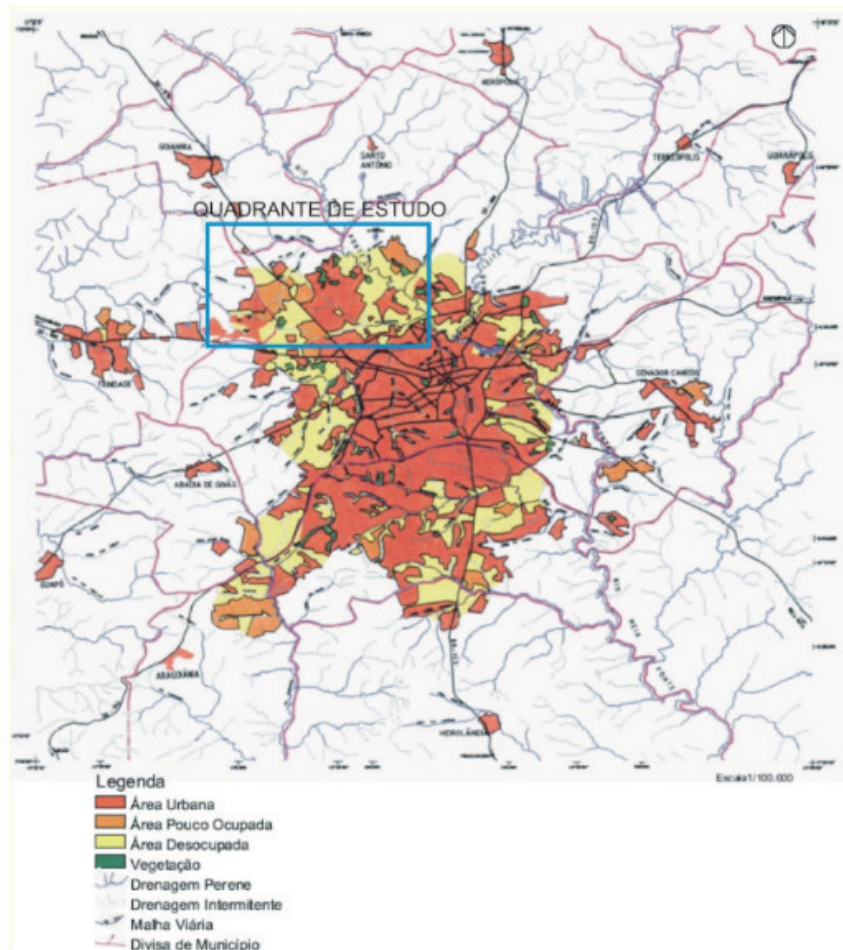


Fig. 2 Mapa do aglomerado urbano da cidade do ano de 1997

Fonte: Imagem SPOT Scene ID 2192 – 15 – 1997 escala 1/100.000, Imagem LANDSAT STM Composição 543 – 1996 escala 1/100000, Cartas Topográficas do IBGE escala 1/100000 e Projeto de lei Criação da Região Metropolitana de Goiânia – Assembléia Legislativa de Goiás IESA / UFG.

2 | ESTUDO

2.1 Localização da área de estudo

Capital do Estado de Goiás, Goiânia é o núcleo de uma região metropolitana que possui mais de 1.500.000 habitantes, 436 bairros regulares e 157 loteamentos irregulares e clandestinos. A região metropolitana abriga, ainda, mais de 540.000 habitantes distribuídos em outros dez municípios, também carentes de infraestrutura.

A área de estudo situa-se na porção norte e noroeste de Goiânia, entre as seguintes coordenadas UTM, 8.158.000N / 8.170.000N e 670.000E / 688.000E. Nesta figura estão representados os 44 quadrantes em foi dividida, onde cada sondagem realizada, foram definidas em função da metodologia Zuquette (1987), uma sondagem para cada 4 Km² (quadrante desenhado na Figura 3). Toda região em estudo, tem aproximadamente 193Km², com mais de 300.000 habitantes. Contém aproximadamente 28.000 lotes vagos, distribuídos em mais de 100 loteamentos regulares e irregulares (Fonte: – Prefeitura Municipal de Goiânia - 2016).

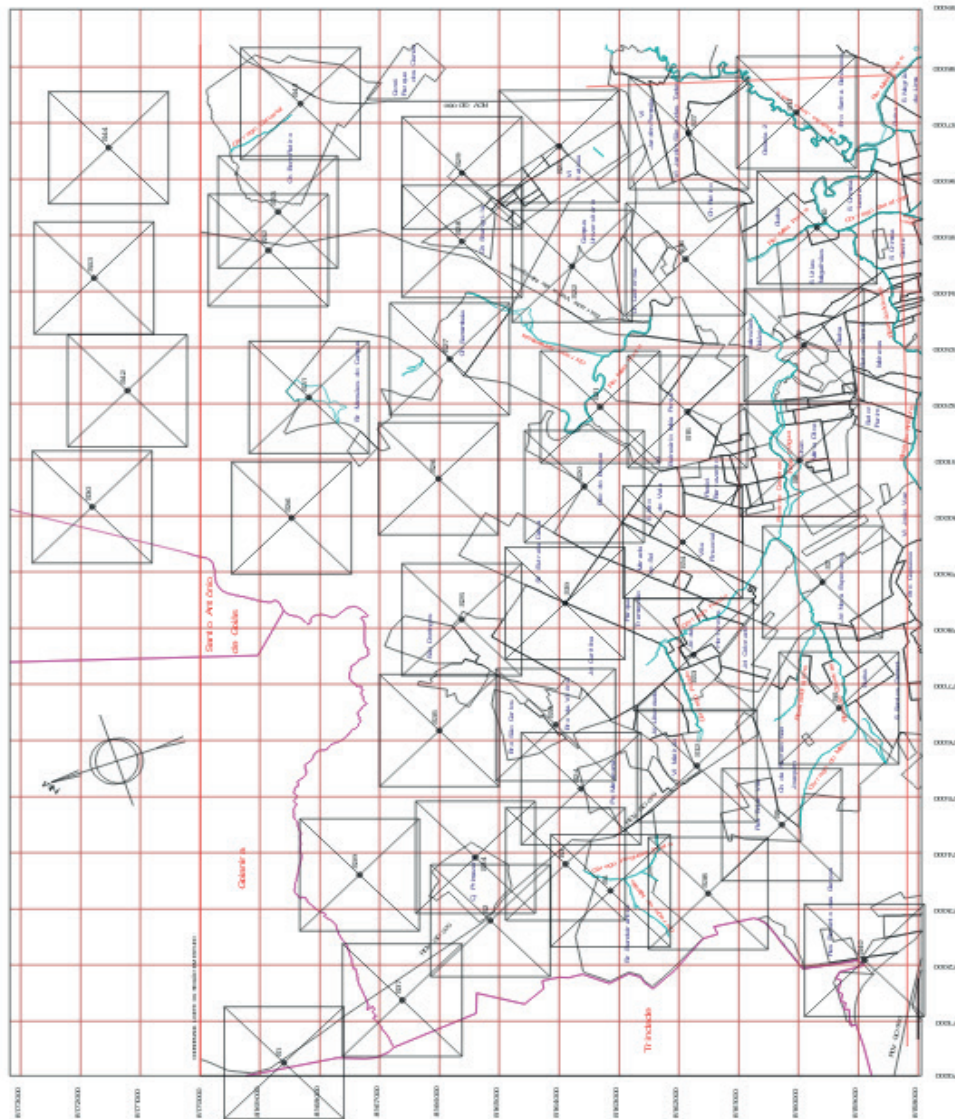


Fig.3 Mapa de Localização da Área em Estudo - 2016.

Fonte: COMDATA – Prefeitura Municipal de Goiânia

2.2 Geologia

O Município de Goiânia está assentado sobre rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu, da Cobertura Metassedimentar Dobrada do Grupo Araxá Sul de Goiás e Depósitos Aluvionares Holocênicos (MORETON,1994). As rochas que formam esta unidade geológica são metamorfisadas do tipo gnaisses, metagabros, anfibolitos, quartzitos ferruginosos, que normalmente sustentam as maiores elevações do município, principalmente na sua extremidade nordeste.

2.3 Geomorfologia

O trecho em estudo está posicionado no âmbito da bacia do Rio Paraná, na sub-bacia do Rio Paranaíba e na microbacia do Rio Meia Ponte, afluente do Rio Paranaíba, pela margem direita, drenando em sua totalidade uma área de 12.630 km² e apresenta um formato bem alongado. Rio Meia Ponte e seus afluentes, entre os quais se destaca o Ribeirão João Leite, constituem a rede hidrográfica de Goiânia.

A divisão geomorfológica do Município de Goiânia está baseada fundamentalmente no grau de dissecação do relevo. São identificáveis 5 (cinco) unidades principais: O Planalto Dissecado de Goiânia, os Chapadões de Goiânia, o Planalto Embutido de Goiânia, os Terraços e Planícies da Bacia do rio Meia Ponte e os Fundos de Vale (CASSETI, 1992).

2.4 Solos

As classes de solos predominantes no Município de Goiânia são: latossolos vermelho-escuros, latossolos roxos e latossolos vermelho-amarelos e secundariamente solos podzólicos, cambissolos, gleissolos, litossolos e solos aluviais (IPLAN, 1991).

Os latossolos vermelho-escuros distribuem-se predominantemente em uma faixa de direção noroeste para sudeste disposta a margem direita do rio Meia Ponte, e numa faixa menor, no extrema nordeste do município.

Os latossolos roxos, distribuem-se em uma faixa também de direção noroeste-sudeste, disposta principalmente a margem esquerda do rio Meia Ponte, recobrendo cerca de 25% do espaço municipal.

Os latossolos vermelho-amarelos, apresentam a maior distribuição no município, recobrem toda a região situada ao sul do ribeirão Anicuns e a oeste do córrego Cascavel, além de parte da região norte de Goiânia, nas divisas com os Municípios de Goianópolis e Nerópolis, totalizando cerca de 40% do território do município goianiense.

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E RESULTADOS

3.1 Obtenção de Dados

Nesta fase foram levantados dados pertinentes (Tabela 1) junto à Prefeitura Municipal de Goiânia, órgãos públicos (municipais e estaduais), universidades e empresas de engenharia com o intuito de montar uma base de informações com relação ao meio físico local. Posteriormente, foram analisadas as informações disponíveis, destacando-se os mapas geológicos, pedológicos, fitoecológicos, climáticos, geomorfológicos, relatórios, estudos geotécnicos e a carta de risco e, assim, definir os locais de investigação preliminar de campo.

Órgãos	Documentos adquiridos
Secretaria Municipal de Planejamento	- Carta de Risco de 1981 – Esc.:1/40000 - 296 Aerofotos de 1992 – Esc.:1/8000 - Fotografia aérea de Goiânia no ano de 2000 – Esc.:1/20000 - Folha topográfica de Goiânia na escala de 1:20.000_2002
Comdata Companhia Municipal de Proc. Dados de Goiânia	- Mapas da área urbana em meio digital-2016
Ministério do Exército	- Folha topográfica de Goiânia na escala de 1:25.000_1984.
IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e estatística)	- Folha topográfica de Goiânia na escala de 1:100.000_1970.
Basitec Projetos e Construções Ltda.	- Relatórios de Ensaios de Caracterização referente a área em estudo - 2000;

Tabela 1 Documentações adquiridas para caracterização do objeto de estudo.

3.2 ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO

Nesta etapa, foram analisados os dados de ensaios de caracterização do solo em diferentes trechos (44 quadrantes), que contém toda área em estudo. Os dados referentes aos ensaios realizados seguiram as Normas Técnicas Brasileiras. Foram realizados ensaios de granulometria, limites de consistência, compactação e Índice de Suporte Califórnia.

4 | ANÁLISE PRELIMINAR EM CAMPO E COLETA DE AMOSTRAS

Toda região em estudo foi subdividida em 44 quadrantes, que correspondem a uma coleta e análise preliminar de cada amostra. Também foram recolhidos dados como coordenadas UTM, data da sondagem a trado e profundidade do nível d'água freático. Foi utilizado o equipamento GPS (GPS Garmin), para obtenção das coordenadas, no intuito de comprovar a localização pré-determinada graficamente.

Esses testes foram realizados com amostras extraídas de profundidades da variando entre 0,80 m a 3,0 m. Foram identificados preliminarmente 3 grupos semelhantes de solos, onde se observou o grupo e as características gerais do solo. Essas informações foram essenciais para determinar quantas unidades geotécnicas existem na região da área em estudo e na indicação de quantos tipos de solos deveriam ser ensaiados no estudo de colapsibilidade.

4.1 Estudo da colapsibilidade dos solos

Na literatura geotécnica, encontra-se, às vezes, o uso do termo “colapso” englobando também o significado de esgotamento da capacidade de carga de um elemento isolado de fundação submetido a uma carga suficientemente elevada, mas sem inundação do solo. Foram realizados ensaios em 3 regiões definidas pela tipologia dos solos, onde foram encontrados os seguintes resultados:

REGIÃO I	Solo não é colapsível.
REGIÃO II	Solo é colapsível.
REGIÃO III	Solo não é colapsível.

Tabela 2 Resultados dos ensaios de colapsibilidade dos solos por regiões

5 | ELABORAÇÃO DOS MAPAS BÁSICOS.

A elaboração dos mapas básicos foi extremamente necessária em todo processo, de confecção do documento final: a carta de unidades geotécnicas. Os mapas básicos contêm os atributos necessários ao cruzamento de informações, para atingir o objetivo final. Desta forma, os mapas básicos elaborados estão a seguir:

5.1 Mapa de documentação (SEPLANH - 2016)

Apresenta a localização dos pontos descritos, dos pontos amostrados, e das sondagens de simples reconhecimento (com medida do SPT). Os pontos registrados têm seqüência de 1 a 47 sendo que em 44 destes procedeu-se amostragem. Sendo os pontos de 45 a 47 de sondagens de simples reconhecimento (com medida do SPT).

A base, na qual foram lançadas as informações, foi elaborada a partir das folhas topográficas em escala 1:25.000 confeccionadas pela Secretaria Municipal de Planejamento de Goiânia- SEPLAM, juntamente com a COMDATA, através de um mapa digital de Goiânia Versão 2016.

5.2 Mapa de substrato rochoso (CPRM – 1976)

A elaboração do mapa de substrato rochoso foi baseada no mapa geológico CPRM (1976) e Casseti (1979), segundo o qual a grande extensão espacial representada pelo Maciço Goiano foi direta ou indiretamente submetida a intensas perturbações no ciclo Brasileiro. Ocorrido no pré-cambriano superior (500-1.000 MA), os dobramentos Brasilides foram responsáveis não apenas pelo plissamento dos cinturões Brasileiro e Paraguai-Araguaia, como pelo rejuvenescimento do complexo cristalino (Pré-Cambriano

Indiferenciado e Grupo Araxá) e atividades intrusivas, associadas às instabilidades tectônicas da época.

5.3 Mapa de materiais inconsolidados (IPLAN-1981)

A caracterização pedológica das regiões estudadas foi feita baseada nas informações do projeto Radam – Brasil, e nos mapas da carta de risco de Goiânia. Através da análise da Carta de Risco de Goiânia em 1981 e de verificação in loco, foi

possível que se realizasse o processo de digitalização, da região em estudo, do mapa de materiais inconsolidados. Durante a realização dos estudos foram identificados cinco tipos pedológicos em toda a área de estudo, os quais são apresentados a seguir, com suas características, segundo Projeto RadamBrasil (1983) e Caseti (1979):

5.4 Mapa de Profundidade do Nível D'água Freático – Martins (2005)

O mapa de profundidade do NA, foi definido após investigação em campo. Foram realizadas 44 coletas de material onde foram verificadas, in loco, as profundidades do NA em cada ponto de coleta, bem como recolhida a informação em UTM, georeferenciada através de GPS. Assim foi montado um mapa preliminar de profundidade do NA, adotando-se os seguintes intervalos de classes: <2m; 2 a 5m; 5 a 10m e >10m. Este documento contribuiu de forma significativa para os projetos de planejamento urbano/regional, obras rodoviárias, etc., pois, após uma correlação entre o documento e o tipo de obra, pode-se verificar a melhor viabilidade.

5.5 Carta de Declividades – Martins (2005)

Para a elaboração da carta de declividade foram utilizadas as folhas topográficas na escala 1:10.000 e 1:40.000 com equidistância entre as curvas de nível de 5 e 10 metros. Este documento foi confeccionado a partir do mapa digital de Goiânia, complementado com o acréscimo da digitalização de curvas de níveis, retirado das folhas topográficas mencionadas anteriormente.

Para a área de estudo foram definidas seis classes de declividade: <2%; 2% a 5%; 5% a 8% 8% a 12%, 12% a 20% e > 20. Esta subdivisão permitiu um maior grau de detalhamento da área quanta a variação das inclinações.

Como resultado, pôde-se observar o predomínio das classes <2%, compreendendo 37.8% da área, principalmente na região norte da região em estudo, e de 2 a 5%, cerca de 32.8% da área, distribuídas em várias partes da região estudada.

Este documento contribui, de forma significativa, para a concepção de projetos de planejamento urbano/regional e uso do terreno, pois existem legislações específicas que proíbem determinados usos da terra frente a determinadas classes de declividade.

5.6 Carta de unidades geotécnicas – Martins (2005)

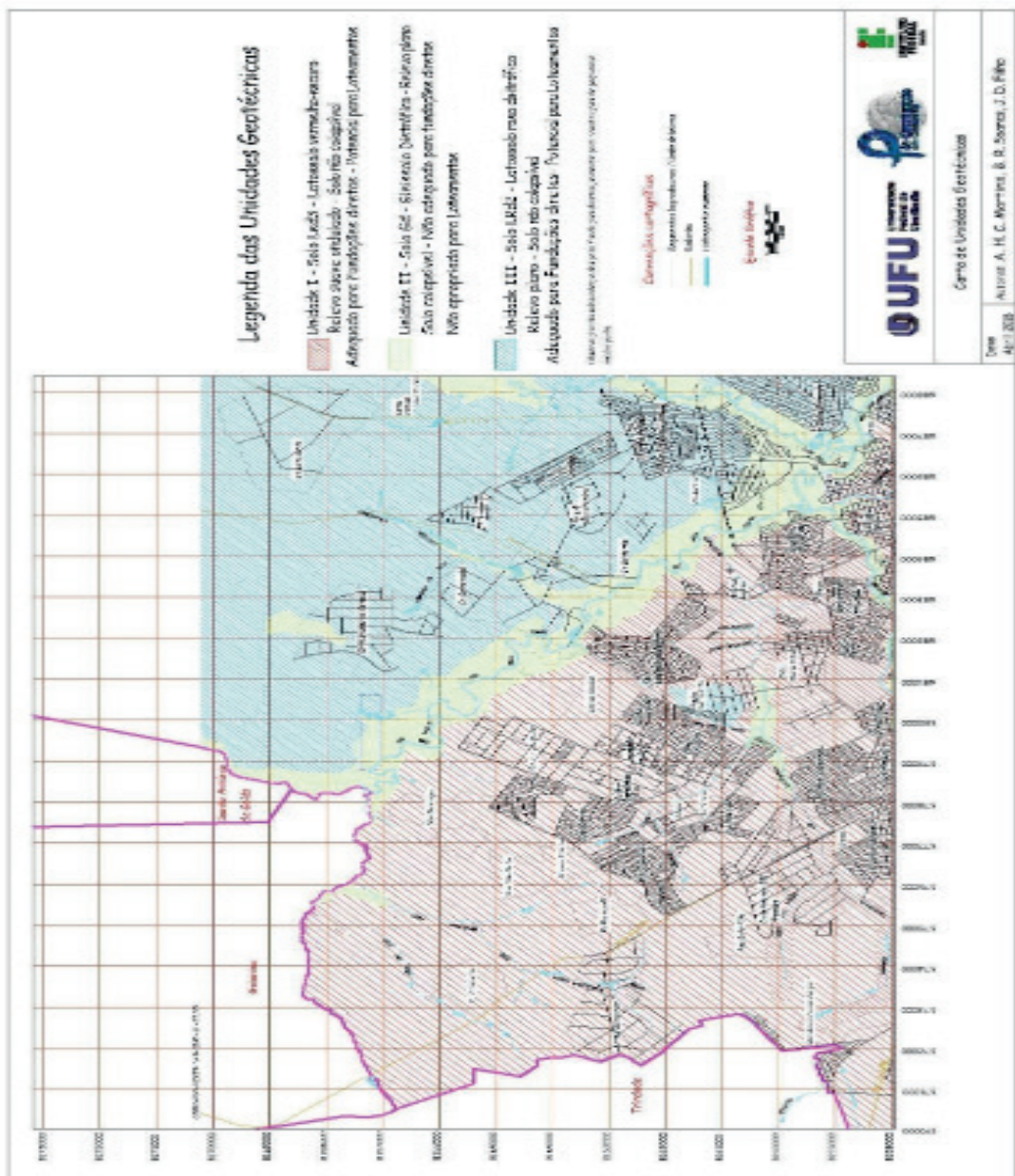
Para a definição das unidades geotécnicas foram analisadas condições litológicas, texturas dos materiais, granulometria, bem como todas informações adquiridas no processo de geração dos documentos cartográficos (atributos). Segundo Zuquette (1987), este documento tem por finalidade orientar, principalmente o planejador, em relação as diversas formas de ocupação do meio físico pois determina características que devem ser consideradas em cada forma de ocupação segundo atributos naturais em cada unidade, a saber:

I. Unidade I - Solo Led - Latossolo Vermelho-Escuro: Esta unidade é encontrada na maior parte na região oeste, com algumas áreas no noroeste e próximo da região central em estudo. Esta possui uma área aproximada de 102,65 Km² apresentando um relevo plano em sua grande parte. Solo com origem granulítica, pertencente ao grupo Anápolis/Itaçu, encontrando materiais originados dos dois grupos definidos dentro do mapa substrato rochoso. A declividade do terreno está entre 0 a 2% e 2 a 5%, apresentando, às vezes, terrenos suavemente ondulados. A profundidade do NA prevalece no intervalo de 5 a 10 m, com uma área de abrangência maior. Porém ocorrem todos intervalos de profundidade do NA nesta unidade, onde também sobressai a profundidade >10m. Ou seja, tende a ser mais profundo. De origem laterítica, tendo classificação Argilosa Laterítica (LG'), segundo a metodologia MCT. Solo residual não colapsível para a pressão 40 KPa, de acordo com os ensaios realizados. Sendo pertencente ao grupo A-7-5 pela classificação HRB, tendo IP em torno de 13 e ISC variando de 11 a 15 %. A textura do material encontrado é de uma cor avermelhada escura, onde se tem profundidades acima de 5m, sendo em geral uma argila arenosa, com fragmentos de quartzo de veio com diâmetro de meia polegada com bastantes micáceo.

II. Unidade II - Solo Gd - Gleissolo Distrófico: Esta unidade é encontrada com maior abrangência ao longo do Rio Meia Ponte, numa faixa de 1,7 Km de largura em média, correspondendo a um solo com origem de depósitos aluvionares. Em geral possui um relevo plano, e com uma área aproximada de 28,34 Km². A declividade do terreno está entre os intervalos 0 a 2% e 2 a 5%, prevalecendo numa área maior a declividade <2%. A profundidade do NA prevalece o intervalo de <2m de profundidade (Região Sudeste da Área em Estudo), com uma área de abrangência maior. Porém encontra-se ainda os intervalos de 2 a 5m e 5 a 10m de profundidade do NA. De origem laterítica, tendo classificação Argilosa Laterítica (LG'), segundo a metodologia MCT. Solo coluvial colapsível, de acordo com os ensaios realizados. Sendo pertencente ao grupo A-7-6 pela classificação HRB, tendo IP em torno de 13 e ISC próximo de 11%. A textura do material encontrado é de uma cor vermelha clara, mole, onde tem-se profundidades acima de 5m, sendo em geral uma argila arenosa, micácea, com pedregulhos.

III. Unidade III - Solo LRd - Latossolo Roxo Distrófico – Esta unidade é encontrada na maior parte na região oeste, com algumas áreas na região NE e central da região em estudo. Tem grande parte um relevo plano, e com uma área aproximada de 57,73 Km². Solo com origem granulítica, pertencente ao grupo Anápolis/Itaçu, encontrando material originados dos dois grupos definidos dentro do mapa substrato rochoso. A declividade do terreno em sua

grande parte está entre os intervalos 0 a 2% e 2 a 5%, alternando às vezes em terrenos suavemente ondulados e planos. A profundidade do NA prevalece o intervalo de >10m de profundidade, com uma área de abrangência maior. Porém encontra-se todos intervalos de profundidade do NA, nesta unidade, onde também sobressai a profundidade de 5 a 10m. De origem laterítica, tendo classificação Argilosa Laterítica (LG'), segundo a metodologia MCT. Solo residual não colapsível, de acordo com os ensaios realizados. Sendo pertencente ao grupo A-7-6 pela classificação HRB, tendo IP em torno de 14 e ISC em torno de 12%. A textura do material encontrado é de uma cor cinza clara, onde se tem profundidades acima de 5m, sendo em geral uma argila arenosa, com fragmentos de quartzo de veio (\emptyset até $\frac{1}{2}$ "") com bastantes micáceo.



6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia de Zuquette (1987), vem demonstrar características importantes, na compreensão do meio físico para um planejamento regional. Neste estudo, o meio físico girou em torno de uma região sacrificada pela má distribuição de renda do país e com grandes diferenças sociais sendo estas ilustradas, principalmente especificidades das construções encontradas em sua maioria. A definição das unidades vem alertar que, para determinadas áreas, é de suma importância ter-se os devidos especificidades encontrados em cada unidade.

Ao determinar-se que a região estudada será um novo limite urbano, este documento pode vir a ser um alerta para as autoridades responsáveis pelas alterações do meio físico em determinadas condições. Esta avaliação, apesar de não substituir a investigação local, serve de suporte para analisar futuros projetos e possíveis alterações no espaço como, por exemplo: aterros sanitários, loteamentos, obras viárias, etc.

No caso das análises, considerando-se o planejamento urbano, podemos verificar que as áreas correspondentes as Unidades Geotécnicas I e III, são susceptíveis ao processo de instalação de novos loteamentos, ao contrário da Unidade II, que possui características físicas que podem comprometer a implantação de loteamentos tais como: colapsibilidade do solo; baixa resistência do solo e susceptibilidade a inundações.

Assim, este estudo contribui com informações importantes, que podem ser ampliadas em futuros trabalhos, principalmente para o uso específico do solo, favorecendo um planejamento urbano de forma ordenada.

REFERÊNCIAS

Bachion, M. L. (1997). Mapeamento Geotécnico das áreas urbanas e de expansão da região sudoeste do município de Campinas-SP, escala 1:25000. (Dissertação de Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos - USP, São Carlos.

Casseti, W. (1979). Síntese Analítica Das Bases Físicas Do Estado De Goiás. Fundação Indur, Goiânia.

DNPM/CPRM. (1976) Carta Geológica de Goiânia Escala 1:100.000. Programa de Levantamentos Geológicos. Goiânia.

IPLAN / IBGE e Instituto de Geografia – UFG. (1981). A Carta de Risco do Município de Goiânia em Escala 1:40.000. Instituto de Planejamento Municipal, Goiânia.

Moysés, A. (1989) A construção de Goiânia no contexto da revolução de 30 e da luta pelo poder local. Goiânia, IPL4N-GO.

Nishiyama, L. (1998). Procedimentos de mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais do meio físico, em escala 1:100.000: aplicação no município de Uberlândia - MG. (Tese de Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, USP. São Carlos.

Nishiyama, L.; Zuquette, L. V. (2004). Procedimentos de mapeamento geotécnico para indicação de áreas adequadas para aterro sanitário: aplicação no município de Uberlândia-MG. 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental, Goiânia, 2004.

Zuquette, L. V. (1987). Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras. (Tese de Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos - USP, São Carlos, 1987.

Zuquette L.V.; Pejon O. J.; Sinelli O.; Gandolfi N. (1991). Carta de Risco da Região de Ribeirão Preto (SP) em Escala 1:50.000. Escola de Engenharia de São Carlos - USP, São Carlos.

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

Universidade Federal do Tocantins, Arquitetura e Urbanismo
Palmas – Tocantins

Milena Luiza Ribeiro

Universidade Federal do Tocantins, Arquitetura e Urbanismo
Palmas – Tocantins

Taynã Cristina Bezerra Silva

Universidade Federal do Tocantins, Arquitetura e Urbanismo
Palmas – Tocantins

paulatinamente para a pressão do mercado imobiliário sob a função social da cidade. Diante desta problemática, revela-se a insuficiência dos instrumentos urbanísticos na garantia do direito à cidade para todos.

THE RELATIONSHIP BETWEEN ZEIS DEPLOYMENT PLACES AND THE REAL ESTATE MARKET: THE CASE OF LEISURE AND CULTURE AREAS IN PALMAS-TO

1 | INTRODUÇÃO

Ao se analisar os diversos problemas encontrados nas cidades em geral, nos deparamos com inúmeras causas e consequências que determinam suas especificidades. Tratando-se de especulação imobiliária, a cidade de Palmas possui desde a sua formação uma relação enraizada com este fenômeno, uma vez que, como capital do último Estado criado, e concebida a partir de diretrizes urbanísticas que deveriam nortear todo o processo de produção, o que realmente aconteceu durante a ocupação territorial foi o descumprimento das determinações projetuais para usos do solo, e todo um jogo de interesses foram tomados pelo poder público que determinou através das legislações alteradas, meios para que a função especulativa fosse

RESUMO: O presente trabalho tem por objetivo relacionar a dinâmica entre o poder público de Palmas, capital do Tocantins, e os interesses especulativos da cidade no atendimento da sua questão habitacional. Para isso fez-se uma revisão bibliográfica, seguida por levantamento de dados históricos sobre o processo de ocupação de Palmas assim como das decisões tomadas pelo poder público em relação à sua gestão territorial e urbana. Os estudos revelaram a existência de áreas que possuíam o mesmo tipo de uso, “ALC - Área de Lazer e Cultura”, e foram posteriormente alteradas ora atendendo as necessidades das famílias de baixa renda ora as de famílias de alta renda. Deste modo, foi possível constatar que algumas ações governamentais contribuíram

favorecida.

Dentro dessa esfera, Carlos (2003), analisa a atuação do setor imobiliário considerando-o como um reproduzidor constante da cidade, que a vislumbra em uma relação custo/benefício, reduzindo-a a condição de reprodução econômica em que o valor de troca predomina sobre o valor de uso. Nesse sentido, segundo Corrêa (1995, apud XAVIER, 2007), o Estado é um agente social capaz de colocar em prática ações que organizam o espaço urbano capitalista, já que dispõe de um conjunto de instrumentos que pode empregar neste espaço.

Logo, pode-se constatar que, há a dualidade entre poder público e os interesses do capital, que geram as cidades para finalidades econômicas e ao analisar Palmas dentro dessa problemática, Xavier (2007) declara que há o papel dos instrumentos urbanísticos no agravamento do processo de segregação sócioespacial, induzidos pelos interesses do poder público e mercado imobiliário. Diante dessa problemática, o poder público da capital, em exercício no decorrer dos anos, usou de recursos legais que deveriam garantir a inclusão social para controlar o espaço urbano e fomentar interesses políticos e econômicos.

Contudo, no Plano Diretor aprovado em 2007, pode-se perceber o manuseio das ZEIS como meio para garantir a ocupação das classes de baixa renda apenas em locais onde já existem tais ocupações. Pereira (2004) justifica ao dizer que, os diferentes valores (traduzidos em preço) assumidos pelas áreas urbanas implicam em uma distribuição espacial da população de acordo com a capacidade desta em arcar com os custos de localizações específicas. Essa é a razão da existência na cidade de áreas onde predominam grupos sociais homogêneos, sob o ponto de vista da renda. As áreas mais bem localizadas, e portanto, mais caras, são ocupadas pela população de maior renda, restando à parcela de menor poder aquisitivo a ocupação das áreas de menor preço, geralmente com restrita acessibilidade a bens e serviços urbanos.

Através de uma revisão bibliográfica, baseada em literaturas atuais e especializadas obtidas por meio de consultas preliminares em subsídios teóricos sobre o tema, seguido por levantamento de dados histórico-ocupacionais assim como das decisões tomadas pelo poder público da cidade de Palmas, pretende-se caracterizar o processo de implantação e das ZEIS mais especificamente àquele proposto para a ALC NO-33 e a alteração da ALC SO-34, que permite o uso residencial ampliado através do uso da outorga onerosa, e assim, verificar se os seus usos estão sendo inibidores ou promovedores de artifícios legais para mascarar interesses políticos e econômicos favorecendo a especulação imobiliária.

2 | ESPECULAÇÃO IMOBILIÁRIA

Ao conceituar o ato de especular imóveis, Campos Filho (2001) julga ser, uma forma pela qual os proprietários de terra recebem uma renda transferida dos outros setores produtivos da economia, especialmente através de investimentos públicos na

infraestrutura e serviços urbanos. Logo, caracteriza-se pela distribuição coletiva dos custos das melhorias das localizações ao mesmo tempo em que há uma apropriação privada dos lucros provenientes dessas melhorias. Segundo Lefebvre (2000) a mobilização do espaço para permitir sua produção possui exigências severas. Ela começa, sabe-se, pelo solo, que é necessário de início arrebatá-lo à propriedade de tipo tradicional, à estabilidade, à transmissão patrimonial. Não sem dificuldades e concessões aos proprietários (as rendas fundiárias). A mobilização se estende em seguida ao espaço, subsolo e volumes acima do solo. Gottdiener (1997) define tal reação como Renda de Monopólio, um tipo de renda fundiária que extrai o lucro da terra quando a demanda por ela é estruturada devido a uma escassez produzida monopolisticamente, como no caso de localizações específicas na cidade. Nesse sentido, a posse de determinadas glebas urbanas por um ou poucos proprietários define a lógica capitalista de valorização do espaço, em função não apenas da localização, mas da limitação de oferta no mercado.

Nesse viés, na cidade de Palmas, Rodrigues (2016) declara que, os moldes estabelecidos para a construção pelos agentes do setor construtivo e imobiliário, assim como pelo Estado, reforçam a especulação do imóvel urbano, dificultando o acesso para a maioria da população e ampliando as contradições. A construção dos edifícios, nesta capital, tem representado uma forma de multiplicação da base fundiária, ou seja, de multiplicação do solo urbano, gerando solo criado, que, por sua vez, tem sido comercializado de forma a garantir a reprodução ampliada dos capitais fundiários e imobiliários. Segundo Melo Junior (2008) a criação de um mercado especulativo organizado pelo capital privado e estatal, faz com que as parcelas da cidade destinem-se conforme os interesses de produção do espaço que segue a lógica do capitalismo. Nesse sentido, segundo o mesmo autor, surge uma outra forma de valorização do solo e de hierarquização da cidade, que diz respeito não mais à sua localização, mas às benfeitorias sugeridas pelo empreendimento. Como exemplo a produção, em Palmas, de edifícios dos loteamentos à margem do Lago, que, apesar de ainda não ocupados, já apresentam toda a infraestrutura necessária para a habitação, o que amplia o seu valor e os torna inacessíveis a públicos com renda média e baixa.

3 | A QUESTÃO HABITACIONAL NO BRASIL

Segundo Fonseca e Tavares (2013), a questão fundiária no Brasil começa a ser desenhada com a Lei 601 de setembro de 1850, conhecida como Lei de Terras, pois esta além de definir o sistema fundiário no Brasil, reafirmou o poder das parcelas mais ricas da população cooperando para o início da segregação sócioespacial presente até hoje nas cidades brasileiras.

O arsenal regulatório nacional foi baseado na necessidade da instituição de regras para a organização das cidades. Desde o final do século XIX, as normas sanitárias, passando pelo século XX, com as regras de loteamento, assegurando áreas

mínimas, obrigatoriedade de doação de equipamentos públicos educacionais e praças pelos loteadores, e o código de edificações, evoluíram para o zoneamento da cidade (Spinola, 2010). A tabela 1, produzida pela autora Spinola (2008), sintetiza as iniciativas de fornecimento habitacional públicos e/ou privados e o acesso restrito da população de baixa renda durante diversos períodos.

Período	Fatos Relevantes
Até meados do século XIX	Terra concedida pela Coroa – as sesmarias – ou ocupada. Os municípios tinham o Rócio – de uso comum do povo
Setembro de 1850	Lei das terras/ terra= mercadoria Implantação da propriedade privada do solo no Brasil
Em 1876, Rio de Janeiro	Código de Posturas e Edifícios proíbe a construção de cortiços, remodelação urbanística e a política higienista
Entre 1886 e 1990	Primeiro momento crítico de falta de habitação na cidade de São Paulo. Na legislação e nos planos de saneamento básico se dá o controle sanitário e a origem da intervenção estatal na produção do espaço urbano e da habitação
Até os anos 30	Provisão habitacional para as classes populares pela iniciativa privada, através das vilas operárias de empresas e através da moradia de aluguel
Era Vargas, a partir de 1930	Crescente migração rural – urbana/ a emergência na Europa do Estado do bem-estar social
Entre 1937 e 1964	Lei do inquilinato congela alugueis em 1942; provisão habitacional para a massa operária/ políticas habitacionais públicas através dos Institutos de Aposentadoria e Pensões, e a produção de 140.000 moradias
Os anos 50 por Juscelino	Abertura ao capital internacional/ “milagre econômico”, a 8ª economia do mundo com mão-de-obra de baixo custo sub-assalariada
O período pós 64	Banco Nacional de Habitação – BNH e Sistema Financeiro de Habitação – SFH; recursos do FGTS e do SBPE, poupança voluntária – produção de 4.000.000 de habitações populares/ valorização especulativa da terra urbana, com a produção imobiliária voltada para a classe média. Condomínios/ verticalização
De 1970 a 1980	As cidades com mais de 1.000.000 de habitantes dobraram Incentivo à auto-construção/ moradia mínima para a classe trabalhadora a custo baixo da mão-de-obra

Tabela 1 Histórico esquemático de políticas e legislações urbanas no Brasil

A partir dos anos 80, como consequência das reivindicações e pressões populares pela melhoria das condições urbanísticas e regularização fundiária, um novo instrumento urbanístico começou a ser desenhado em várias regiões do país: as Zonas de Especial Interesse Social (ZEIS) ou Áreas de Especial Interesse Social (AEIS), que passaram a ser utilizadas como ferramentas de inibição e proteção contra as ações especulativas do mercado (ROLNIK, 2014).

Em 1988 a função social da propriedade é garantida por lei com a aprovação da Constituição Federal de 1988, sendo princípio dos artigos 182 e 183, que tratam sobre a política urbana.

Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

Na Lei Federal 9785/99, que altera a Lei Federal do parcelamento do solo urbano 9766/79 em seu art. 3º, acrescentando o parágrafo 6º, a ZEIS está prevista como um dos instrumentos de regularização fundiária como também entre as novas ações definidas no Estatuto das Cidades aprovado em 2001.

4 | A QUESTÃO HABITACIONAL EM PALMAS

A partir de 2001, com a aprovação do Estatuto da Cidade e subsequente processo de aprovação dos Planos Diretores, os municípios contaram com base legal mais sólida para a criação de ZEIS, tanto em áreas ocupadas por assentamentos precários quanto em vazios urbanos. Todavia, enquanto as ZEIS em áreas previamente ocupadas são de fato implementadas, as ZEIS de vazios, em grande parte dos casos, ainda aguardam regulamentação e maior investimento das Prefeituras na gestão do instrumento, com prejuízo das cidades e das famílias de menor renda (até cinco salários mínimos), que concentram 95% do déficit habitacional do país. (Guia de ZEIS de Vazios Urbanos, 2009).

O PDPP aprovado em 2007 propôs inicialmente a criação que quatro tipos de ZEIS, diferenciadas pela localização e pela situação dominial e fundiária. As ZEIS do tipo I propunham a construção de loteamentos de interesse social em glebas urbanas, públicas ou particulares, subutilizadas ou não utilizadas. As ZEIS do tipo II referiam-se a loteamentos regulares aprovados ou não, sem infraestrutura completa, passíveis de consórcio e parcerias com o poder público, visando à construção de Habitações de Interesse Social. As ZEIS do tipo III tratavam da regularização de loteamentos irregulares e as do tipo IV, de lotes multifamiliares, vazios e/ou subutilizados, com infraestrutura básica localizados em quadras dentro da Área de Ocupação Preferencial Avenida JK e da Área de Ocupação Preferencial Av. Teotônio Segurado. (Palmas, 2006)

Se por um lado, o longo processo de discussão para a produção do plano diretor vigente conseguiu pautar o processo de redemocratização com questões pertinentes à construção da função social da propriedade - onde o acesso à terra teria um papel central - por outro lado o processo neoliberal de política urbana no qual foi pautado acaba por formar um jogo político eleitoral, marcando este processo de forma ambígua e contraditória. Isto pode ser averiguado no estudo de Sousa (2014) que afirma que durante a elaboração do plano diretor, propuseram-se algumas ZEIS para áreas centrais, próximas a Avenida Teotônio Segurado, principal eixo de circulação da cidade, entretanto não tiveram a aprovação da Câmara de Vereadores de Palmas

A resistência de alguns vereadores da Câmara Municipal impediu a aprovação de outras ZEIS localizadas mais próximas da região central. Evidenciou-se a forte articulação de interesses do mercado imobiliário em favor da manutenção do status que assegura ganhos econômicos para esse segmento em desfavor de uma parcela da população bem maior, não se caracterizando um início de reversão do processo de segregação social. (Sousa, apud Amaral, 2009).

Apesar do Projeto de Lei apresentado pelo Executivo, a Câmara Municipal excluiu do seu texto uma grande parcela das áreas destinadas às ZEIS tipo 1 e na totalidade as ZEIS tipo 4. Das áreas apresentadas pelo Executivo Municipal como ZEIS tipo 1, permaneceram somente as ALCNO-33 e 43 e foi incluída a quadra ALCNO-13 (Figura 01), que são áreas de propriedade do governo estadual para as quais já havia a previsão de obras com aplicação de recursos do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) voltados para habitação de interesse social, o que tornou conveniente a aplicação do instrumento. (Coriolano, Rodrigues, Oliveira, 2013). As demais áreas foram excluídas porque passam por um intenso processo de valorização imobiliária, de modo que a pressão do setor imobiliário inviabilizou sua inserção nesse processo.

Amaral (2009) destaca que a aprovação de áreas destinadas a ZEIS no Plano Diretor de Palmas é considerada um progresso, pois apresenta a utilização de instrumentos previstos no Estatuto da Cidade. Contudo, evidencia-se a estagnação do processo de mobilização dos movimentos populares e entidades civis, e que efetivamente a aprovação dessas áreas, não se configurou como transformação da realidade habitacional, no que diz respeito ao desencorajamento da especulação imobiliária.

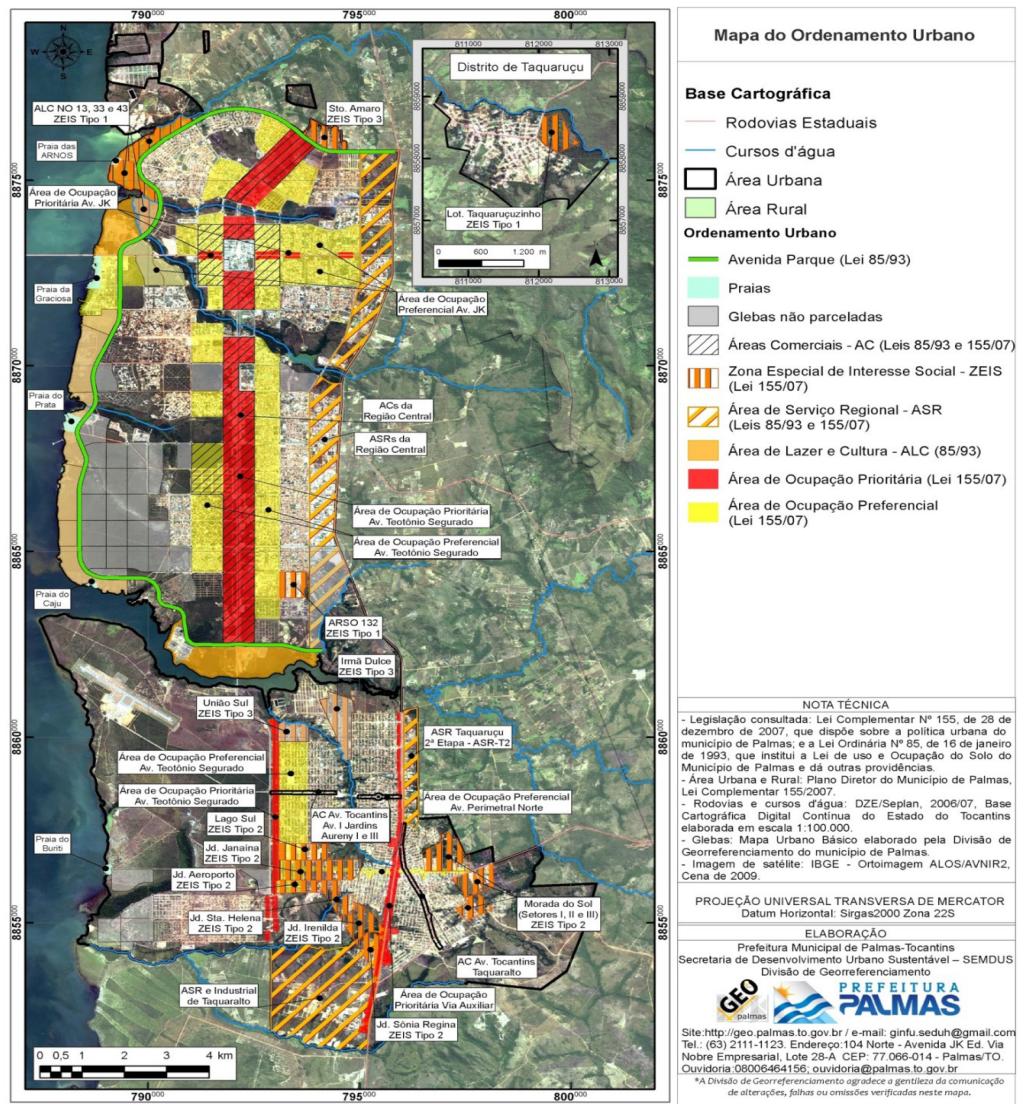


Fig. 1 Mapa do ordenamento urbano de Palmas – TO

5 | CONCEITUAÇÃO, TIPOS E FUNDAMENTOS DAS ZEIS

De acordo com o Ministério das Cidades, as ZEIS são um instrumento de política urbana e habitacional que surgiu na década de 80, buscando formas de associar ações de melhoria da infraestrutura em favelas, com a legalização das áreas, garantia da posse da terra aos moradores e inibição da especulação imobiliária. Elas se consolidaram como um tipo especial de zoneamento, cujo principal objetivo é a inclusão da população de menor renda no direito à cidade e à terra urbana servida de equipamentos e infraestrutura, tanto por meio da delimitação de áreas previamente ocupadas por assentamentos precários, quanto por meio da delimitação de vazios urbanos e de imóveis subutilizados, destinados à produção de novas moradias populares.

Ferreira e Motisuke (2007) classificam esse instrumento em três categorias, a partir do contexto urbano em que são dispostos: em áreas vazias, destinadas para a produção de Habitação de Interesse Social - Tipo 1, em áreas regulares aprovadas ou não, sem infraestrutura urbana completa - Tipo 2, e em áreas ocupadas por

assentamentos precários (loteamentos irregulares, cortiços e favelas) que demandem urbanização - Tipo 3.

Como se vê nos estudos de Sousa (2014) todas as ZEIS aprovadas no Plano Diretor vigente em Palmas, estão localizadas em áreas ocupadas por população de baixa renda sendo a maioria do Tipo 2, que trata de loteamentos regulares, sem infraestrutura completa, localizadas na região sul, em áreas periféricas. Nesse contexto destacam-se as ZEIS, localizadas na ALC NO-33 e 43 (figura 01), que foram as únicas com uma localização central aprovadas no Plano Diretor do município.

6 | O USO DO SOLO DAS ALC EM PALMAS -TO

De acordo com a Lei municipal nº 386, de 17 de fevereiro de 1993, Palmas-TO, que trata da divisão da área urbana da sede do município, parágrafo 3º, ALC significa Área de Lazer e Cultura. É a Zona de Uso caracterizada pela predominância do uso para atividades de recreação, de educação, de cultura e sendo admitido o uso de atendimento à saúde em condições especiais. Entretanto, como diversos outros fatos que não seguiram o plano urbanístico projetado, nem todas as ALCs seguem o uso do solo segundo o mesmo. Segue nos próximos incisos um breve comparativo entre as ALC-NO 33 e ALC-SO 34, que em plano possuem mesma destinação de uso, entretanto a realidade apresenta desavenças entre esse fator.

A ALC-NO 33 localiza-se na porção noroeste na capital, próxima a região conhecida como Vila União, área proveniente de ocupação ilegal por famílias de baixa renda na criação da cidade. Em 2007 houve a criação da lei que determina os locais de implantação de ZEIS, e segundo Coriolano, Rodrigues e Oliveira (2013), Das áreas apresentadas pelo Executivo Municipal como ZEIS tipo 1, permaneceram somente a ALCNO-33 e 43 e foi incluída a quadra ALCNO-13. Isso se justifica porque as demais áreas passam por um intenso processo de valorização imobiliária e as que foram mantidas eram áreas de propriedade do Estado do Tocantins, onde já havia a previsão de aplicação de recursos do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), voltados para habitação de interesse social. Portanto, a instituição de ZEIS era conveniente.

Enquanto que a ALC-SO 34, localiza-se próximo à praia da graciosa e a Avenida JK em sua porção sudoeste. Sobre isso, Coriolano, Rodrigues e Oliveira (2013) pontuam que, a Lei Complementar n. 280, de 18 de julho de 2013, alterou o art. 23 da Lei n. 155/2007, trazendo uma nova redação para o inciso V, na qual foi inclusa a quadra ALC-SO 34 (PALMAS, 2013a). Dessa forma, as quadras ALC-SO 14 e ALC-SO 34 passaram a compor a Área de Ocupação Preferencial Avenida JK. Como área de ocupação preferencial, tornou-se possível a adoção da outorga onerosa e o conseqüente aumento do potencial construtivo. Atualmente, essas quadras estão sendo ocupadas com elevados edifícios, com alto padrão construtivo, caracterizando uma área de status que tem como ‘amenidade 21 o reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães.

Coriolano, Rodrigues e Oliveira (2013) abordam ainda que, a verticalização, que cria o solo por meio dos pavimentos sobrepostos, pode servir a interesses diversos, ora atendendo a necessidade de famílias de baixa renda (ALC-NO 33), ora atendendo às escolhas auto segregativas das famílias de alta renda (ALC-SO 14 e ALC-SO34). Mas, em ambos os casos, garantindo a valorização do espaço urbano e os interesses do capital imobiliário, com aval do Estado.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após essa reflexão, fica claro que o processo de ordenamento territorial de Palmas, desde o início da sua construção, em 1989, privilegiou a reprodução do capital privado. O Estado atuou como agente especulador em vários momentos, seja a partir de atos concretos (como a doação de lotes e materiais de construção na periferia ou em quadras desarticuladas da área central em construção para muitos de seus pioneiros), seja como legislador (a partir da regulação do uso do solo).

Palmas não tem uma distribuição socialmente justa da terra e a função social da propriedade não foi cumprida na cidade, seguindo o padrão neoliberal de apropriação do solo a partir dos interesses mercadológicos. Logo, a moradia, fato gerador da realização urbana, foi submetida aos interesses privados, desde sua gênese. Vários trabalhos acadêmicos citados neste artigo demonstram que Palmas, a capital que nasceu em consequência da criação do estado do Tocantins, pela Constituição de 1988, revela-se como um espaço de segregação, onde a moradia foi historicamente utilizada para diferenciar os espaços a partir das condições econômicas dos seus usuários. A população de cerca de 280 mil habitantes que hoje se espalham na cidade e pagam o custo (financeiro e social) de ter uma infraestrutura dispersa, poderiam conviver em apenas parte da área que foi projetada originalmente e ainda haveria espaços vazios.

Como mencionado, ZEIS são locais de implantação de habitações de interesse social, ou seja, habitações destinadas a pessoas de baixo poder aquisitivo. Estas zonas buscam integrar a população mais carente à cidade, visando o fim da segregação socioespacial. Porém em Palmas, o uso do instrumento de ZEIS, como os demais instrumentos de promoção da habitação, foi submetido aos interesses do mercado imobiliário que determinou os espaços que lhe interessam como meio de reprodução de capital dentro da cidade. Dentro do que foi abordado, pode-se constatar que a dinâmica do poder público e capital incorporador determinam a valorização das áreas centrais, pouco habitadas, dotadas de todo um aparato urbanístico (equipamentos), enquanto que as áreas periféricas são carentes e menos valorizadas. Revelando o aprimoramento dos mecanismos de especulação que não retratam os princípios básicos do Estatuto da Cidade e de toda a discussão que o fez emergir como regimento máximo da produção de cidades mais justas e heterogêneas. O princípio constitucional da igualdade se perdeu, pois o jogo de interesses na cidade faz dela

um campo muito fértil para movimentações baseadas quase que exclusivamente na dinâmica econômica proposta.

O comparativo entre as ALC - NO 33 e ALC - SO 34 demonstra esse fenômeno, onde áreas que possuíam, a princípio, o mesmo tipo de uso foram manipuladas e alteradas sem a apresentação de justificativas racionais, para atender interesses políticos e econômicos que realçam a diferenciação tanto do valor da terra quanto das classes que habitam essas regiões. Seria inocente pensar que o capital privado abriria mão de seu espaço em função de uma população pobre que não pode lhe render lucro, se não a partir do auxílio do Estado quando da promoção de programas habitacionais que estimulam a periferização urbana por adotarem como máxima para sua concretização, o preço mínimo do terreno. Para se obter esse preço mínimo e garantir o lucro imobiliário, está implícita a demanda pela localização desinteressante ao mercado e a qualidade de infraestrutura inferior que faz dos loteamentos de interesse social, verdadeiras cidades incompletas, utilizando o termo sugerido por Prado (2014).

Essas áreas com pouco interesse do mercado são as que foram destinadas às ZEIS no caso de Palmas, mesmo com imensas áreas centrais vazias e servidas de infraestrutura, mas que servem a muito poucos. O que se poderia esperar era que o Estado fosse capaz de inverter essa lógica, a partir da compreensão de que o capital privado não é superior ao capital social de uma cidade, de um estado, de um país. Essa lógica pode criar na cidade criada à luz do Estatuto da Cidade, o mesmo processo perverso de expulsão dos pobres da cidade projetada para a periferia cada vez mais densa.

Lucini, Pedroso Neto apud Bazzoli (2016) apresenta o elo entre os vazios urbanos e a especulação imobiliária em Palmas. Segundo os autores, essa desocupação intencional em áreas com infraestrutura é uma consequência da busca pela valorização imobiliária. Essas áreas vazias na porção central da cidade efetivamente tiveram uma valorização monetária e locacional significativa ao longo do processo de construção e consolidação da cidade.

Como vimos, a cidade fundada a partir da Constituição de 1988 não conseguiu se estabelecer como espaço de moradia democrática, com distribuição do solo justa e espaço de bem-estar para todos os seus habitantes, mas reproduziu as práticas clientelistas comuns ao processo de urbanização brasileiro. Seu planejamento foi incapaz de impedir que os agentes imobiliários efetivassem seus interesses e muitas vezes colaboraram para a sua realização. A consequência é a inversão dos valores relacionados à moradia e dos instrumentos do Estatuto da Cidade. Diante desta problemática, entende-se a pertinência de estudos acerca do tema, que revelam a insuficiência dos instrumentos urbanísticos na garantia do direito à cidade para todos, onde podemos afirmar, assim como Lojkine (1997), que a cidade não é um fenômeno autônomo, sujeito somente às leis de desenvolvimento, mas também as leis da acumulação capitalista e à dinâmica, entre mercado e Estado. Tal fato, evidencia a importância de um planejamento participativo que dê voz à população.

REFERÊNCIAS

- Amaral, F. O. M. (2009) **Especulação Imobiliária e Segregação Social em Palmas do Tocantins: uma análise a partir dos programas habitacionais no período de 2000 a 2008**. 2009. 193f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília.
- Bazolli, J. A. (2007) **Os Efeitos dos vazios urbanos no custo de urbanização da Cidade de Palmas – TO**. 2007. 154f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas.
- Botura, A. C. L. (2017) **“Palmas, Laboratório Neoliberal: Uma leitura em construção”**. Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional. São Paulo: São Paulo, Vol. 7, nº 2, Mai 2017; p. 25-28.
- Brasil. (2009) Ministério das Cidades. **Como delimitar e regulamentar Zonas Especiais de Interesse Social: ZEIS de Vazios Urbanos**. Brasília, DF.
- Carlos, A. F. A. e Lemos, A. I. G. (2003) **Dilemas Urbanos: novas abordagens sobre a cidades**. São Paulo: contexto.
- Campos Filho, C. M. (2001) **Cidades brasileiras: seu controle ou o caos**. 4 ed. São Paulo: Studio Nobel.
- Coriolano, G. P.; Rodrigues, W.; Oliveira A. F. (2013). **Estatuto da Cidade e seus instrumentos de combate às desigualdades socioterritoriais. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**, v. 5, n. 2, p. 131-145, jul./dez.
- Fernandes, E.; Pereira, H. D. (2010) **“Legalização das favelas: qual é o problema de Belo Horizonte?”** In: IPEA. Planejamento e Políticas Públicas, n.34, pg.171-199. Brasília: IPEA.
- Ferreira, J. S. W; Motisuke, D. (2007) **A efetividade da implementação de Zonas Especiais de Interesse Social no quadro habitacional brasileiro: uma avaliação inicial**. In: Bueno, L. M. M.; Cymbalista, R. (Orgs.) Planos Diretores Municipais – novos conceitos de Planejamento Territorial. São Paulo, Annablume/Pólis/PUCCAMP.
- Fonseca, M. L., Tavares, H. C. (2013) **A questão fundiária e a política habitacional no Brasil**. In: Denaldi, R. (Org.) Planejamento habitacional: notas sobre a precariedade e terra nos planos locais de habitação. São Paulo: Annablume.
- Gouvêa, L. A. de C. (1995) **Brasília: a capital da segregação e do controle social. Uma avaliação da ação governamental na área da habitação**. São Paulo: Annablume.
- Gottdiener, M. (1997) **A produção social do espaço urbano**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Grupo quatro. (1988) **Termo de referência do plano diretor urbanístico de Palmas**. Governo do Estado do Tocantins.
- Lei nº 9785, de 29 de janeiro de 1999. Altera o Decreto nº 3365, de 21 de junho de 1941 (desapropriação por utilidade pública) e as Leis nº 6015, de 31 de dezembro de 1973 (registros públicos) e 6766, de 19 de dezembro de 1979 (parcelamento do solo urbano).
- Lefebvre, H. (2006). **A produção do espaço**. Trad. Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins (do original: La production de l'espace. 4e éd.Paris: Éditions Anthropos, 2000). Primeira versão: início - fev.
- Lojkine, J. (1997). **O Estado Capitalista e a Questão Urbana**. Tradução: Estela dos Santos Abreu.

3.ed. São Paulo: Martins Fontes.

Melo Junior, L.G. (2008). **CO YVY ORE RETAMA: DE QUEM É ESTA TERRA? Uma avaliação da segregação a partir dos programas de habitação e ordenamento territorial de Palmas.** 2008. 165f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) - Universidade de Brasília.

Oliveira, I. C. E. (2001). **Estatuto da Cidade: para compreender...** Rio de Janeiro: IBAM/DUMA.

Prado, A. (2016) **Ao fim da cidade.** Belo Horizonte: Editora UFMG.

Pereira, G. (2004) **Novas perspectivas para gestão das cidades: Estatuto da Cidade e mercado mobiliário. Desenvolvimento e Meio Ambiente.** N.9, jan/jun. Curitiba: Editora da UFPR, p.77- 92.

Rodrigues. M. P. S. (2016). **A natureza da verticalização no processo de reprodução do espaço urbano em Palmas-TO.** Porto Nacional, TO: UFT.

Rolnik, R. **Zona Especial de Interesse Social.** Disponível em <<http://novo.fpabramo.org.br/content/zona-especial-de-interesse-social>> Acesso em: 21 out. 2017.

Sousa, M. R. C. (2014). **Proposta de diretrizes para a ocupação das ZEIS localizada na quadra ALCNO-33, em Palmas-TO. 2014.** 230f. Trabalho Final de Graduação. Palmas.

Santos, M. (2005) **A Urbanização Brasileira.** 5.ed. São Paulo: Edusp.

Santos, M. R. M. (2011) “**O sistema de gestão e participação democrática nos planos diretores brasileiros**”. In: Santos Junior, O. A.; Montandon (orgs.) Os planos diretores municipais pós Estatuto da Cidade: balanço crítico e perspectivas. Rio de Janeiro: Letra Capital.

Spinola, R.M.G.; Cardoso, L. R. de A.; Abiko, A. (2008). **Os custos da infraestrutura condominial em Zonas Habitacionais de Interesse Social - ZEIS 2, no município de Santos/ Brasil,** XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, ENTAC 2008, Anais / ISBN 978-85-89478-27-4, Fortaleza-CE.

Spinola, R. M. G. (2010). **ZEIS: o interesse social das Zonas Especiais para a habitação popular, aplicadas no município de Santos / SP.** 2010. 195f. Dissertação de Mestrado em Engenharia. São Paulo.

Sposito, M. E. B. (2005) **Capitalismo e urbanização.** 15. ed. São Paulo: Contexto.

Teixeira, L. F. C. (2009) **A formação de Palmas. Dossiê cidades planejadas na Hinterlândia.** Revista UFG: Junho. Ano XI, nº 6, 2009; p. 91-99.

Xavier, F. O. R. (2007). **Palmas: Uma capital para todos?.** 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná.

REGIMES DE PROPRIEDADE FLORESTAL, FOGOS E ANTICOMUNS: O CASO PORTUGUÊS

Manuel Francisco Pacheco Coelho

SOCIUS, Instituto Superior de Economia e
Gestão/Universidade de Lisboa
Lisboa, Portugal

Regimes de propriedade

FORESTS, ANTICOMMONS AND FIRE: THE PORTUGUESE CASE

RESUMO: A insuficiente delimitação dos direitos de propriedade conduz à chamada “Tragédia dos Comuns” que se traduz na sobre-exploração dos recursos naturais. Mas a excessiva “fragmentação” dos direitos pode conduzir ao efeito contrário, sub-utilização e outras externalidades - “Anticomuns”. Será que a atual estrutura de regimes florestais em Portugal é a causa de uma emergente “Tragédia de Anticomuns” e os fogos um dos efeitos associados?

A investigação identifica as causas do fenómeno de subutilização da floresta privada na Europa. Este decorre da pequena dimensão da propriedade que impede o exercício dos direitos de uso. Trata-se de um problema de «anti-comuns espaciais». No caso Português, analisam-se as consequências, ao nível da eficiência económica, que resultam da alteração do regime de propriedade florestal. Para o período atual, pós-74, o regime de direitos pode ser classificado como de exclusão limitada e, na prática, potencia a emergência de uma “tragédia de anti comuns”.

PALAVRAS-CHAVE: Florestas, Anti-comuns,

ABSTRACT: The insufficient delimitation of property rights leads to the so-called “Tragedy of the Commons” which translates into the overexploitation of natural resources. But the excessive “fragmentation” of the rights can lead to the opposite effect, underutilization and other externalities – *The Anticommons*. Is the current structure of forest regimes in Portugal the cause of an emerging “Tragedy of the Anticommons” and the fires one of the associated effects?

The research identifies the causes of the phenomenon of underutilization of private forest in Europe. This arises from the small size of the property that prevents the exercise of rights of use. It is a problem of spatial anticommons. In the Portuguese case, the economic consequences of the alteration of the forest property regime are analyzed. For the current period, post-74, the property-rights regime can be classified as one of limited exclusion and, in practice, it facilitates the emergence of an “anticommons tragedy”.

KEYWORDS: Forests, Anti-Commons, Property-rights regimes

1 | INTRODUÇÃO

Desde os anos 50, a ideia central da Economia dos Recursos Naturais é a de que, em condições de livre acesso e concorrência, o mercado conduz a soluções de equilíbrio socialmente ineficientes. A natureza de “propriedade comum” dos recursos e a presença de externalidades no processo de produção, conduzem a soluções de sobre-utilização dos recursos, usualmente referidas como “A Tragédia dos Comuns”. Quer isto dizer que a inexistente, ou insuficiente, delimitação dos direitos de propriedade pode conduzir à sobreexploração dos recursos e até mesmo à sua extinção.

A partir dos anos 80, autores como Michelman ou Heller vieram introduzir uma nova possibilidade (“Anticomuns”) que poderia ser entendida como um “efeito espelho”: Também a situação de excessiva partição de direitos, especialmente quando os direitos de exclusão podem ter associados um efeito de veto na utilização conjunta do mesmo recurso, pode trazer problemas. Neste caso, impedindo o desenvolvimento de atividades e significando a sub-exploração de recursos.

Em termos empíricos, a investigação sobre a possível emergência de “Anticommons Tragedies” tem-se centrado na indústria farmacêutica. Anteriormente já tratámos o caso da aquicultura em Portugal (Coelho, 2015; Coelho et.al 2014, 2013) a partir de uma sugestão de Buchanan & Yoon (2000). Desta vez, o nosso olhar dirige-se para o caso das florestas. Assim, o propósito principal deste paper é usar este quadro conceptual para estudar o desenho e execução da política florestal em Portugal e introduzir a possível emergência de uma “tragédia de anti-comuns”. O paper tem a seguinte estrutura: Na primeira seção é discutida a conceptualização em torno dos Comuns e Anticomuns e sua relevância para o desenho da Política Pública. A metáfora da “Tragédia dos Comuns” é introduzida e os efeitos do livre acesso sobre a gestão ineficiente dos recursos analisados. A emergência dos “Anticomuns” e seus efeitos externos são apresentados numa lógica de “efeito de espelho”, por comparação com a “Tragédia dos Comuns”. Esta conceptualização é aproveitada, na segunda seção, para estudar a evolução dos regimes florestais em Portugal e averiguar a possibilidade de nos confrontarmos com uma “tragédia dos anticomuns”, a que poderão estar associadas externalidades (como os fogos devastadores dos anos mais recentes). A análise parte da investigação sobre as causas de subutilização da pequena floresta europeia e passa para a problemática da eficiência económica na evolução dos regimes de propriedade florestal em Portugal.

2 | QUADRO CONCEPTUAL

2.1 Sobre “Comuns”

Na literatura sobre Economia dos Recursos Naturais e Ambiente é difícil encontrar um conceito tão pouco claro como “comuns” ou “propriedade comum”. O termo é usado repetidamente para referir situações diferentes que incluem: propriedade do Estado,

“propriedade de ninguém”, propriedade detida e defendida por uma comunidade de utilizadores, qualquer stock comum (“common-pool”) utilizado por múltiplos indivíduos independentemente do tipo de direitos de propriedade envolvidos. Perpetua-se a *tradição infortunada* de falhar o reconhecimento de que é crítica a distinção entre propriedade comum (res communes) e livre acesso (res nullius) (Bromley, 1991). O problema começa há quatro décadas com o artigo de Gordon (1954), sobre pescas, onde o autor utiliza o termo “common property” para designar o livre acesso. Esta confusão permanece nos escritos de autores reconhecidos da teoria dos direitos de propriedade (Demsetz, 1967) e vê-se reforçada por Hardin (1968) na sempre citada alegoria “The Tragedy of the Commons”. A questão tem sido frequentemente levantada (Ciriacy-Wantrup, 1971; Ciriacy-Wantrup e Bishop, 1975; Bromley, 1991) sem grande impacto no seu uso. Alguns académicos, mesmo os mais meticolosos, usam os termos propriedade comum e livre acesso sem diferenciação.

A situação deriva, em larga medida, do facto de nenhum dos autores citados oferecer uma clara e coerente discussão sobre o significado de “direitos”, de “propriedade”, ou de “direitos de propriedade”, antes de apresentar os problemas derivados da “propriedade comum”. Em primeiro lugar, para corrigir a confusão, devemos reconhecer que o termo propriedade refere-se não a um objeto ou recurso natural, mas sim ao fluxo de benefícios que deriva do uso desse objeto ou recurso (Bromley, 1991). Na linguagem comum, terra e propriedade são termos que se confundem mas, na essência, a propriedade é o fluxo de benefícios que um utilizador detém atualmente e que o Estado e a sociedade concordam em proteger. Quando os economistas pensam em propriedade sentem-se inclinados a pensar num objeto e quando pensam em “propriedade comum”, aceitam a ideia da utilização conjunta desse objeto. Isto conduz à aceitação acrítica do aforismo “propriedade de todos, não é propriedade de ninguém” quando, na verdade, é apenas correto dizer que “propriedade a que todos têm acesso livre não é propriedade de ninguém” (Bromley, 1991).

Uma vez entendida a propriedade como fluxo de benefícios, é importante considerar o conceito de direitos e deveres. Assim, um direito é a capacidade, devidamente sustentada pela coletividade, de reclamar um fluxo de benefícios. Quando o coletivo protege os direitos de alguém, fá-lo impondo e fiscalizando deveres sobre outros. Simultaneamente, há que não esquecer que na essência da noção de propriedade está uma *relação social*. Para Furubotn e Pejovich (1972), os direitos de propriedade não se referem a relações entre homens e coisas mas antes aos comportamentos e relações sancionados entre os homens que resultam da existência de coisas e da posse sobre o seu uso. Logo, não há nada de inerente num recurso que determine absolutamente a natureza dos direitos de propriedade. A natureza da propriedade e a especificação dos direitos aos recursos são determinados pelos membros da sociedade e pelas regras e convenções que eles escolhem e estabelecem quanto ao uso dos recursos; não pelo recurso em si mesmo. Neste sentido, direitos não são relações entre o indivíduo e um objeto ou recurso, mas antes relações *entre os indivíduos*, com respeito ao acesso e

uso desse objeto ou recurso i.e., o seu associado fluxo de rendimentos. Os direitos só podem existir quando existe um mecanismo social que atribui deveres e obriga os indivíduos a esses deveres: O que é possuído são os direitos de usar recursos e estes direitos são sempre circunscritos pela proibição de certas ações. O que é possuído traduz-se em direitos de ação socialmente reconhecidos. (Alchian e Demsetz, 1973).

Note-se que a controvérsia em torno do uso da expressão “propriedade comum” deriva, em parte, das diferentes filosofias de base em que assentam as visões tradicional e ocidental/científica da gestão dos recursos. A visão contemporânea ocidental mais divulgada é a de que a propriedade ou é privada ou pertence ao Estado. Nesta visão, os recursos que não são suscetíveis de apropriação privada são chamados de “propriedade comum”. Tal não significa que o recurso seja de propriedade coletiva de um grupo, mas antes que não é propriedade de ninguém - é um bem livre. Numa segunda visão, mais próxima da tradição, a propriedade comum deveria ser restringida a recursos possuídos comunalmente, i.e., aqueles recursos para os quais existem acordos/regras comunais para a exclusão dos não-membros e para o uso e afetação de recursos entre os “co-proprietários”. O conceito de propriedade comum neste sentido está bem estabelecido nas instituições formais como a Common-Law Anglo-Saxónica ou a Lei Romana. Está igualmente bem estabelecido em arranjos informais baseados no costume e tradição (Ruddle e Panayotou, 1989; Acheson, 1981).

2.2 Sobre “Tragédia dos Comuns”

Esta problemática assume uma importância acrescida devido à reconhecida persistência da chamada “Tragédia dos Comuns”. Desde os trabalhos seminais de Gordon (1954) e Scott (1955), a ideia central da Economia dos Recursos Naturais é a de que em condições de livre acesso e concorrência o mercado não conduz a soluções **ótimas** na utilização dos recursos. A natureza de “propriedade comum” dos recursos (melhor dizendo, o livre acesso aos recursos) e a presença de externalidades no processo de produção implicam soluções de equilíbrio de mercado não socialmente eficientes. A tragédia reflete-se na sobre-exploração dos recursos e na sobrecapacidade dos sectores. Sublinhamos este aspeto: *a tragédia, tantas vezes referida, é o reflexo do acesso livre aos recursos.*

Neste contexto, uma solução para ultrapassar o impasse em torno do termo propriedade comum passa pela distinção entre recursos e regime. Um recurso particular pode ser utilizado segundo diferentes regimes de propriedade. Bromley (1991) sugere quatro possíveis regimes para os recursos naturais. Estes regimes são definidos pela estrutura de direitos e deveres que caracterizam os domínios individuais de escolha e incluem: Propriedade Estatal; Propriedade Privada; Propriedade Comum e Livre Acesso (“non-property”, na terminologia do autor):

- *A propriedade estatal* é um regime de propriedade em que os indivíduos têm deveres a observar quanto ao uso dos recursos, face a uma agência que

detêm os direitos de determinar as regras de acesso e gestão.

- Quanto ao segundo regime, *propriedade privada*, os indivíduos têm direito de desenvolver os usos socialmente aceites e têm o dever de não os exceder para além dos limites socialmente aceitáveis.
- A *propriedade comum* é aquela em que o grupo que gere o recurso, os “proprietários”, têm o direito de excluir outros não-membros e os não-membros têm o dever de conformar-se com a exclusão; os indivíduos membros de um grupo gestor (os co-proprietários) têm igualmente direitos e deveres com respeito ao uso e conservação dos recursos.
- Já em regime de *livre acesso* nenhum grupo de utilizadores ou proprietários pode ser identificado. O fluxo de benefícios com origem no recurso está disponível para qualquer um; os indivíduos têm simultaneamente o privilégio do acesso e nenhum dever com respeito ao uso e conservação do recurso.

Reafirma-se assim a diferença entre o que se considera como um “verdadeiro” regime de propriedade comum (*res communes*) e um regime de livre acesso (*res nullius*). Para autores como Bromley, é importante reconhecer que “common property resource” é aquele para o qual o grupo de co-proprietários é bem definido e para o qual estes terão estabelecido um regime de gestão para a determinação das taxas de uso. A propriedade comum designa um regime que, de alguma forma, nos faz lembrar a “propriedade privada de um conjunto de co-proprietários”. É certo que a autonomia de decisão é menor que no caso da propriedade privada, nomeadamente em termos de transferibilidade dos direitos mas, numa análise mais profunda, o processo de decisão interna é suficientemente diverso para justificar a manutenção do conceito autónomo de “propriedade comum”. Enquanto o livre acesso pressupõe a não existência de direitos de propriedade sobre os recursos, claramente definidos e fiscalizados, a “verdadeira” propriedade comum define-se pela impossibilidade de acesso aos não-proprietários e direitos bem definidos, com respeito pelo uso dos recursos pelo grupo dos co-proprietários. Estes recursos de propriedade comum, de que as florestas comuns do Japão (Iriachi), as pastagens comuns dos Alpes suíços, certas pescas costeiras das Américas, são exemplos, têm sido bem geridos ao longo dos séculos. Contrariamente à ideia posta a circular acerca da *tragédia dos comuns* em termos de conservação, verifica-se que estes recursos não são conduzidos a uma ineficiente utilização, exatamente pela sua condição de propriedade comum. Neste contexto, os trabalhos da Prof^a Elinor Ostrom (Ostrom, 1990) foram especialmente significativos, ao lançar a ideia de que, confrontados com problemas de gestão de recursos comuns, grupos de co-utilizadores conseguem, numa lógica cooperativa e auto-regulada, encontrar as regras de utilização eficiente dos recursos. Neste sentido, a *Tragédia dos Comuns*, tal como a descrevia Hardin no seu artigo de 1968, pode transformar-se numa espécie de *Drama dos Comuns*. Certamente poderemos enfrentar tragédias (nas situações de livre acesso) mas teremos também boas razões para rir (em situações de *co-management* de recursos naturais, utilizados numa perspetiva

comunitária).

Os economistas e outros cientistas sociais não devem, pois, usar livremente o conceito de “recursos de propriedade comum” ou “comuns” onde não existem arranjos institucionais correspondentes. Propriedade comum não é “propriedade de todos”. O conceito implica que os utilizadores potenciais que não são membros do grupo de “co-iguais-proprietários” sejam excluídos. Na ausência de um conceito relativo às regras institucionais que os indivíduos desenvolvem em relação aos recursos naturais, a economia fica sem uma forma de descrever um regime de gestão no qual um grupo de co-proprietários tenha uso exclusivo e autoridade de gestão. Dado que a propriedade é o fluxo de benefícios (produzido ou natural) e os indivíduos do grupo os seus proprietários, pode ser clarificador reconhecer que eles têm uma propriedade em comum - o termo propriedade comum pode, nestas circunstâncias fazer ainda sentido. Pode, dizer-se que não há propriamente recursos de propriedade comum - há apenas regimes de propriedade sobre certos recursos naturais em condições e tempos particulares. Ou seja, os recursos naturais podem ser geridos como propriedade comum, propriedade do Estado ou propriedade privada. Ou, e é aqui que a confusão persiste na literatura, há alguns recursos naturais sobre os quais não há direitos de propriedade reconhecidos. Estes designamo-los por recursos de livre acesso (res nullius) e é sobre eles que a atenção tem de ser redobrada – a tragédia espreita! Resumindo várias contribuições podemos diferenciar os seguintes tipos idealizados de *Regimes de Propriedade relevantes relativamente aos Recursos de Propriedade Comum*:

Livre Acesso (res nullius)	Bens livres; direitos de uso dos recursos não exclusivos e não transferíveis; direitos possuídos em comum mas livre acesso para todos (logo propriedade de ninguém)
Propriedade do Estado (res publica)	Posse, gestão e controle do Estado; recursos públicos para os quais os direitos de uso e de acesso não têm sido especificados
Propriedade Comunal (res communes)	Direitos de uso do recurso são controlados por um grupo identificável (nem privatizados, nem geridos pelo Governo); existem regras acerca de quem pode utilizar o recurso, quem está excluído e como deve ser utilizado; sistema de gestão dos recursos de base comunitária; propriedade comum

2.3 A Emergência dos “Anticomuns”

As últimas décadas do século 20 evidenciaram muitos problemas de *mis-management* dos bens comuns, associados a uma indefinição (ou insuficiente definição) dos direitos de propriedade. A “Tragédia dos Comuns” teve, assim, uma vasta expressão empírica. Entretanto, nos anos oitenta, Michelman (1982) introduziu outro problema: a fragmentação excessiva de direitos de propriedade. Um conceito novo, “anticomuns”, é desenvolvido para pôr em evidência alguns problemas que podem ser vistos como a imagem invertida da tradicional “Tragédia dos Comuns.” Estes problemas incluem a sub-utilização de recursos e podem vir de várias fontes, incluindo

a burocracia. Com este conceito novo de “anticommons”, o propósito de Michelman era explicar “*a type of property in which everyone always has rights respecting the objects in the regime, and no one, consequently, is ever privileged to use any of them except as particularly authorized by others*”. Neste sentido, os “anticomuns” podem ser entendidos através de um regime de propriedade no qual os múltiplos proprietários asseguram um conjunto de direitos efetivos de exclusão para um dado recurso escasso. Só que, neste caso, a exclusividade afeta os próprios co-utilizadores. A extensão dos direitos de exclusão é tal que cada um só pode usar o recurso comum se não houver a oposição por outro ou outros utilizadores autorizados. O problema central reside no facto da coexistência de direitos de exclusão múltiplos criar condições para um sub-ótimo no uso do recurso comum e perda de valor. Assim, podemos identificar o caso dos anticomuns como produzindo outra tragédia, algo como um efeito de espelho da “tragédia dos comuns”: quando os agentes têm o direito para excluir outros do uso de um recurso escasso e ninguém tem um privilégio efetivo para usar o recurso, estamos em presença de uma “Tragédia de Anticomuns”. Quando vários agentes tiverem de tomar decisões sobre como usar um recurso específico, de uso conjunto, e quando um deles, impondo o seu poder de veto, impedir a sua utilização, a emergência deste tipo de tragédias pode acontecer. Nesta situação, todos os agentes têm que concordar sobre a utilização que têm que dar ao recurso comum; se não, o recurso simplesmente pode não ser usado ou pode ser *under-used*. Quer isto dizer que a “Tragédia das Anti-comuns” acontece quando recursos permanecem sem utilização, até mesmo na região económica de produtividade marginal positiva. Buchanan e Yoon (2000) sugeriram uma visão particular sobre esta questão. Estes autores propõem que a construção conceptual dos Anti-comuns oferece uma ferramenta analítica por isolar uma característica central de certas estruturas institucionais “sometimes disparate”- a burocracia. Isto significa que as ineficiências introduzidas por “*overlapping and intrusive regulatory bureaucracies*” podem ser estudadas com ajuda desta conceptualização. Em termos empíricos, como dissemos, a indústria farmacêutica e a questão das patentes, têm tido a primazia em termos de temáticas utilizadas em estudos que adotam este quadro conceptual e postura metodológica. No nosso caso, as florestas assumem este lugar de primeira escolha.

3 | REGIMES FLORESTAIS E “TRAGÉDIAS DE ANTICOMUNS”

3.1 Pequena Propriedade Florestal e Anticomuns

Uma forma de introduzir estas preocupações no que à floresta diz respeito pode ser a que deriva da análise de Schleuter. Em Schleuter (2008) é apresentada uma reflexão sobre a situação existente em grande parte dos países europeus de excessiva fragmentação da propriedade florestal privada, dispersa por um elevado número de proprietários. Daqui resultam unidades de pequena dimensão, o que impede uma

exploração ótima dos recursos e se traduz num problema de subexploração. O autor não apresenta uma definição exata do conceito de floresta de pequena dimensão, por não considerar ser necessário para a análise concreta do problema; consoante a utilização concreta que se estiver a analisar, o limite pode ser estabelecido em 3, 5, ou 10 hectares, ou mais. Pelo contrário, clarifica que existe subexploração da floresta quando a extração do produto se situa muito abaixo da sua taxa de crescimento natural, pelo que os stocks crescem em permanência, sem que tal decorra de uma ação deliberada de conservação e maximização do rendimento futuro.

Neste contexto, Schleuter identifica as principais causas e consequências do fenómeno de subutilização da floresta privada de pequena dimensão na Europa que o autor enquadra no conceito de «tragédia dos anti comuns». O autor conclui que a floresta privada de pequena dimensão tem características particulares e que a causa do “under use” decorre, essencialmente, da fragmentação da dimensão da propriedade que impede o exercício dos direitos de utilização do recurso e leva à sua subutilização. Esta visão vai ao encontro da argumentação de Heller (1998) segundo a qual, como vimos, se os direitos de propriedade estiverem distribuídos por vários proprietários e se cada um detiver o direito de exclusão, a utilização do recurso só é possível se todos os proprietários chegarem a um acordo. Se os direitos estiverem dispersos por muitos proprietários surge um problema de coordenação, que dificilmente terá solução e a tendência será a sub-utilização do recurso. A emergência da «tragédia dos anti comuns» leva o autor à introdução e defesa do conceito de *boundary principle*, que se refere à possibilidade legal de impedir o fracionamento excessivo dos recursos para garantir que a fragmentação não torne impeditivo o seu uso.

No caso particular da floresta de minifúndio podem gerar-se ineficiências a vários níveis.

Ao nível económico:

- Porque a extração de madeira sem economias de escala torna incomportáveis os custos associados às tecnologias necessárias e impõe a articulação e coordenação entre vários utilizadores/proprietários;
- Porque muitos proprietários já não vivem perto das zonas rurais e florestadas; foram afetados pelo êxodo rural e atualmente já não detêm o conhecimento florestal adequado que tinham os antepassados de quem herdaram estes espaços;
- Porque os custos de transação associados às inúmeras negociações e contratualizações necessárias, bem como os custos de transporte, são elevados;
- Porque a sub-otimização da produção diminui a oferta e diminui o poder negocial dos pequenos produtores;
- Porque o acesso ao mercado vai-se tornando sucessivamente mais difícil, pois as indústrias não têm interesse em fazer negócios de pequena dimensão que não assegurem um abastecimento regular;

- Porque a pequena expressão dos rendimentos obtidos da floresta no rendimento global dos seus proprietários leva à falta de interesse na sua exploração;
- Porque a interconexão de parcelas diminutas faz com que as opções silvícolas de uns proprietários gerem externalidade nos outros, o que condiciona a utilização e desincentiva o uso;
- Porque, em termos gerais, a competição no mercado da madeira é forte e apenas é possível vender madeira com lucros razoáveis se os produtores forem especialmente “eficientes” ao nível da produção (até porque que são confrontados, usualmente, com elevados custos de mão-de obra).

Ao nível ecológico:

- Porque os vários outros usos possíveis da floresta, associados a externalidades positivas, como produção de energia, preservação de habitats, luta contra erosão dos solos, etc., ficam condicionados pelo uso heterogéneo de cada uma das pequenas áreas, o que pode destruir qualquer valor potencial;
- Porque os usos decorrentes das opções individuais de cada proprietário podem ser incompatíveis entre si, como, por exemplo, a caça e a regeneração natural da floresta;
- Porque o não controlo de pragas por um proprietário pode tornar-se num problema ambiental generalizado.

Ao nível social:

- Porque a implementação de ações recreativas, culturais ou educativas torna-se mais complicada, se não mesmo impossível, pois carece do acordo de todos os proprietários.

A resultante subutilização desta floresta de pequena dimensão não encontra, obviamente, explicação na teoria económica neoclássica, segundo a qual o funcionamento do mercado concorrencial e o estabelecimento do regime de propriedade privada permitem maximizar a eficiência. A situação também não é explicada pela ausência de definição de direitos ou pelo livre acesso aos recursos que determina a «tragédia dos comuns» e a sobreutilização dos recursos e sobrecapacidade do sector. Neste caso, os direitos estão estabelecidos de forma coerente com a teoria, i.e., direitos privados para bens privados e regulamentação pública para defender interesses públicos (Schleuter, 2008; Malta, 2018). A explicação terá assim, na sua raiz, uma análise que deriva da proposta de Heller. Introduzindo aqui uma perspetiva particular, Schleuter considera que o produto gerado pela floresta é uma combinação de bens privados (por exemplo, madeira, resina) e de bens públicos (por exemplo, habitats naturais, espaços recreativos). Do ponto de vista da sociedade, a eficiência

pode ser obtida se os diferentes produtos forem regulados por direitos diferenciados. Não constitui um problema a existência de vários direitos de propriedade sobre um mesmo recurso, desde que adequadamente regulados. Pode mesmo defender-se que a existência de diferentes regimes de direitos de propriedade que atuem sobre o espaço florestal, contribui para garantir a sua sustentabilidade. O problema traduz-se no facto de cada proprietário receber um conjunto de direitos em espaços tão reduzidos que não permitem o seu uso eficiente, uma vez que o direito de uso só pode ser verdadeiramente exercido se houver acordo na estratégia de utilização da floresta entre todos os proprietários, para que se gerem economias de escala e a exploração se torne sustentável. Entretanto, a probabilidade de se obter esse acordo é mínima, devido ao elevado número de proprietários, à sua heterogeneidade e à dispersão geográfica. Trata-se, assim, de um problema de «anti-comuns espaciais» e a solução passa, eventualmente, por uma “desfragmentação” dos direitos de propriedade e uma aproximação ao regime de “propriedade comum”- “res-communes” (Schlueter, 2008; Malta, 2018; Coelho, 2015). Esta “nova” categoria de anti-comuns expande os “anti-comuns de base legal” de Heller (1998) que resultam, por exemplo, da co-propriedade com múltiplos direitos de exclusão ou do excesso de burocracia.

Neste contexto, trata-se, igualmente, de um problema de custos assimétricos, pois a reversão do processo de fragmentação tem custos elevados. No caso das florestas, em que as taxas de retorno são baixas e os custos dos rearranjos dos direitos de propriedade excedem os benefícios, a fragmentação permanecerá irreversível. Se o custo da cooperação é elevado, o resultado será a não cooperação. Neste sentido, uma proposta de diálogo entre os proprietários, na tradição de Ostrom (Ostrom 1990, Schlager e Ostrom, 1992) poderá potenciar uma ação coletiva que estabeleça regras que evitem as tragédias dos comuns ou anticomuns. Historicamente o problema poderia ser resolvido pelo Estado, através do emparcelamento público (Malta, 2018) mas, no contexto atual de escassos recursos e de restrições orçamentais, não é possível implementar uma solução desta natureza. Do ponto de vista da teoria económica, a solução passaria por uma espécie de “sole owner” (Scott, 1955), empreendedor privado que adquirisse todos os direitos e gerisse a propriedade na perspetiva socialmente eficiente a longo prazo. Tal parece improvável face à reduzida rentabilidade das florestas, para além de que este empreendedor teria também de enfrentar os custos incomportáveis da interminável negociação. Schlueter conclui que é necessário um processo de desfragmentação dos direitos de uso que ajude a aumentar o valor de cada um dos produtos da floresta, mas não avança com possíveis soluções, referindo apenas que um eventual regime de propriedade comum, baseado em associações florestais, próximo do regime que designámos de “res communes”, possa ser uma resposta.

3.2 O Caso Português

Em Portugal, a propriedade privada e comunitária florestal (cerca de 3,135 milhões de hectares) corresponde a 97 % do total; as áreas públicas correspondem a apenas 3,0 % do total, uma das menores percentagens a nível mundial. A floresta portuguesa caracteriza-se pela reduzida dimensão média das explorações (menos de 6 hectares), inúmeros proprietários e enorme disparidade regional (maior concentração do minifúndio a norte do Tejo). Acresce a falta de cadastro e a sua desatualização. Em larga medida, os proprietários não têm ligação às explorações e/ou não dependem do rendimento por elas gerado, o que leva ao completo abandono de muitas propriedades e “condiciona negativamente a utilização dos restantes espaços” (Malta, 2018).

Em termos de regulação da atividade, segundo Malta (2018) “o uso da propriedade florestal, na vertente de produção de bens privados está submetida a um conjunto complexo de legislação, definida por várias entidades e aplicada por outras tantas, que dificulta o conhecimento por parte dos proprietários”. Para esta autora, coexistem, por vezes com aplicação no mesmo espaço, entre outros instrumentos regulatórios:

- Diversos instrumentos “de comando e controlo”, como normas legais dos programas regionais de ordenamento florestal e dos planos diretores municipais; disposições constantes do sistema nacional de defesa da floresta contra incêndios e do programa operacional de sanidade florestal;
- Medidas legais de concretização da política do ambiente na área da conservação da natureza e biodiversidade, de proteção dos recursos hídricos e de avaliação de impacto ambiental, de defesa dos solos agrícolas e dos aproveitamentos hidroagrícolas;
- Regulamentação de proteção de infraestruturas e equipamentos sociais e de salvaguarda do património cultural.

Por outro lado, a evolução do regime florestal, nomeadamente no que diz respeito, por exemplo, à institucionalização da propriedade comum em Portugal, introduz alguns aspetos interessantes que podem melhor fazer entender a eventual emergência de uma tragédia dos anticomuns em Portugal. Lopes et al (2013) analisam o quadro institucional das propriedades do domínio comum em Portugal, desde meados do século XIX até ao pós-25 de Abril de 1974 e procuram avaliar as implicações do direito de propriedade estabelecido na eficiência da exploração destes recursos. Identificam três períodos distintos, de cerca de 50 anos cada.

No período da monarquia constitucional e primeira república (1820-1926), o acesso à propriedade comum, geralmente em zonas montanhosas de menor fertilidade ao redor das localidades, era destinado à população local que podia utilizá-la livremente para pastoreio ou cultivo e que constituía um importante complemento ao seu rendimento, havendo uma concorrência elevada na sua utilização. Na grelha

de análise de Heller encontramos um regime de acesso limitado, por estar restringido à população local que, apesar da forte concorrência no uso do espaço, não conduziu à «tragédia dos comuns». Devido à organização social e à ligação da população com a terra, as formas de utilização dos solos respeitaram os ciclos naturais e não levaram à exaustão dos recursos.

No período do “Estado Novo” corporativo e da ditadura (1926-1974), o Estado atribuiu à floresta um valor de utilidade pública. Para assegurar a florestação e o desenvolvimento das indústrias relacionadas, apropriou-se da gestão das propriedades do domínio comum, integrando-as em perímetros florestais de grande dimensão. Foram criados serviços florestais e polícias florestais para gestão e controlo da floresta. Esta alteração permitiu o desenvolvimento de infraestruturas que melhoraram as condições de vida das populações, diminuindo o seu isolamento. Contudo, a emigração e o êxodo rural acentuaram o progressivo afastamento das populações relativamente a estes espaços comuns. Pode dizer-se que, em termos de regime de uso, o Estado passou a controlar todos os direitos, uma espécie de “sole owner”, e a exploração dos recursos passou a ter eficiência técnica e económica.

Para o período atual, pós-74, as alterações institucionais introduzidas pela democracia determinaram a devolução da gestão das propriedades comuns às comunidades locais. Na prática, confrontamos um processo complexo e ainda não concluído. Tal é devido às dificuldades associadas, nomeadamente da existência de inúmeros serviços públicos com direitos de regulação sobre estas áreas, de um emaranhado de legislação que restringe o uso dos recursos e pela escassez de população, acrescida da carência de conhecimentos de gestão florestal (Malta, 2018; Lopes et al, 2013)). Em termos de regime de direitos, este pode ser classificado como de exclusão limitada e, na prática, potencia a emergência de uma “tragédia de anti comuns”.

Curiosamente, num período em que a iconografia e a imagem construída no subconsciente popular identifica a evolução do regime como de “socialização”, nomeadamente em termos agrícolas e florestais, o que observamos, de forma geral, é uma clara aproximação a um regime de propriedade privada com direitos de exclusão bastante significativos. Dada a existência e prevalência do minifúndio, a fragmentação destes direitos exclusivos vem, reforçadamente, contrariar o princípio de bem público que as florestas incorporam. Isto é especialmente gravoso se não conduzir a qualquer capacidade de coordenação quando ela é profundamente necessária, nomeadamente quando, por exemplo, mais se justifica uma ação conjunta e coordenada de limpeza de matas. A fraca rendibilidade das explorações é ainda acelerada pela prevalência dos constantes fogos que, desta forma, vêm determinar o cada vez menor interesse por parte dos proprietários na reflorestação. Os fenómenos associados às alterações climáticas aprofundam a situação. A sucessiva acumulação de biomassa, pela falta de limpeza dos matos, constitui um combustível perigoso. Daí se pode perceber a dimensão dos fogos atuais. Desde os anos 80 que a dimensão dos fogos tem crescido

de forma imparável. Segundo Vieira et al (2018), desde aquela década os fogos destruíram cumulativamente quase 4,5 milhões de hectares, tendo a situação vindo a agravar-se significativamente no novo milénio: em média arderam, a partir de 2001, cerca de 152 mil hectares por ano, quando na década de oitenta ainda rondava os 84 mil hectares, e no período do Estado Novo seria inferior aos 10 mil hectares por ano.

4 | REFLEXÕES FINAIS

Até que ponto o minifúndio constitui o elemento central na explicação dos imensos fogos é ainda uma questão a investigar: é verdade que os fogos mais recentes têm tido elevada expressão nas matas públicas mas resta saber onde começam os fogos, donde vêm as ignições e o que facilita a sua expansão. Associadas à tragédia de anticomuns que parece emergir na floresta portuguesa, ditando a sua subotimização, sobrevem um largo espectro de externalidades negativas. Os fogos podem ser uma das suas expressões correntes.

Em todo o caso, e independentemente da validação factual destas hipóteses, um aspeto se realça nesta abordagem: o papel pedagógico desta conceptualização que obriga a olhar a problemática dos fogos pela perspetiva dos direitos de propriedade e a necessidade de voltar a encarar o carácter de bem público na legislação. Sem pôr em causa a propriedade privada, há seguramente que tornar menos exclusivos os “bundle of rights” incluídos na atual definição de propriedade florestal privada e comunitária, permitindo que alguma regulação por parte da administração pública possa impor regras de proteção do carácter comum dos recursos e do seu uso. A propósito, Lopes et. al (2013) concluem que, no pós 25 Abril, as “boundary –rules” enunciadas não evitaram o aumento da fragmentação dos direitos de propriedade do domínio comum e que a definição de direitos não segue um processo contínuo no tempo, sendo possível a sua reversibilidade, pelo que o estabelecimento de direitos de propriedade é mais do que uma questão legal, é um complexo processo social, evolutivo. A solução possível aponta, pois, para um reforço da capacidade de governança do Estado para evitar uma “gridlock economy” (economia “manietada”) na feliz expressão de Heller (2010).

REFERÊNCIAS

Acheson, J. (1981), “Anthropology of Fishing”, **Annual Review of Anthropology**, Vol. 10, pp 275-316

Alchian, A. e Demsetz, H. (1973), “The Property Rights Paradigm”, **Journal of Economic History**, Vol. 33, Nº 1, pp 16-27

Bromley D. (1991), “Testing for Common Versus Private Property: Comment”, **Journal of Environmental Economics and Management**; 21(1): 92-96

Buchanan J, Yoon Y. (2000), “Symmetric Tragedies: Commons and Anticommons”, **Journal of Law and Economics**; 43(1): 1-13

- Ciriacy-Wantrup, S. e Bishop, R. (1975), “Common Property as a concept in natural resources policy”, **Natural Resources Journal**, Nº 15, pp 713-27
- Ciriacy-Wantrup, S. (1971), “The Economics of Environmental Policy”, **Land Economics**, Vol 47, pp 36-45
- Coelho, M. (2015), “Comuns, Anticomuns e Tragédias; Uma Aplicação ao caso da Aquacultura em Portugal”, in Carvalho Ferreira, J. (Org.), **Perspetivas de Desenvolvimento Sustentável**, Clássica Editora, Lisboa, Chp. 2, pp. 53-72
- Coelho, M., Filipe, J. & Ferreira, M. (2014), “Sobre la Emergencia de Tragedias de Anticomunes. Acuicultura en Portugal: El Caso Acuinova”, **Revista Galega de Economía**, Vol. 23, Núm. extraordinario (septiembre), pp.75-88
- Coelho M., Filipe J., Ferreira M. (2013), “Aquaculture Development: Anticommons Tragedies and PIN Procedures”, **Actas do 19º Congresso da APDR**, Associação Portuguesa de Desenvolvimento Regional, Univ. do Minho
- Demsetz H. (1967), “Toward a Theory of Property Rights”, **American Economic Review**; 57: 347-359
- Furubotn E, Pejovich S. /1972), “Property Rights and Economic Theory: A Survey of Recent Literature”, **Journal of Economic Literature**, 10 (4): 1137-1162
- Gordon H. (1954), “The Economic Theory of a Common Property Resource: The Fishery”, **Journal of Political Economy**; 62: 124-142.
- Hardin G.(1968), “The Tragedy of the Commons”,**Science**; 162:1243-1247
- Heller M. (1998), “The tragedy of the anticommons: property in the transition from Marx to markets”, **Harvard Law Review**; 111: 621-688
- Heller M. (2010), **The Gridlock Economy: How Too Much Ownership Wrecks Markets, Stops Innovation, and Costs Lives** (First Trade Paper Edition), Paperback, New York: Basic Books
- Lopes, L., Bento, J., Cristovão, A. & Baptista, F. (2013), Institutionalization of common land property in Portugal: Tragic trends between Commons and Anticommons”, **Land Use Policy**, 35, pp.85-94.
- Malta, C. (2018), Ensaio - A Subutilização de Recursos nas Florestas – «Tragédia dos Anti Comuns», Mestrado Economia e Políticas Públicas, ISEG/UL
- Michelman FI. (1982), “Ethics, economics and the law of property”, In J. R. Pennock and J. W. Chapman, eds. **Nomos XXIV: Ethics, Economics and the Law**. New York: New York University Press
- Ostrom E. (1990), **Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action**. New York: Cambridge University Press
- Ruddle, K. e Panayotou, T. (1989), “The Organization of Traditional Inshore Fishery Management Systems in the Pacific”, in Neher, P., Arnason, R. e Mollett, N. (eds.) (1989), **Rights Based Fishing**, Kluwer Academic Publishers
- Schlager E, Ostrom E. (1992), “Property-Rights Regimes and Natural Resources: A Conceptual Analysis”, **Land Economics**; 68(3): 249-262
- Schlueter (2008) “Small-scale European forestry, An anticommons?”, **International Journal of the Commons**, Vol. 2, (2): 248-268.

Scott, A. (1955), "The Fishery: The Objectives of Sole Ownership", **Journal of Political Economy**, Vol. 63, pp 116-124

Vieira, P., Silva, F., Frére, L., Lúcio, G., & Mendonça, S. (2018), Comuns, Anticomuns e Bens Públicos, Relatório de Progresso, Seminário da Licenciatura em Economia, ISEG/UL

MOBILITY MEASURED BY THE URBAN FORM PERFORMANCE OF THE CITY

Peterson Dayan

*University of Brasilia, Department of Architecture
and Urbanism
Brasilia - DF, Brazil*

Rômulo José da Costa Ribeiro

*University of Brasilia, Department of Architecture
and Urbanism
Brasilia - DF, Brazil*

ABSTRACT: This work investigates how urban mobility can be impacted by the urban form of the city. For this, it is necessary to analyze the evolution of the urbanization process. For that, the city of Brasilia - Brazil was used as a case study for the methodological application. The purpose of this method is to determine if the procedures adopted provide an accurate assessment and allows the identification of variables that have statistical correlation. The theoretical concepts are fundamental for the analysis of the data in an Integrated Urban Model. This allows you to obtain thematic maps as a result of the intersection of the city's spatial information. The variables identified in this study make a statistical correlation of the spatial configuration with the urban mobility system. Thus, it is possible to measure the performance of the urban form, for the promotion of mobility in a city transit system. This complex system can be visualized by Space Syntax, and can be

easily replicated with the combination of other variables in several cities of the world.

KEYWORDS: Urban Form, Space Syntax, Walkable City, Transit System, Spatial Configuration.

MOBILIDADE MEDIDA PELO DESEMPENHO DA FORMA URBANA DA CIDADE

RESUMO: Este trabalho investiga como a mobilidade urbana pode ser impactada pela forma urbana da cidade. Para isso, é necessário analisar a evolução do processo de urbanização. Para tanto, a cidade de Brasília – Brasil, foi utilizada como estudo de caso para a aplicação metodológica. O objetivo deste método é determinar se os procedimentos adotados fornecem uma avaliação precisa e se ele permite a identificação de variáveis que possuem correlação estatística. Os conceitos teóricos são fundamentais para a análise dos dados em um Modelo Urbano Integrado. Isso permite obter mapas temáticos como resultado da interseção das informações espaciais da cidade. Neste estudo as variáveis identificadas da configuração espacial são correlacionadas estatisticamente com o sistema de mobilidade urbana. Assim, é possível medir o desempenho da forma urbana, para a promoção da mobilidade em um sistema de transporte público. Esse sistema complexo pode ser visualizado pela

Sintaxe Espacial e pode ser facilmente replicado com a combinação de outras variáveis em várias cidades do mundo.

PALAVRAS-CHAVE: Forma Urbana, Sintaxe Espacial, Cidade Caminhável, Transporte Público, Configuração Espacial.

1 | INTRODUCTION

Urban mobility is one of the greatest problems in contemporary cities, as seen in Vasconcellos (2014), and which is worsening in Brazil due to the lack of adequate planning and projects to follow the evolution of the urbanization process, as emphasized by Holanda (2002). Although the literature describes several theories, methodologies and techniques to point out the problems of large cities, the empirical repertoire to measure the performance of mobility is still a complex subject and difficult to understand, especially when we take into account the welfare and quality of population life.

The purpose of this research was to analyze the relationship between the configuration of urban space and the main variables that affect the performance of urban mobility, such as density, compactness, integration and connectivity, using the city of Brasilia - Brazil, as a case study. The objective of this study was to identify if the urban configuration is a determining factor for the use of the automobile, the bicycle, for the promotion of the road, or for the use of public transport. In order to do so, it was tried to verify if the method adopted here, statistically, provides results that approximate or not the real values obtained in-loco, and the complex models of Transport Engineering.

Space Syntax was used as a methodology of Hillier and Hanson's (1984) in the social logic of space theory to analyze the effects of spatial configuration on urban mobility, according to Dayan (2018), with data, indicators and indexes being collected in the main research bodies in a single Integrated Urban Model. Thus, the construction of thematic maps through multicriteria analysis was performed with QGIS software, and significant variables were selected through statistical correlations, according to Casella and Berger (2002).

As a result of this configurational evaluation of the space, it was possible to establish objective criteria to evaluate the existing conditions in an automatic and simplified way (DAYAN, 2018). As a result, it was identified, for example, that 68% of the most integrated roads in the Federal District's road system are part of the bus route of the transit system, as well as measuring the performance of bus routes, that do not offer accessibility to 17% of the urban population of the Brazilian capital. It was also identified that urban density is directly linked to spatial configuration and urban mobility, where constructive choices and land uses define the distances of transit stops, allowing or not the people's walkability, and consequently, alternative to the car.

Thus, the spatial configuration or physical organization of the territory, supported by an integrated network of transport alternatives, transit systems, pedestrian circulation and cycling, maximizes affordability and urban mobility of the city, reducing dependence

on the car.

2 | THEORETICAL FOUNDATION

This work supposes that the quality of the mobility and the conditions existing in the big cities are related to the urban configuration, that is, they are not independent, it is a complex system that, according to urban form, mobility, can have a better or worse performance. In other words, it is assumed that the urban configuration is the determining factor for the use of the car, the use of the bicycle, the promotion of the road, or the use of public transport. Thus, spatial configuration and urban mobility were defined to establish the theoretical basis of this paper.

2.1 Spatial Configuration

The spatial configuration is studied through The Social Logic of Space Theory or simply Space Syntax, defined by Bill Hillier as an architectural theory of the city. Space Syntax is a theoretical model of human space: how it is structured, how it works, how it is understood and how it is part of what we call society, commonly considered as a set of techniques to analyze the architectural and urban space to predict functional results (HOLANDA, 2002).

Space Syntax is a science-based approach that investigates relationships between spatial configuration and a series of social, economic, and environmental phenomena with a focus on people. These phenomena include patterns of movement, awareness and interaction; density, land use and land value; urban growth and social differentiation; distribution of security and crime.

The spatial configuration, in turn, is understood here by the formal, geometrical aspects and their hierarchical relations, that is, how urban spaces articulate each other. This definition is important to understand the fundamentals of this study, which makes a reading of the city under topological bias, as a complex set of relations between formal and spatial elements (HOLANDA, 2012). Topological bias refers to the relationship of the elements that constitute the city with the way of articulation between them, that is, it is a reading of the urban relations of interdependence between the parties.

The shape of the city, investigated through syntactic analysis of space, is an approach to spatial configuration, which was presented in the 1970s by Prof Bill Hillier, Prof Julienne Hanson and colleagues at The Bartlett School of Architecture, University College London. Today, Space Syntax is used and developed in hundreds of universities and educational institutions as well as professional practices around the world. Based on quantitative analysis and geospatial computer technology, Space Syntax provides a set of theories and methods for the analysis of spatial configurations of all types and at all scales (AL_SAYED et al., 2014).

To evaluate the effects of urban design, Hillier and Hanson's Space Syntax (HILLIER; HANSON, 1984), relates the configurational syntactic properties and enables

attributes of the morphological configuration to be mathematically measured and graphically visualized by means of axial maps and tables, thus revealing morphological logic of the urban fabric and the conformation of the city (MEDEIROS, 2013).

The word *morphology* is derived from the Greek *morpho*, which means “study of form,” and from the German *morphologie*, originated by Goethe in 1822, which adds the meanings of the meanings of position and pattern, associating etymologically with the word *configuration*, understood as arrangement, organization, ordering, composition, structure, adjustment, position, articulation or allocation of things in a particular order.

Research using the spatial configuration approach showed how patterns of movement are powerfully shaped by urban design (PEREIRA et al., 2011), how patterns of safety and insecurity are affected by form, and how this relationship shapes the evolution of centres and centralities (COELHO, 2017), making cities capable of living. There are other studies (VILLAÇA, 2012) that reveal how spatial segregation and social inequality are related in cities. Scoppa and Peponis (2015), defend the thesis that recent commercial literature has shown that commercial uses are subject to the attraction of the network of distributed routes and according to the syntax of network connectivity.

Since then, a variety of research areas and practical applications have grown around the world, including archeology, criminology, information technology, urban and human geography, anthropology, and cognitive sciences. For Medeiros (2013), topological and geometric approaches are the key to understanding the diversity that characterizes the built urban space.

In order to understand the complex relationships within the urban space, the processes of attraction and dispersion that shape and differentiate its territory, it is necessary to investigate the relations between its parts, how they are organized, how they are structured, and the principles that govern this organization. For this reason, it is necessary to understand the isolated parts, which are continually renewed, in order to understand the whole as a whole, in its various scales: national, regional and local, since total space is indivisible (SANTOS, 2014).

2.2 Urban mobility

The concept of urban mobility is associated with the desire to reach a destination and the individual’s ability to move. Brazilian Law No. 12,587 / 2012, which instituted the National Urban Mobility Policy, defines urban mobility as the condition in which people and loads are displaced in urban space. The purpose of this federal law is to contribute to universal access to the city, foster and concretize the conditions that contribute to the implementation of the principles, objectives and guidelines of urban development policy, through the planning and democratic management of the National System of Urban mobility.

Here we do not intend to explore the vehicular movement as object of study of Transport Engineering. But to understand the possibilities of movement of people

in the urban space, in the different modes of transport, according to the established spatial configuration. The aim is to understand the affordability relationships of transit with walking mobility, and equity in citizens' access, based on bus routes and the geo-referenced position of existing stops. In addition, it seeks to identify the more or less integrated and connected ways that promote efficiency, effectiveness and usefulness in the movement of people in urban areas.

In this way, the concept of urban mobility discussed here, is embedded in the fundamentals not contained in art. 5º of the Law, which is related to the urban morphology and its topological issues, in the offer of universal accessibility; sustainable development of cities, socioeconomic and environmental configurations; equity in citizens' access to collective public transport; in the fair distribution of the benefits and rights of use of the different modes and services; equity in the use of the public space of circulation, roads and streets; The efficiency, effectiveness and usefulness of urban traffic.

For Jones (2017), one of the main drivers of the pedestrian movement around cities is the structure and connectivity of the streets. These are the spaces that people occupy and move, and where we come into contact with each other. This form of contact is essential for social interaction and for economic transactions. The configuration of space, the result of the urban and architectural project, is therefore very important for the relationship between people, companies and communities.

The Space Syntax allows to perform the modeling of the road system in the context of this toolkit, and is used to analyze the connections of streets and probable patterns of movements of vehicles and pedestrians (BARROS, 2014). In this way, it can also be used to predict the impact, on flows, of changes in a project. Thus, the evaluation of space syntax leads to a new understanding of the fundamental relationship between urban design, infrastructure, urban mobility, use of public space and long-term social outcomes.

However, the conventional models of Transport Engineering consider mainly the geometrical aspects of a system, and disregard the topological aspects, consecrated by the configurational models (BARROS, 2006). According to Barros (2006), the high cost of performing source-destination research is a crucial factor to stop using this model. Considering the above, Space Syntax does not need this data for its analysis, since it allows to obtain very relevant information, simply with a digital map. Holanda (2002), also pointed out how the theory of Space Syntax has a revealing role of socioeconomic relations in the investigation of origin and destiny, simply by the movement of individuals in the territory.

Space Syntax methods can be used to analyze the structure of the road system, showing which roads and paths are most important, both for urban mobility and for trade and social interactions. This spatial analysis method considers geometry and road connectivity as independent variables in the assessment of pedestrian and vehicle transport. And it only observes the configuration of the road system, to obtain very

significant results. Other factors, which may encourage or discourage foot or motorized displacement, are not examined, which simplifies the process.

In this way, the conditions of urban mobility are deeply linked to the structuring of the urban space in the territory. But the dynamics of urbanization are expressed by spatial decentralization and the need for people to move, which is only possible thanks to the development of transport and communications networks (VASCONCELLOS, 2014). Thus, transport networks are the result of a potential set of origins and destinations, motivated by activities developed in space, which generate spatial flows and interactions (SANTOS, 2014).

3 | METHOD, TECHNIQUES AND PROCEDURES

3.1 Integrated Urban Model

Cities are complex combinations of physical forms, infrastructure systems, interpersonal relationships, and economic activities. Physical changes in the city can have unexpected impacts on these systems and on the day-to-day running of the city. In order to anticipate the unexpected impacts of urban planning on spatial configuration and urban mobility, Space Syntax developed the methodology of gathering all information into a single model, which we call the “Integrated Urban Model” (IUM).

Academic researchers have identified links between the spatial configuration and the social, economic and environmental performance of places (HOLANDA, 2002; MEDEIROS, 2013). Thus, as the first procedure adopted was the set of data that involve an urban form, the movement of pedestrians, cyclists and vehicles, the road system, land use, as well as population data, such as socioeconomic conditions, housing and work, and income.

From the moment all the data were spatialized in a single integrated urban model, the geoprocessing procedures for the interpolation of the Space Syntax information were developed to the data of areas, population distribution, urban dispersion, and the transport to the analytical output.

Based on the spatial data statistics, the maps for visualization and presentation were generated as variables for the statistical processing of no IBM SPSS Statistics V.22 software, for a verification of the main tests, and thus, to validate or reject as hypotheses of coordination of results.

3.2 Correlations between Variables

Analyzing only the scatter plot leads to subjective conclusions. There is a need to define a measure that objectively quantifies the rate of relation between variables. Thus, a measure of the degree of linear relationship between two variables is given by Pearson’s Coefficient of Correlation (for quantitative data).

Pearson’s population correlation measures the degree of linear association

between two random variables with normal distribution. Pearson's theory assumes that if the joint distribution is bivariate normal, then the Pearson correlation coefficient corresponds to the rho Maximum Likelihood Estimator (VIEIRA; HOFFMANN, 1989). Maximum Likelihood is a statistical method for estimating parameters of a distribution that best explains the sample, maximizing the probability of obtaining the observed values. Thus, the null hypothesis H_0 assumes that there is no linear association between the variables, and when we reject H_0 , we identify that there is a linear association between them.

In cases of non-compliance with the data normality assumption, Spearman's job correlations (VIEIRA; HOFFMANN, 1989) were verified, which were applied as a Pearson correlation formula in the positions of the variables that do not normal distribution.

3.3 Statistics

All the results obtained by the variables related to the spatial configuration, geometric and topological, as well as by the variables of urban mobility, were published in the IBM SPSS Statistics V.22 Software for the purpose of processing the statistical tests, thus identifying the representative variables with statistical significance. For this, the first step was the processing of descriptive statistics, suppressing the variables that do not have significant correlations.

The descriptive statistics adopted follow the procedures of the extensive bibliography of Casella and Berger (2002), when defining the concepts and theories applied to statistical methods established in the literature. From here on, all the concepts and methods adopted in the statistical tests must be consulted in the specific literature (CASELLA; BERGER, 2002), since the focus of this paper is not the explanation of the theory of each test performed, but of its application validation and identification of significant variables.

The Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk Normality Test were applied, with the first test being corrected for the significance correlation of Lilliefors, in order to identify variables whose data are normally distributed. Using 5% as a level of significance, and null hypothesis H_0 that the data follow a normal distribution, it was possible to identify that only the variables "Income per capita" and "Unattended population" do not follow a normal distribution, since the null hypothesis H_0 , was rejected for these two variables.

4 | RESULTS AND DISCUSSION

The results obtained by the effects of population density and employment are confronted with the distance from the collective transit stations, besides the zoning, land use and the bicycle system.

The interactions between the variables indicate the effects of Space Syntax on the identification of more integrated and connected routes, which are more susceptible

to trade and which, theoretically, should have greater accessibility to public transport, greater correspondence to the bicycle system, and consequently, possess the population. Figure 1 shows the bus lines of the Federal District transit system, where there are overlapping routes when passing through the same route, and are therefore considered to be united in this model, that is, routes are not computed in duplicate when lines are superimposed.

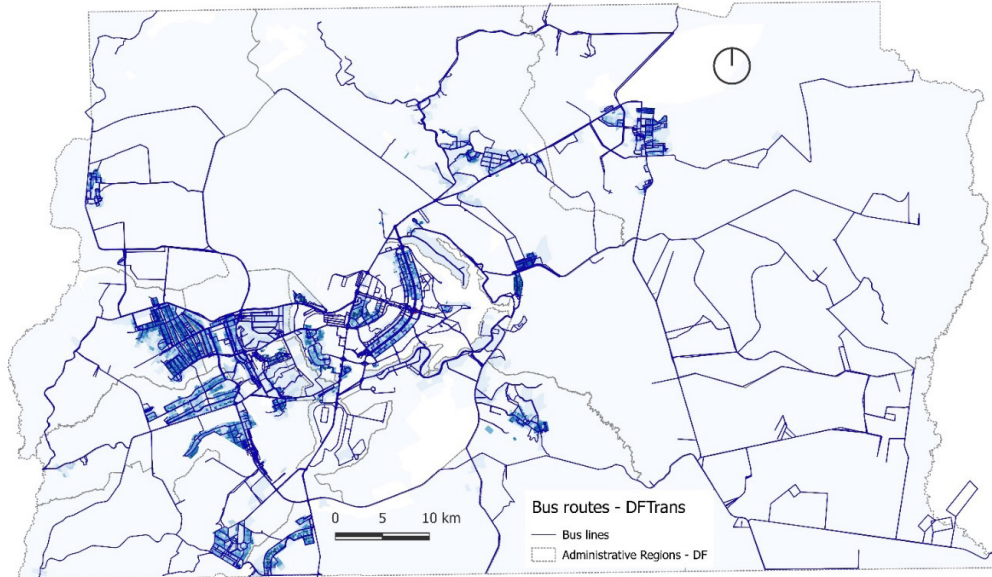


Fig.1 - Bus Routes of the public transportation system of the Federal District

Source: Prepared by the authors

Through the mapping of the bus lines, the Federal District transit system (Fig. 1), identified the areas that are not covered by this service. This result was obtained from the correlation between the coverage area of the DFTrans Company bus routes and the stopping points, with the urban area of each Brasilia sub-district.

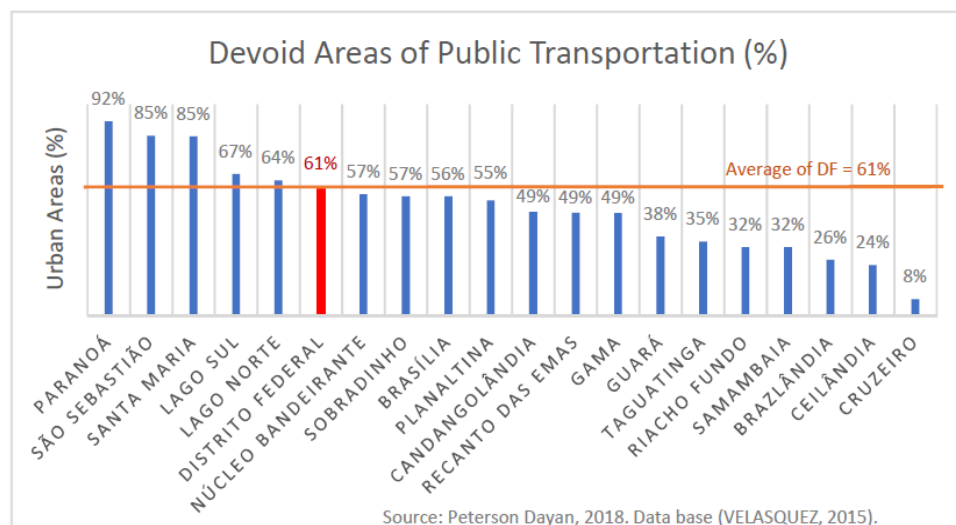


Fig.2 - Devoid Areas of Public Transportation in each sub-district of Brasilia

Source: Prepared by the authors

Figure 2 shows that, on average, 61% of the urban area of the Federal District does not have access to public transportation, a maximum radius of 400 meters, or a 5-minute walk to bus stops (DAYAN; RIBEIRO, 2018). Likewise, the population not served by the public transportation system of the Federal District was identified. This result was obtained from the correlation between the coverage area of the DFTrans Company bus routes and the stopping points, with the urban population of each sub-district of Brasilia (Fig. 2).

It was identified that, on average, 17% of the urban population of the Federal District does not have access to public transport, a maximum radius of 400 meters, or a 5-minute walk to bus stops. The most critical places, where more than 40% of the population does not have accessible public transportation, are in the Lago Norte and Sobradinho, demonstrating the inefficiency of the bus system, especially in these regions.

The reflection of this lack of accessibility to transit is directly related to the availability of commerce and services to the population. Scoppa and Peponis (2015) show that the measures that describe the syntax of the network of roads have a significant relation with the commercial facade density, based on an analysis of the spatial database of the city of Buenos Aires, which has a plan of radial street with regular blocks and a well-defined central place, identifying the impact of the attraction of the Central Business District - CBD.

As can be seen in Figure 3, this is not the reality of the Federal District, where the most integrated highways has few commercial facades of buildings, such as the following roads: *EIXO - Eixo Rodoviário de Brasília – DF 002* (Road Axis of Brasilia); *EPIA - Estrada Parque Indústria e Abastecimento – DF 003* (Road Park Industry and Supply); *EPNB - Estrada Parque Núcleo Bandeirante – DF 075* (Road Park Nucleo Bandeirante); *EPTG - Estrada Parque Taguatinga – DF 085* (Road Park Taguatinga); *EPCL - Estrada Parque Ceilândia – DF 095* (Road Park Ceilandia), on the map (Fig. 3)

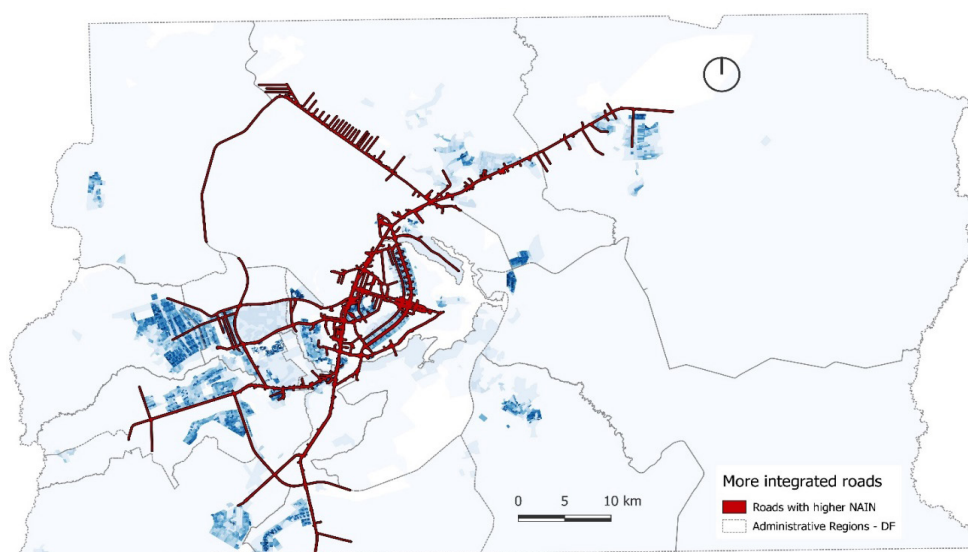


Fig.3 - Roads with Higher Normalized Angular Integration – NAIN

Source: Prepared by the authors

In segment analysis, NAIN is one of the main variables, which indicates the level of integration in the formation of centers and destinations, where these can be more easily achieved from all others in the system. They are in synthesis the structuring segments of the system.

The most integrated routes correspond to only 23% of the area occupied by the bus lines of the entire Federal District (Fig. 3). They are considered more integrated routes, those that correspond to 20% of the streets more accessible spatially (STONOR, 2015). However, 68% of these routes are part of the bus routes belonging to the DFTrans Company system. Since the sections were not counted in duplicate, that is, only the sections where the bus lines were overlapped with the most integrated roadway routes were computed.

Coelho (2017) pointed out that there is a fairly structured network at the global level (NACH), which covers practically the whole territory when the routes with NACH values 20% higher are considered (Fig. 4). When crossing these roads with the bus transportation system of the Federal District, we found a correlation of 69% of these best-choice routes, as belonging to the DFTrans bus route. And in analyzing the coverage of bus routes and the best standardized angular paths - NACH 20%, we identified that the best choices correspond to 46% of the total bus lines. This analysis was done for the Normalized Angular Choice - NACH 20% higher routes, as shown in Figure 4.

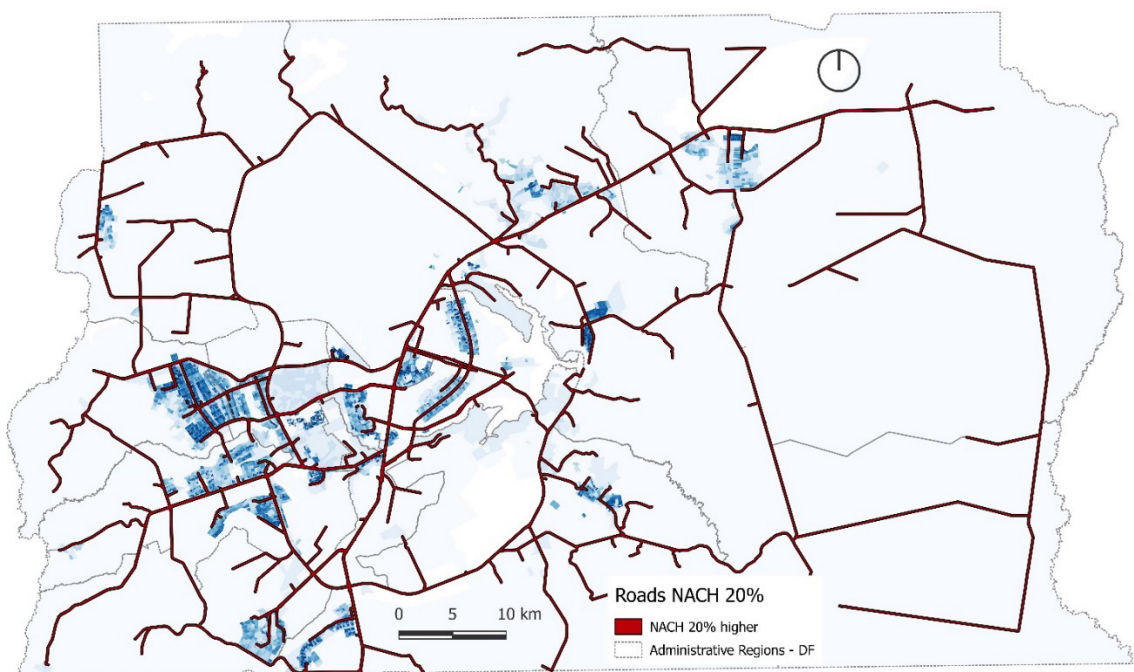


Fig.4 - Map with Normalized Angular Choices - NACH 20% higher

Source: Prepared by the authors

This variable is particularly useful for pointing out the main driving axes that cross the entire urban system as more likely routes of use. Hence the importance of crossing

the bus routes with NACH (Fig. 4). One can identify if the transit system performs well, when the lines are optimized to the best routes of the system, that is, when a compatibilization of the two variables is obtained.

When analyzing the conditions in which people move daily, one can understand the metropolitan dynamics and its impacts on the quality of the commuting movements. It can be seen, therefore, that the conditions of urban mobility existing in large metropolises play an important role in shaping the well-being and quality of urban life.

Through the correlation between the bicycle system of the Federal District and the more integrated and better-chosen routes, it was identified that only 43% of the cycle paths are inserted in the best angular standardized pathways. In other words, 57% of the bicycle lanes in the Federal District are located in areas with the worst route to access the main localities, shown in Figure 5. Included were the cycle routes that were already built and those that were in the project in 2015.

It was identified, however, that only 31% of the most integrated areas have cycle lanes, that is, the bicycle system is no longer meeting 69% of the most accessible regions. This is a cause for concern, since it demonstrates the inefficiency of the cycle system in the Federal District, even considering all the cycle routes built and those that were in the project.

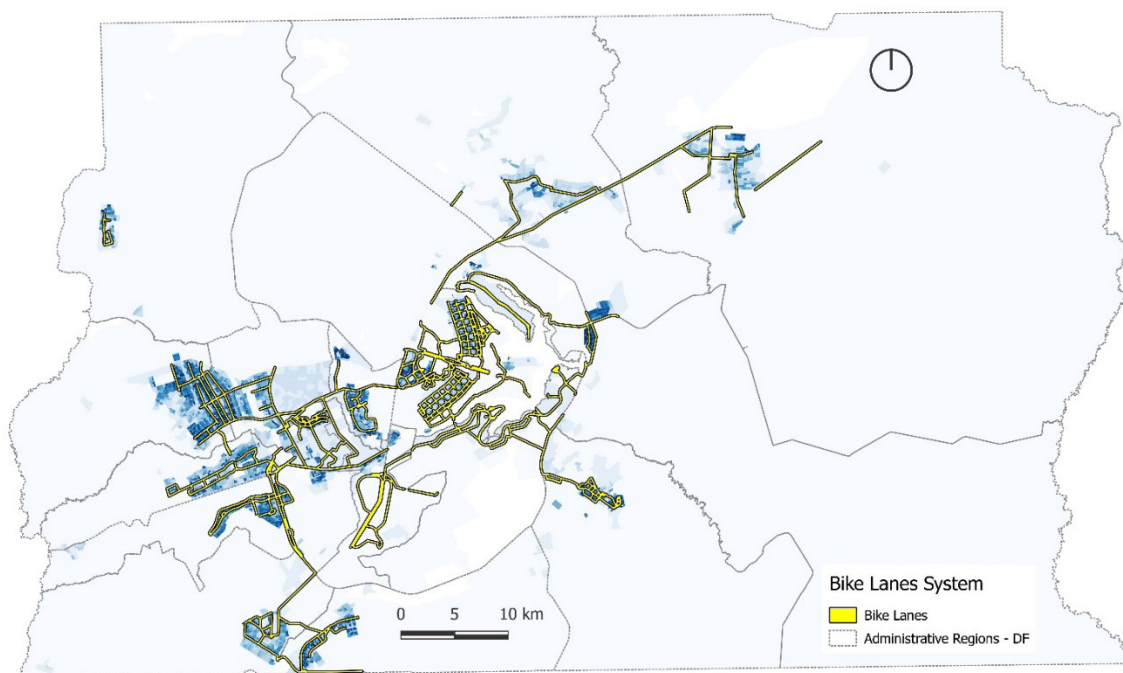


Fig.5 - Bike lanes system built and in project for the Federal District in 2015

Source: Prepared by the authors

When a more accessible route does not have bicycle lanes, we could imagine that this is because it has no attractiveness to the circulation of people, and this would not justify the construction of bicycle lanes (Fig. 5). This hypothesis is rejected because it is the most accessible routes, those that exercise the function of centralities, and consequently, has a greater concentration of people, and at the same time demand for

bike paths.

Therefore, this study shows how poor urban planning can lead to the inefficiency of a city's public transportation system. As well as done in this work, it can be measured by the Space Syntax and statistical correlations on the urban form of the streets of the city.

5 | CONCLUSION

The main result obtained with the development of this paper was the understanding of how the spatial configuration impacts urban mobility and affects the urban population of the cities, bringing information different from those usually known in Transportation Planning and Urban Planning, contributing with a pragmatic approach, and proven by statistical tests.

This study allowed to identify some urban planning guidelines that provide a better performance of the urban mobility from the spatial configuration. The first one concerns urban density, we saw that there is a more compact occupation of the ground, around 600 hab / ha, to make transit and non-motorized modes possible. Another measure, identified in the literature, is the search for the occupation of urban voids and consequent reduction of intra-urban distances, thus optimizing the displacements of public transport, through a network of more integrated and connected roads.

Identifying these variables allowed us to correlate the effects of spatial configuration on the performance of urban mobility in the Federal District, which are applicable both for urban planning and transport planning, allowing to indicate the priority measures to be implemented as public policies at different levels of government, and thus, fulfilling the objectives of this study.

Thus, urban density is directly related to the spatial configuration and urban mobility, since the constructive choices and land uses define the distances of transit stops, allowing or not the walkability of the people, and consequently, alternative to the car. In this way, the spatial configuration, or physical organization of the region, supported by an integrated network of transport alternatives, transit systems, pedestrian circulation and cycling, maximize affordability and urban mobility of the city, reducing dependence on the automobile.

It has been proven in all studies that the Federal District needs a better occupation and densification with a variation between 300 hab / ha and 600 hab / ha. Since it is unacceptable that the average density of the third largest city in urban extension of Brazil is in around 21 hab / ha, while the lowest economically feasible density is above 200 hab / ha (RODRIGUES DA SILVA, 1990). Translating, we can say that the urban sprawl and the spreading of the cities provoke the degradation of the environment, waste of resources, increase of the commuting displacements, dependence of the car and congestion, diminution of the market competitiveness and loss of the quality of life.

All Brazilian cities have urban densities far below the desirable minimum, as

shown by the study of urban areas in Brazil, carried out by Embrapa (FARIAS *et al.*, 2017). This is due to economic viability, infrastructure, housing, the road system and the transit system. It is necessary to promote compactness, complexity, efficiency and social stability through the mixing of land uses. In this way, it generates a greater balance of uses of public spaces, enhancing community life and, consequently, reduces the use of the car.

The inefficiency of transit in Brasília was evident when it failed to meet 17% of the population and absent itself from coverage of service provision in 61% of the urban area of the Federal District. It was verified the importance of density and morphological aspects in the diachronic interpretation of the city, to understand its urban dispersion process, being these the main factors that influence the urban mobility.

REFERENCES

AL_SAYED, Kinda et al. **Space Syntax Methodology**. 4th Editio ed. London: Bartlett School of Architecture, UCL, 2014.

BARROS, Ana Paula Borba Gonçalves. **Diz-me como andas que te direi onde estás: inserção do aspecto relacional na análise da mobilidade urbana para o pedestre**. 2014. 408 f. Universidade de Brasília / Universidade de Lisboa, Brasília, 2014.

_____. **Estudo exploratório da sintaxe espacial como ferramenta de alocação de tráfego**. 2006. 171 f. Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

CASELLA, George; BERGER, Roger L. **Statistical Inference**. 2nd. ed. Pacific Grove, CA, USA: Duxbury Press, 2002.

COELHO, Juliana Machado. **Na riqueza e na pobreza: o papel da configuração para o estudo de centralidades e desigualdades socioespaciais em Brasília**. 2017. 280 f. Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

DAYAN, Peterson. **Configuração Espacial e Mobilidade Urbana: um estudo de caso do Distrito Federal**. 2018. 125 f. Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/31815>>.

DAYAN, Peterson; RIBEIRO, Rômulo José da Costa. O Desempenho da Mobilidade Urbana a partir da Configuração Espacial da Cidade. 2018, Coimbra: Portugal, 2018. p. 13. Disponível em: <<https://www.dec.uc.pt/pluris2018/Paper1216.pdf>>.

FARIAS, André Rodrigo et al. **Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil**. . Campinas: Embrapa Gestão Territorial. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/163906/1/20170522-COT-4.pdf>>. , 2017

HILLIER, Bill; HANSON, Julienne. **The social logic of space**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

HOLANDA, Frederico de. **Arquitetura e Urbanidade**. 2ª ed. São Paulo: Pro Editores, 2012.

_____. **O espaço de exceção**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2002.

JONES, Peter. Street Mobility Project Toolkit: Measuring the Effects of Busy Roads on Local People. 2017, London: University College London, 2017. p. 53. Disponível em: <<http://www.ucl.ac.uk/street>>

mobility/toolkit>.

MEDEIROS, Valério. **Urbis Brasiliae: O Labirinto das Cidades Brasileiras**. Brasília: Editora UnB, 2013. Disponível em: <www.editora.unb.br>.

PEREIRA, Rafael et al. **O uso da Sintaxe Espacial na Análise do Desempenho do Transporte Urbano: Limites e Potencialidades**. Brasília: IPEA, 2011.

RODRIGUES DA SILVA, Antônio Nélon. **Densidades Urbanas Econômicas: a influência do transporte público**. 1990. 103 f. Universidade de São Paulo, São Carlos, 1990.

SANTOS, Milton. **Espaço e Método**. Coleção Mi ed. São Paulo: Edusp - Editora da Universidade de São Paulo, 2014.

SCOPPA, Martin D; PEPONIS, John. Distributed Attraction: The Effects of Street Network Connectivity upon the Distribution of Retail Frontage in the City of Buenos Aires. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, v. 42, n. 2, p. 354–378, 2015.

STONOR, Tim. **Spatial modelling for planners: data and spatial modelling technologies for better planning decisions**. **BRE Conferences: Connected cities**. London: Space Syntax, 2015. Disponível em: <<http://www.citiesconvention.com/connected/index.jsp>>.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Urban Transport Environment and Equity: The Case for Developing Countries**. London: Routledge, 2014.

VIEIRA, Sonia; HOFFMANN, Rodolfo. **Estatística Experimental**. São Paulo: Editora Atlas, 1989.

VILLAÇA, Flávio. **Reflexões sobre as cidades brasileiras**. São Paulo: Studio Nobel, 2012.

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

Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Recursos Naturais
Itajubá – MG

Naliane Roberti de Paula

Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Recursos Naturais
Itajubá – MG

RESUMO: Os sistemas de veículos conectados têm o potencial de melhorar a segurança do tráfego, reduzir congestionamentos e otimizar o desempenho de viagens, com impactos positivos para motoristas, passageiros, pedestres, infraestrutura, meio ambiente e indústria automotiva. O modelo Safety Pilot avalia a comunicação entre veículos, e entre veículos e infraestrutura, em um ambiente real em grande escala, por meio de comunicação de rádio de alta frequência e curto alcance, sistema de posicionamento global, dispositivos de transmissão de alertas aos motoristas e aplicações de segurança. Este estudo investiga dados coletados pelo modelo em um trecho de via urbana através de análise estatística, a fim de gerar informações e diagnósticos de tráfego. Foram utilizados dados referentes ao deslocamento de veículos, velocidade, data/horário e coordenadas geográficas, para determinação de tempos de percurso,

velocidades médias dos veículos, tempos de paradas, entre outros. A partir da análise foram gerados gráficos e apresentação de trajeto para uma análise espacial. O estudo demonstra a importância da aplicação do modelo em substituir contagens de tráfego para a implementação de ações de monitoramento, melhoria e controle de tráfego.

PALAVRAS-CHAVE: análise integrada, fluxos de tráfego, veículos inteligentes, Sistema de Informação Geográfica, modelo Safety Pilot, controle de tráfego.

INTEGRATED ANALYSIS OF TRAFFIC FLOWS OF INTELLIGENT VEHICLES USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM AND REAL TIME COLLECTED DATA

ABSTRACT: Connected vehicle systems have the potential to improve traffic safety, reduce congestion, and optimize travel performance with positive impacts for drivers, passengers, pedestrians, the infrastructure, the environment, and the automotive industry. The Safety Pilot model assesses communication between vehicles, and between vehicles and infrastructure, in a real-world large-scale environment through high-frequency short-range radio communication, global positioning systems and applications. This study investigates, through statistical analysis, data

collected by the model in a stretch of urban road to generate information and traffic diagnostics. Data regarding vehicle displacement, speed, date/time and geographic coordinates were used to determine travel times, average vehicle speeds, stopped times, among others. From the analysis, charts and path presentation were generated for the spatial analysis. The study demonstrates the importance of applying the model in replacing traffic counts for the implementation of monitoring, improvement and traffic control.

KEYWORDS: integrated analysis, traffic flows, intelligent vehicles, Geographic Information System, Safety Pilot model, traffic control.

1 | INTRODUÇÃO

Com o crescente número de veículos nas vias em todo o mundo, os sistemas de tráfego atuais apresentam problemas de gerenciamento e controle, portanto, são necessários novos instrumentos de análise para propor melhorias. Hoje, as tecnologias de automação e conectividade de veículos, combinadas com o crescente avanço da comunicação sem fio e a assistência avançada para o motorista, são soluções promissoras para esses problemas.

Em 2014, para adiantar potencialmente esta iniciativa, o Departamento de Transportes dos EUA realizou a implementação do Modelo Safety Pilot. Sob a liderança do Instituto de Pesquisa em Transportes, da Universidade de Michigan (UMTRI), o programa permite a avaliação de implantação em larga escala de veículo para veículo (V2V) e veículo para infraestrutura (V2I) em Ann Arbor, Michigan, com cerca de 5.000 veículos equipados e mais de 130 km de vias instrumentadas, sendo o maior campo de teste de tecnologia de comunicação de veículos do mundo.

Este trabalho visa mostrar a importância do modelo Safety Pilot, através do processamento de dados de um trecho de via urbana para testar as habilidades das tecnologias de comunicação e sensoriamento em fornecer dados e informações amplas e significativas para diagnóstico e monitoramento de tráfego, bem como melhorias na infraestrutura viária.

2 | ATRIBUIÇÕES DE VEÍCULOS CONECTADOS

Segundo a AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2015) que tem sido parceira do USDOT (Departamento de Transportes dos Estados Unidos) em veículos conectados desde 2004, estes têm o potencial de compartilhar dados entre si e a infraestrutura para todos os modos de transporte terrestres, bem como aos centros de controle de tráfego e demais sistemas responsáveis por uma variedade de serviços como meteorologia, fiscalização etc.

AASHTO (2011) cita aplicações de veículos inteligentes, sendo a segurança um dos principais quesitos uma vez que acidentes de trânsito constituem uma das

principais causas de morte nos Estados Unidos. Segundo a Organização Mundial da Saúde, aproximadamente 1,25 milhão de pessoas morrem por ano em acidentes de trânsito no mundo. Veículos conectados podem contribuir para a redução de colisões em cruzamentos e mudanças de faixas, colisões secundárias, aumento da agilidade em desviar de obstáculos e disparos de alertas mais precisos e oportunos sobre as condições das vias.

Com o avanço da tecnologia nos sistemas de transportes inteligentes, pode-se aliar conforto, com uma ampla disponibilidade de informações e entretenimento, à segurança viária, minimizando índices de acidentes na maioria causados por falha humana, já que a conectividade permite a transmissão de informações e alertas entre veículos e entre estes e a infraestrutura viária.

Em relação à mobilidade, congestionamentos de tráfego geram milhões de horas de atrasos na economia mundial em termos de bilhões de dólares anuais. Objetivos que contribuem para uma melhor mobilidade incluem o uso mais eficiente da capacidade viária, fornecimento de informações precisas e oportunas ao usuário e redução de gases tóxicos.

3 | MODELO SAFETY PILOT

O modelo Safety Pilot é uma implantação em larga escala de veículos conectados em ambiente concentrado do mundo real, com cerca de 5.000 veículos equipados, mais de 130 km de vias instrumentadas e 25 interseções sinalizadas na cidade de Ann Arbor, Michigan. A área engloba uma grande variedade de classes funcionais e altos volumes de tráfego diários médios. Os veículos incluem automóveis, caminhões, ônibus, motocicletas e uma bicicleta. Para a detecção de pedestres, equipamentos adicionais foram instalados numa interseção com radar para aplicação no controle de tráfego.

3.1 Dedicated Short Range Communication (DSRC)

A Comunicação de Curto Alcance (DSRC) é um rádio de alta frequência utilizado para fornecer comunicação sem fio para aplicações de sistemas de transporte inteligentes, a fim de compartilhar informações entre veículos e entre veículos e infraestrutura, pedestres ou “a nuvem”, segundo Huang *et al.* (2016). Mensagens básicas de segurança (BSM) são transmitidas dez vezes por segundo pelos veículos equipados, permitindo ação de alerta/controle a ser tomada na iminência de acidente. Veículos e sensores nas vias transmitem dados entre si, os quais são enviados para um banco de dados que os analisa e converte em informações e os transmite de volta aos veículos. Nos semáforos, câmeras monitoram velocidades dos veículos, posição e tempos de semáforo.

Nas vias os sensores fornecem informações geográficas para alertar aos motoristas sobre estreitamento/fechamento de faixas, tráfego pesado ou outros

aspectos viários, para que possam saber exatamente a que distância esses aspectos/obstáculos se encontram. O modelo tem coletado dados para avaliar a tecnologia DSRC operando a 5.9 GHz e as aplicações de segurança V2V (veículo para veículo) e V2I (veículo para infraestrutura), bem como a infraestrutura física e digital para o tráfego de veículos conectados.

Resultados de uma análise de Huang *et al.* (2016) mostram que os fatores mais influentes para a transmissão e captação de dados são objetos estáticos e em movimento que podem dificultar ou interferir na rede, assim como a localização da antena do veículo. Diferentes condições meteorológicas também mostram pequena influência no desempenho de DSRC.

O estudo tratou de uma avaliação empírica do desempenho da comunicação dedicada de curto alcance, baseada nos dados de implantação do Safety Pilot. Primeiramente, os autores investigaram o alcance máximo e efetivo do DSRC e, em seguida, o efeito de fatores ambientais como árvores/folhagens, clima, edifícios, direção do veículo e elevação da via. Os resultados podem ser usados para orientar a instalação futura de equipamentos de DSRC e desenvolver modelos de comunicação para simulações numéricas.

3.2 3.2 Equipamentos instalados nos veículos e na infraestrutura

Uma combinação de dispositivos de DSRC foi usada para permitir as comunicações V2V e V2I, dar suporte às aplicações de segurança e coletar dados. Há quatro tipos diferentes de configurações de equipamentos em veículos no modelo denominados. A Figura 1 ilustra exemplos de instalação desses dispositivos, descritos como segue:

- Vehicle Awareness Device (VAD) – Envia mensagens básicas de segurança. Permite interações entre veículos equipados com as aplicações de segurança, a fim de avaliar essas aplicações e alertar os motoristas sobre conflitos.
- Aftermarket Safety Device (ASD) – Recebe mensagens de segurança e envia mensagens de áudio ao motorista. ASD executa três aplicações de segurança: alerta de velocidade na curva, luz de freio eletrônico de emergência e alerta de colisão à frente.
- Retrofit Safety Device (RSD) – Fornecer informações a partir de sensores internos. Possui alerta de áudio e visuais.
- Integrated Safety Device (ISD) – Envia e recebe mensagens de segurança, enviando alertas ao motorista.



Figura 1. Exemplos de instalação nos veículos (BEZZINA e SAYER, 2014)

Os dispositivos instalados na infraestrutura consistem de equipamentos de borda de pista (Road Side Equipment - RSE) (Figura 2). São dispositivos DSRC que recebem e enviam mensagens de segurança e podem interagir com sistemas de controle de tráfego e semáforos. Dispositivos de tempo e fase de sinal (Signal Phase and Timing) têm de 300 a 1.500 metros de alcance e são uma interface entre controle de sinal e os equipamentos de borda de pista.

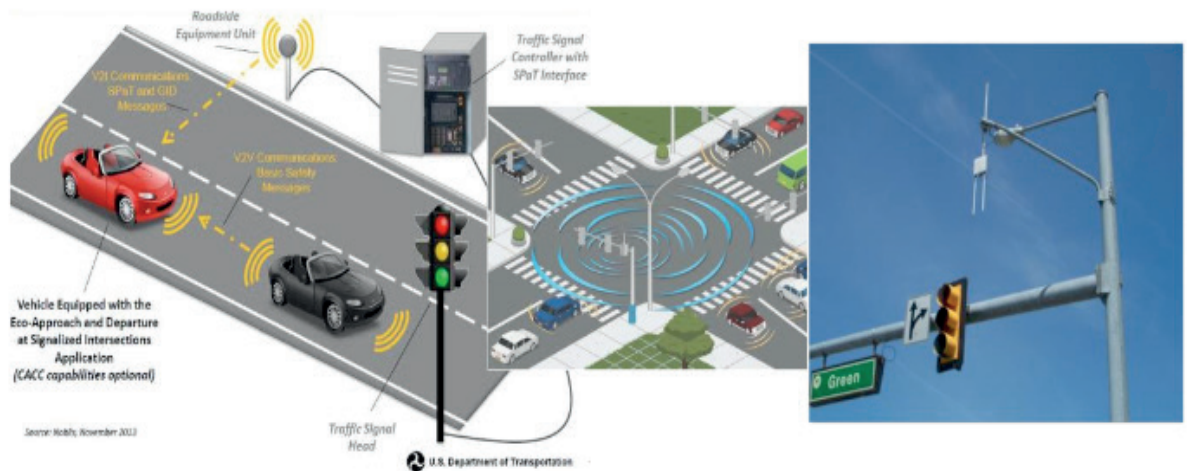


Figura 2. Conceito de V2I e um RSE - Road Side Equipment em Ann Arbor. (GASIOROWSKI *et al.*, 2014).

3.3 Coleta de dados

Uma grande quantidade de dados tem sido coletada, processada e armazenada em bancos de dados e arquivos eletrônicos em servidores do UMTRI. Os dados incluem mensagens básicas de segurança (BSM) detectadas pelos RSE instalados na infraestrutura, informações meteorológicas e dados de tráfego convencionais. Os conjuntos de dados da primeira fase de implantação constituem 70 TB de memória, seis milhões de viagens, 61 milhões de quilômetros percorridos, 1,4 milhões de horas e

120 bilhões de BSM transmitidas por 5.000 veículos a cada dez unidades por segundo (BEZZINA e SAYER, 2014).

As mensagens básicas de segurança são compostas por: tempo, distância, dados de GPS (latitude, longitude e altitude), direção, velocidade, aceleração, frenagem e controle de cruzeiro (piloto automático), comprimento e largura do veículo, objeto à frente, localização dentro da faixa e posição lateral, alertas de informação e iminência de perigo, cenas de vídeo frontal, da cabine do motorista, traseira esquerda, traseira direita, e mensagens de áudio. O status do veículo contém informações sobre elementos periféricos como luzes externas, altura e peso do veículo.

3.4 Aplicação do modelo - tempo de semáforo

Zheng e Liu (2016) fizeram um estudo como uma das primeiras tentativas de explorar os reais dados dos veículos conectados e de trajetória por dados de GPS para estimativa do volume de tráfego nas intersecções sinalizadas, com o objetivo de aplicá-los num recálculo dos tempos de semáforo e, futuramente, para a implantação de semáforos de controle automático de tempo. Uma das continuações do estudo é melhorar o algoritmo de estimativa de volume, por exemplo, estimativa ciclo a ciclo, através da fusão de dados históricos e dados em tempo real. Tal estimativa de volume em tempo real é crítica para o controle adaptativo do sinal.

3.5 Aplicação do modelo - integração de dados espaciais

Problemas de transporte são, na maioria, causados pelas características espaciais e precisam de ferramentas para auxiliar as análises como softwares de simulação de tráfego, e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para representar a realidade e localizações. A análise espacial é o estudo dos fenômenos que podem ser localizados no espaço e está sendo usada cada vez mais em cartografia, recursos naturais, comunicações, energia e planejamento de transporte urbano e regional. Segundo Câmara *et al.* (2004), a tecnologia atual enfatiza a representação de fenômenos estáticos, e o desafio é representar adequadamente fenômenos dinâmicos, como exemplo, o fluxo de tráfego de uma cidade.

4 | METODOLOGIA DE ANÁLISE

A fim de integrar espacialmente dados de veículos conectados obtidos pelo modelo Safety Pilot, foi feita a representação do eixo do sistema viário como um polígono e foram determinados os pontos de GPS em cada segmento da via, representados na Figura 3, mostrando que a maioria percorre a Washtenaw Av. e Huron St., porém, cerca de 10% dos veículos entram e saem pelos pontos de acesso ao longo da rede. A Tabela 1 ilustra uma parte dos dados utilizados.

Dispositivo	Data e Hora Local	Semáforo	Distância (m)	Velocidade (km/h)	Latitude	Longitude
2632	10/04/13 19:27:51	4th Ave	6579,332	19,39	42,281433	-83,7472152
2632	10/04/13 19:27:51		6584,216	19,62	42,281433	-83,7472686
2632	10/04/13 19:27:52		6596,54	19,65	42,281440	-83,7474212
2632	10/04/13 19:27:53		6608,89	19,74	42,281444	-83,7475738
2632	10/04/13 19:27:54		6621,466	20,70	42,281452	-83,7477264
2632	10/04/13 19:27:55		6634,932	21,98	42,281455	-83,7478866
2632	10/04/13 19:27:56		6648,748	22,14	42,281459	-83,7480545
2632	10/04/13 19:27:57		6662,522	21,82	42,281463	-83,7482223
2632	10/04/13 19:27:58		6676,202	21,76	42,281467	-83,7483902
2632	10/04/13 19:27:59	Main St	6684,356	21,70	42,281471	-83,7484893

Tabela 1. Amostra dos dados do modelo Safety Pilot utilizados no estudo.

Com a ferramenta de SIG, mostra-se que é possível visualizar os locais de congestionamento e os volumes de tráfego, os quais podem ser utilizados para ampliar a quantidade e a precisão dos dados de volume de tráfego necessários para planejar, gerenciar e apoiar inovações para aliviar o congestionamento e melhorar o fluxo de tráfego. A análise dos dados mostra a importância dos modelos de implantação para testar as habilidades das tecnologias de comunicação e fornecer dados e informações significativos e precisos para monitoramento e avaliação de mobilidade e congestionamentos.

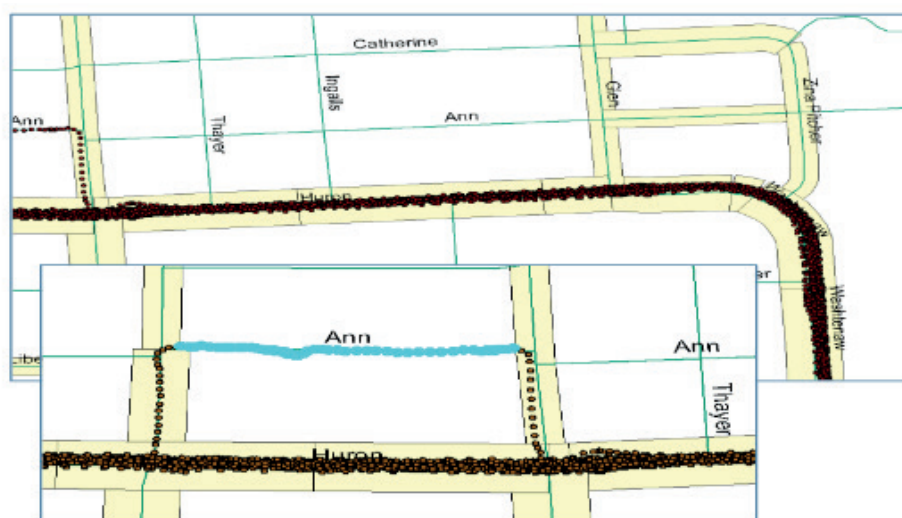


Figura 3. Demonstração de possíveis desvios na trajetória.

Por meio dos dados do modelo foi escolhido um trecho de via de Ann Arbor, localizado entre os semáforos da 4th Av. e a Main Street e filtradas as informações correspondentes ao ano de 2013. Foram estudados 13 veículos conectados que transitaram pelo trecho em dias e horários diferentes, considerando data, hora, semáforo (nó/interseção), velocidade, longitude e latitude dos veículos (Tabela 1).

Optou-se por trabalhar com os dados referentes ao deslocamento dos veículos, velocidade, data, horário e coordenadas geográficas, a fim de analisar o tempo gasto para percorrer o trecho, velocidade média de cada veículo, tempos de parada etc. A partir dos dados foram gerados gráficos e histogramas pela ferramenta de análise do Excel, e demonstração de trajeto pelo Google Earth para análise espacial. Das análises dos resultados obtidos são mostradas as aplicações e vantagens de implantação do modelo Safety Pilot.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Velocidade em função do espaço

O primeiro parâmetro analisado foi a velocidade de cada veículo ao percorrer o trecho em estudo. Para isso, foi selecionada uma viagem de cada veículo e sua velocidade em função da distância percorrida, obtendo-se o Diagrama Velocidade x Tempo (Figura 4), no qual cada elemento especificado na legenda representa um veículo e a data da viagem.

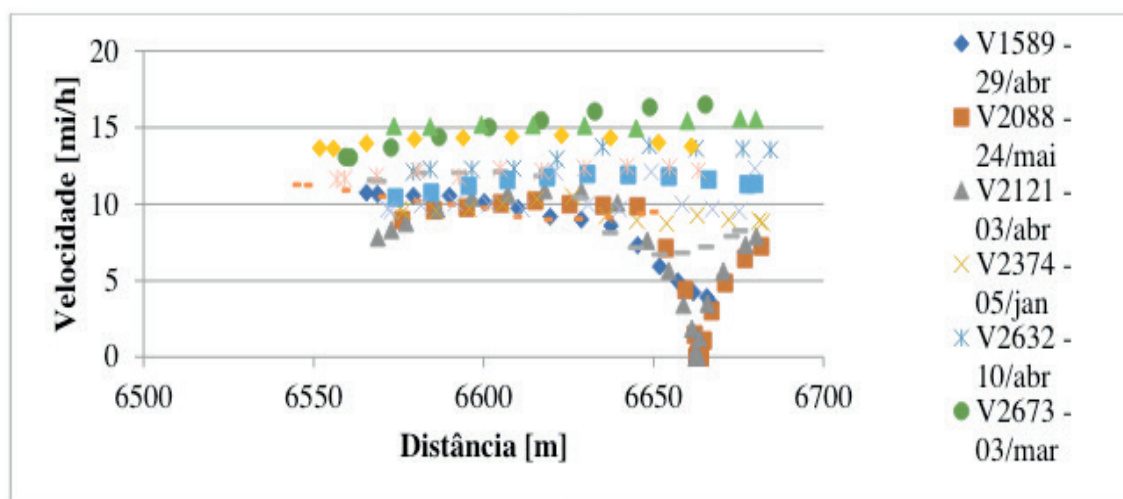


Figura 4. Diagrama Velocidade x Tempo.

A partir do diagrama Velocidade x Tempo, observa-se que a posição 6660 é próxima ao semáforo da 4th Av., já que é o momento em que a maioria dos veículos reduziu a velocidade e alguns chegaram a parar completamente.

5.2 Distância em função do tempo

A Figura 5 representa uma viagem detectada a partir do dispositivo 2088. O Diagrama Espaço x Tempo mostra, além do deslocamento, o tempo total de percurso e de parada. Assim como mostra o diagrama da Figura 4, na posição um pouco à frente de 6600 metros, o veículo reduziu a velocidade a zero. Esse tempo de parada pode representar o tempo estimado de onda vermelha do semáforo, considerando também uma estimativa de número de veículos convencionais presentes na fila. O tempo de parada é de 33 segundos.

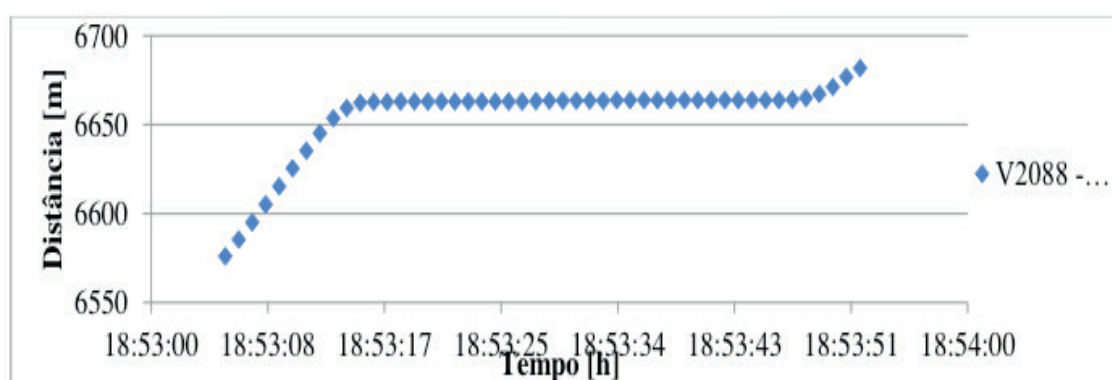


Figura 5. Gráfico da distância em função do tempo – Dispositivo 2088.

5.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VARIAÇÕES DE TEMPO

As Tabelas 2 e 3 foram geradas com os dados dos tempos iniciais e finais de cada dispositivo, a fim de determinar o tempo que cada veículo gastou ao percorrer o trecho em estudo. Na Tabela 2, foram consideradas todas as viagens incluindo os tempos de parada e, na Tabela 3, foram desconsideradas as viagens nas quais os veículos pararam. Com esses dados foram calculadas média, mediana e desvio padrão dos tempos gastos no percurso. O maior tempo gasto dessa amostra foi de 52 segundos, entretanto, esse tempo foi gasto pelo veículo que esteve parado durante 36 segundos. Verifica-se, também, que o menor tempo de percurso foi de 7 segundos.

Dispositivo	Tempo inicial (h)	Tempo final (h)	Data	Varição do tempo (h)	Resultados	
1589	12:37:44	12:37:56	29/abr	0:00:12	Média	0:00:14
2088	18:53:05	18:53:52	24/mai	0:00:47	Mediana	0:00:10
2121	12:33:59	12:34:51	03/abr	0:00:52	Desvio Padrão	0,000141
2374	18:19:17	18:19:29	05/jan	0:00:12	Maior	00:00:52
2632	19:27:51	19:27:59	10/abr	0:00:08	Menor	00:00:07
2673	11:29:50	11:29:57	03/mar	0:00:07		

2912	9:41:57	9:42:07	07/jan	0:00:10
	10:04:27	10:04:35	13/fev	0:00:08
	10:16:34	10:16:51	22/fev	0:00:17
	10:00:22	10:00:30	21/jan	0:00:08
	10:03:14	10:03:24	15/jan	0:00:10
	19:17:59	19:18:13	23/jan	0:00:14
2918	9:53:57	9:54:09	08/fev	0:00:12
2952	18:20:39	18:20:46	19/jan	0:00:07
2992	8:20:51	8:21:00	25/jan	0:00:09
3009	23:20:09	23:20:16	03/mai	0:00:07

Tabela 2 Variação dos tempos incluindo paradas.

Dispositivo	Tempo inicial (h)	Tempo final (h)	Data	Variação do tempo (h)	Resultados	
1589	12:37:44	12:37:56	29/abr	0:00:12	Média	0:00:10
2374	18:19:17	18:19:29	05/jan	0:00:12	Mediana	0:00:09
2632	19:27:51	19:27:59	10/abr	0:00:08	Desvio Padrão	3,07E-05
2673	11:29:50	11:29:57	03/mar	0:00:07	Maior	0:00:17
2912	9:41:57	9:42:07	07/jan	0:00:10	Menor	00:00:07
	10:04:27	10:04:35	13/fev	0:00:08		
	10:16:34	10:16:51	22/fev	0:00:17		
	10:00:22	10:00:30	21/jan	0:00:08		
	10:03:14	10:03:24	15/jan	0:00:10		
	19:17:59	19:18:13	23/jan	0:00:14		
2918	9:53:57	9:54:09	08/fev	0:00:12		
2952	18:20:39	18:20:46	19/jan	0:00:07		
2992	8:20:51	8:21:00	25/jan	0:00:09		
3009	23:20:09	23:20:16	03/mai	0:00:07		

Tabela 3 Variação dos tempos excluindo as viagens com paradas.

Da Tabela 3 foi gerado o histograma da Figura 6, representando a frequência de ocorrência dos tempos dentro de cada intervalo pré-definido de tempo, denominado bloco. Tem-se que sete veículos percorreram o trajeto em oito segundos; sete veículos percorreram em 12 segundos; quatro veículos em 16 segundos, e um veículo em 20 segundos.

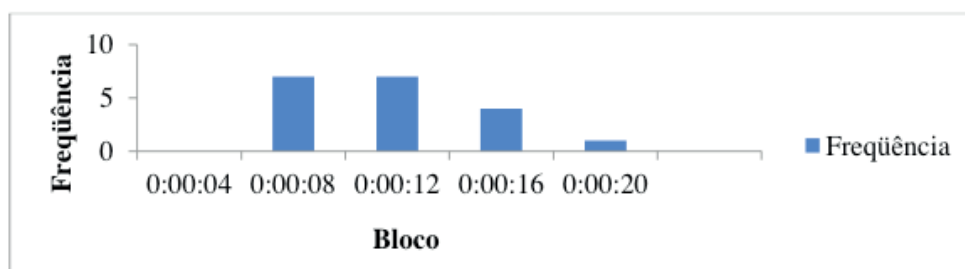


Figura 6. Histograma do tempo de viagem.

O histograma demonstra a tendência de tempo para percorrer o trecho. Nota-se que a maioria dos veículos percorreu o trecho num intervalo de 5 a 12 segundos, sendo a média de tempo de 10 segundos, como mostra a Tabela 3.

5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VELOCIDADES

Dos dados de velocidade coletados para os intervalos especificados, excluindo os valores de 0 a 2 km/h, foram obtidos a média, mediana e desvio padrão, bem como a velocidade máxima registrada (Tabela 4). Na Tabela 5, de modo semelhante à análise dos tempos, foram analisadas as velocidades para obter os histogramas das Figuras 7 e 8.

Média (km/h)	Mediana (km/h)
13,17	15,56
Desvio padrão	Maior (km/h)
8,08	26,55

Tabela 4. Resultados estatísticos das velocidades.

Bloco	Frequência	% Acumulada	Bloco	Frequência	% Acumulada
4	75	22,59%	20	82	24,70%
8	11	25,90%	4	75	47,29%
12	35	36,45%	24	58	64,76%
16	57	53,61%	16	57	81,93%
20	82	78,31%	12	35	92,47%
24	58	95,78%	28	14	96,69%
28	14	100,00%	8	11	100,00%
32	0	100,00%	32	0	100,00%

Tabela 5. Blocos e frequências para histograma classificado e percentagens acumuladas de velocidades.

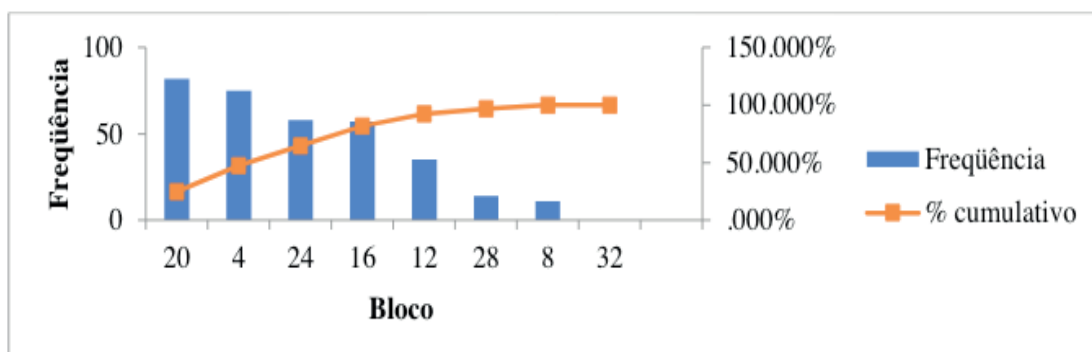


Figura 7. Histograma classificado e percentagem acumulada das velocidades.

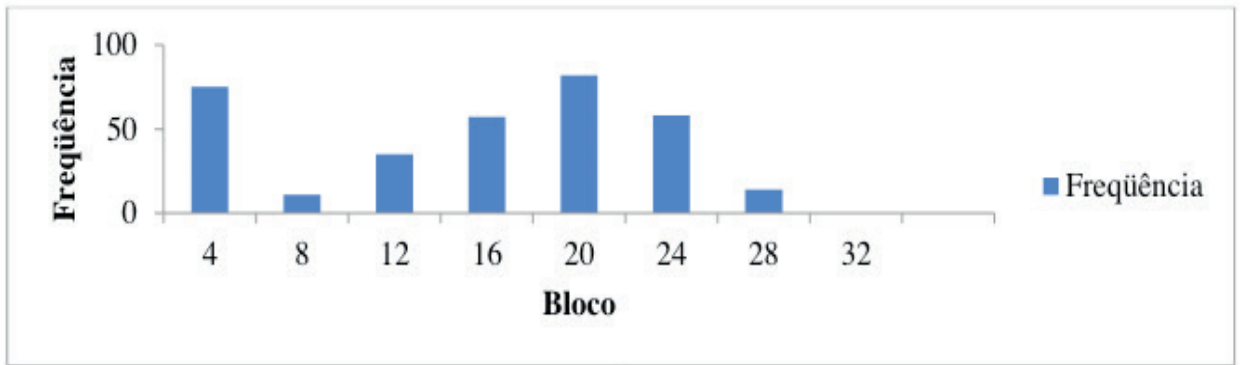


Figura 8. Histograma das velocidades.

5.5 Análise de percurso

As coordenadas latitude e longitude dos dispositivos são parâmetros importantes a serem analisados. A partir das coordenadas geográficas pode-se analisar os trajetos percorridos pelos veículos, bem como trechos de maior ou menor densidade e as rotas mais percorridas. Na Figura 9, representadas pelos pontos em vermelho, estão as coordenadas geográficas dos veículos em todas as viagens, pelo Google Earth®.



Figura 9. Representação das posições dos veículos em estudo

A análise mostra que podem-se conhecer os percursos mais usados pelos veículos, horários de maior fluxo de tráfego, estimativa de comprimento de fila através do aglomerado maior de pontos, dias de maior movimento etc. Verifica-se que durante o percurso do trecho entre os semáforos o trânsito costuma fluir, conforme o espaçamento entre os pontos. Próximo ao semáforo da 4th Av. a distância entre os pontos diminui, mostrando redução de velocidade.

6 | CONCLUSÃO

O sistema de veículos inteligentes é um grande avanço para o transporte terrestre por suas inúmeras vantagens, em especial a mobilidade e a segurança de tráfego. Pelo levantamento bibliográfico, verifica-se que a nova tecnologia de veículos conectados por DSRC não é ainda plenamente eficaz por diversos fatores. Ainda há muito a pesquisar sobre a infraestrutura viária e digital para o tráfego de veículos conectados sendo necessário considerar, inclusive, o tráfego misto de veículos que deverão compartilhar as vias, bem como a privacidade, a segurança cibernética, a aceitação pelos usuários, aspectos relacionados à validação e regulamentação, bem como os impactos sociais.

O modelo Safety Pilot consiste de um acervo de dados e informações em tempo real do tráfego de veículos conectados, possibilitando a análise de parâmetros visando melhorias na infraestrutura e auxílio para adaptações necessárias à implementação de controle de tráfego nas vias existentes. Este estudo mostra que as análises resultam em informações de densidade de fluxo, tamanho de filas, tempos de espera, tendência de rotas, de velocidades e de tempo, horas de pico etc., fornecendo um maior e mais preciso conhecimento do tráfego que as análises de campo tradicionais.

Para dar sequência às análises apresentadas são sugeridas pesquisas futuras: semáforos coordenados; possíveis melhorias na infraestrutura viária física; influência da infraestrutura urbana em transporte sustentável e difusão da tecnologia; influência da interação entre veículos convencionais e conectados; alterações no fluxo e trajeto no decorrer do tempo e sua relação com o desenvolvimento da cidade; análise da segurança viária com a introdução de veículos parcialmente autônomos; identificação de relações entre o comportamento dos veículos (velocidade, trajeto) e o índice local de acidentes.

REFERÊNCIAS

AASHTO - The American Association of State Highway and Transportation Officials. **Connected Vehicle Field Infrastructure Footprint Analysis: Preparing to Implement a Connected Vehicle Future**. 2015. USDOT-FHWA-JPO-13-071.

AASHTO - The American Association of State Highway and Transportation Officials. **Connected Vehicle Infrastructure Deployment Analysis**. 2011. USDOT-FHWA-JPO-13-071.

BEZZINA, D.; SAYER, J. **Safety Pilot Model Deployment**. UMTRI - The University of Michigan Transportation Research Institute. 2014. Methodology Report 2014, USDOT.

CÂMARA, G., DAVIS, C., MONTEIRO, A. M. V. **Introduction to Geoinformation Science**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, SP. 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd>. Acesso em: 21 jun. 2017.

GASIOROWSKI, A., SHOGAN, S., NIKOLLARI, D. **Relatório Interno Parsons Brinckerhoff**. 2014. Empresa instaladora dos dispositivos nas vias.

HUANG, X., ZHAO, D., PENG, H. **Empirical Study of DSRC Performance Based on Safety Pilot**

Model Deployment Data. 2016. *In:* IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. Junho, 2016.

ZHENG, J., Liu, H. **Estimating traffic volumes for signalized intersections using connected vehicle data.** 2017. *In:* Transportation Research Part C Emerging Technologies. Julho, 2017.

INFLUÊNCIA DOS APLICATIVOS DE SMARTPHONES PARA TRANSPORTE URBANO NO TRANSITO

Maria Teresa Françoso

Natália Custódio de Mello

Heloisa Moraes Treiber

Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Geotecnia e Transportes
Campinas - SP

RESUMO: Redes de transportes são fatores essenciais na sociedade moderna, sendo responsáveis por influenciar na qualidade de vida e na eficiência de processos das cidades. Para atender as demandas crescentes nos sistemas de transporte urbano devido a sua complexidade, o uso de sistemas cibernéticos representa uma das inovações tecnológicas mais promissoras. Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo determinar as influências causadas no transito pelo constante desenvolvimento e avanço de aplicativos para *smartphones* os quais são capazes de monitorar e criar rotas para o transporte público e privado. O trabalho foi dividido em pesquisa bibliográfica sobre tipos e usos de aplicativos baseados em geolocalização e na aplicação de um formulário *on line*. Com o resultado pode-se concluir que esses aplicativos causam tanto influencias positivas como negativas. Há alguns pontos que devem ser melhorados como, por exemplo, a apresentação de rotas mais seguras e dados

atualizados com regularidade.

PALAVRAS-CHAVE: App, smartphone, transporte público, transito

INFLUENCE OF SMARTPHONES APPLICATIONS FOR URBAN TRANSPORT IN TRANSIT

ABSTRACT: Transport networks are essential factors in modern society and influence the quality of life and the efficiency of city processes. To meet the growing demands of urban transport systems because of their complexity, the use of cyber systems represents one of the most promising technological innovations. Therefore, this research aims to determine the influences caused in transit by the constant development and advancement of applications for smartphones able to monitor and create routes for public and private transportation. The work was divided into bibliographic research about types and uses of applications based on geolocation and in the application of an online form. So, it can be concluded that these applications cause both positive and negative influences. There are points that need to be improved, such as the presentation of safer routes and regularly updated data.

KEYWORDS: App, smartphone, public transport, transit

1 | INTRODUÇÃO

Redes de transportes são fatores essenciais na sociedade moderna, sendo responsáveis por influenciar na qualidade de vida e na eficiência de processos das cidades. Avanços no transporte proporcionam o crescimento metropolitano, cultural, nos padrões de vida dos indivíduos e são alavancados à medida que surgem novas necessidades de mobilidade e acessibilidade (GOWRISHANKAR *et al.* 2014). Para atender as demandas crescentes nos sistemas de transporte urbano devido a sua complexidade, o uso de sistemas cibernéticos representa uma das inovações tecnológicas mais promissoras (CHAVES *et al.*, 2011).

Com o desenvolvimento tecnológico dos dispositivos móveis (*smartphones*, *tablets*), a queda nos preços e a disseminação de redes wireless, 3G e 4G, houve um crescimento elevado do mercado de aplicativos móveis (SIQUEIRA, 2012). Unindo os problemas relacionados à mobilidade e o avanço em sistemas cibernéticos foi criado um mercado de aplicativos para *smartphones* com componentes de posicionamento. Ao contrário dos sistemas convencionais de detecção, os aparelhos com Sistema de localização (LBS - Location Based Services) fornecem aos usuários a capacidade de associar os dados obtidos no exato momento, dividindo-os com todos os outros usuários que possuem o mesmo sistema, tornando-os ativos (FIRE *et al.*, 2012). O LBS possibilita aos usuários reproduzir cenários atuais do transporte público através da relação entre a rede de dados privados de cada aparelho, com a rede pública, mapas e cadastros de rotas. Dentre as vantagens dos aplicativos baseados em geolocalização destacam-se a possibilidade de monitoramento de tráfego e sugestões de rotas, sendo viável para o planejamento, gestão, operação e fiscalização do transporte urbano (CHAVES *et al.*, 2014).

Como a tecnologia dos dispositivos para aparelhos móveis representa uma área de grande crescimento, são disponíveis diversos modelos de aplicativos usados em diferentes modais de transporte e com uma variedade de informações inclusive do transporte urbano. Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo determinar as influências causadas no trânsito pelo constante desenvolvimento e avanço de aplicativos para *smartphones* os quais são capazes de monitorar e criar rotas para o transporte público e privado.

2 | LOCATION-BASED SERVICES - LBS

Na literatura existem várias definições de Location-Based Service (LBS) A Associação Global System for Mobile Communications (GSM) define LBS como serviços que utilizam a localização de um alvo para agregar valor ao serviço. Outra definição é dada pelo 3rd Generation Partnership Project (3GPP): LBS é um serviço oferecido por um prestador de serviços que utiliza a informação de localização disponível do terminal (KUPPER, 2005). Segundo Prasad (2006) é a capacidade de

encontrar a localização geográfica de um smartphone e prestar um serviço baseado nessa informação.

O intuito inicial para o LBS teve como referências os serviços de emergência que precisavam localizar o usuário de um dispositivo móvel dentro de 125 metros para prestar socorro. Com o desenvolvimento na área de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), vários outros setores começaram a utilizar LBS, como as áreas de propaganda e transporte urbano.

O LBS permite que o usuário não necessite compartilhar as informações de localização manualmente, pois são automaticamente identificadas e monitoradas (KUPPER, 2005). A operação de LBS envolve diversos atores como operadores de rede, serviço e provedores de conteúdo que, com o intercâmbio de informações entre eles em tempo real, fornecem uma ampla gama de possíveis utilizações.

O LBS atualmente é aplicado em diversos cenários. Kupper (2005) apresenta alguns deles dividindo-os nas seguintes classes:

- **Dúvidas e Serviços de Informação:** fornecem aos usuários pontos de interesse próximos, como lojas, caixas automáticos e hospitais.
- **Serviços Comunitários:** permitem que os usuários compartilhem interesses comuns em um grupo fechado, como bate-papos e serviços de mensagens.
- **Telemática de Transito:** com base na localização atual, os aplicativos orientam o condutor ao alvo pretendido, dando instruções vocais e visuais.
- **Gestão de Frotas e Logística:** trata do controle e coordenação das frotas inteiras de veículos por um escritório central, como serviços de frete, transporte público e os serviços de emergência.
- **Marketing para Celulares:** ajuda os fabricantes e agências de serviços promoverem seus produtos e serviços através da interação com os consumidores pelos seus dispositivos móveis.
- **Jogos para Celulares:** permitem que usuários remotos compartilhem a mesma sessão e entrem em uma competição em tempo real, como um jogo de futebol ou uma corrida.
- **Serviços de valor agregado:** dão reencaminhamento de chamadas com base na localização do dispositivo para um terminal fixo nas proximidades.
- **Serviços Aprimorados de Emergência:** uma das aplicações fundamentais do LBS é em chamadas de emergência utilizados pela polícia, bombeiros ou ambulâncias, por exemplo. Algumas vezes, o usuário não é capaz ou não sabe identificar a sua localização exata, assim, com base nas informações disponíveis pelo LBS, agência de resposta de emergência, pode fornecer ajuda de maneira rápida e eficiente.

A ampla disseminação de *smartphones* tem possibilitado diversas maneiras de coletar e capturar informações disponibilizadas pelo usuário (CHA; CHON, 2011). Essas informações são utilizadas por diversos aplicativos em vários seguimentos:

redes sociais, transporte, clima, notícias, câmera fotográfica, entretenimento etc.. Além disso, com esses aparelhos é possível, a partir de uma ligação à internet, gerar e utilizar um contexto social e não apenas individual. Neste trabalho vamos abordar o cenário da Telemática de Trânsito.

3 | PESQUISAS REALIZADAS SOBRE A UTILIZAÇÃO DE APLICATIVOS DE TRÂNSITO PARA SMARTPHONES

Adoko *et al.* (2014) analisaram os efeitos da utilização de aplicativos com georreferenciamento no trânsito rodoviário a partir da modelagem de equações que representam o comportamento dos motoristas. Os autores primeiramente descreveram dois diferentes perfis de motoristas: equipados (utilizaram aplicativos com LBS) e não equipados (seguiram rotas conhecidas e pela percepção individual do trânsito). Em seguida, avaliaram a interação desses dois tipos de usuários pelo Stakelberg, aplicativo que modela a interação entre os dois tipos de motoristas e seus objetivos fornecendo uma solução não analítica usando o método “The Augmented Lagrangian”. Este método utiliza algoritmos para solucionar problemas de otimização restrita, no qual a resolução pode ser transformada em um único problema de minimização dispensando procedimentos iterativos. O trabalho teve, como resultado, gráficos comparativos entre os desempenhos de dois tipos de motoristas destacando a eficiência dos aplicativos de trânsito em reduzir potencialmente o tempo médio de viagem em até 19%.

Bosch *et al.* (2011) avaliaram as principais influências do uso da navegação social para tráfego de automóveis a partir do simulador VBSim. Assumindo uma situação de referência com valores de fluxo de veículos (carros por hora), distância e tempo entre os destinos, o estudo foi capaz de concluir que o uso de aplicativos no trânsito pode melhorar a performance em 10%, comparado com motoristas que não utilizam essa tecnologia.

Weiss (2014) realizou um amplo estudo explorando os aplicativos com LBS através de uma pesquisa *on line* sobre o uso de smartphones por adultos que frequentavam universidade. A autora conclui que o uso de Location-Based Services é elevado na amostra estudada e que a maioria dos aplicativos, que utilizam geolocalização, está relacionada ao tráfego.

Quaresmas e Gonçalves (2013) analisaram comparativamente três aplicativos para smartphones destinados para o uso durante a condução de veículos, com o objetivo de observar as principais vantagens e desvantagens referentes aos mesmos. Os aplicativos selecionados foram Waze, Trapster e Wabbers, devido à popularidade e presença nas duas principais lojas de aplicativos: Google Play para a plataforma Android e AppStore para IOs. Os autores compararam os aplicativos a partir do contexto, conteúdo, arquitetura de informação, layout de tela, gráficos, formulários, diálogo, métodos de entrada e funções do sistema, concluindo que a qualidade dos aplicativos é proporcional ao número de usuários que contribuem colocando as informações no

banco de dado. Ao mesmo tempo em que estes aplicativos auxiliam o fluxo, geram também soluções potencialmente perigosas para o contexto específico, pois podem levar o motorista a distrações.

4 | APLICATIVOS DE TRÂNSITO BASEADOS EM GEOLOCALIZAÇÃO PARA SMARTPHONES

No estudo de Gowrishankar *et al.* (2014), o alto investimento em aplicativos de trânsito, baseados em geolocalização, é explicado pelas crescentes demandas colocadas nos sistemas de transporte em face de sua complexidade. Assim, sistemas físicos cibernéticos representam uma das inovações tecnológicas mais promissoras para auxiliar o transporte.

No geral, a utilização de aplicativos georreferenciados está fornecendo ferramentas para transformar os sistemas de transporte de passivo e rígido, para ativo, inteligente e adaptável (GOWRISHANKAR *et al.* 2014). Estas ferramentas estão levando a sistemas que podem ser usados para detectar, colaborar e controlar os sistemas de transporte em tempo real com o objetivo final de torná-lo mais seguro, confiável e eficiente em termos de custo. Essa mudança ocorre, principalmente, devido as interações das pessoas no sistema que se comportam como agentes ativos, afetando diretamente o desempenho do programa, possibilitando atualizações quase que simultâneas a situação real.

Neste cenário de crescentes inovações tecnológicas no âmbito de aplicativos de trânsito para *smartphones* foram desenvolvidos programas com diferentes focos, entre os quais destacam os específicos para automóveis, transporte público, pedestres e bicicletas. Este trabalho aborda cada uma dessas modalidades.

4.1 Aplicativos para Automóveis

Atualmente existem vários aplicativos de smartphone para motoristas, durante a condução, que fornecem inúmeras informações relevantes para os usuários como definir e orientar rotas para chegar no ponto desejado, fornecer informações sobre o tráfego e alertar sobre os eventos que estão ocorrendo no trânsito (como acidentes, obstruções etc.).

Beneficiando-se da possibilidade de comunicação entre as pessoas/usuários de *smartphones* através da internet, foram criados aplicativos colaborativos os quais funcionam como uma “rede social” de motoristas permitindo interação durante o uso. Basicamente, todos os aplicativos desse tipo funcionam como alertas de radar ou ocorrências (acidentes, obstruções, congestionamentos etc.), sinalizados pelos próprios usuários, formando uma comunidade específica de um dado aplicativo (QUARESMA; GONÇALVES, 2013). Por exemplo, ao conduzir o automóvel numa via onde há um grande congestionamento o motorista, através de *inputs*, avisa a

todos os outros usuários da comunidade sobre a existência do problema naquela localização específica, que é identificado através geolocalização e disponibilizado para a comunidade pela interface do aplicativo. Alguns exemplos desses aplicativos disponíveis no Brasil e no exterior estão resumidamente apresentados a seguir.

Google Maps: é um aplicativo para *smartphones* que utiliza informações do Google Maps (site) oferecendo orientações de direção, condição do trânsito em tempo real, vista satélite, vista da rua, mapas off-line e informações locais para as pessoas se locomoverem. O aplicativo tem versões para os sistemas operacionais iOS, Android, Windows Mobile, BlackBerry OS, entre outros.

Criado em 2005, pela empresa Google, o aplicativo foi primeiramente disponibilizado para os Estados Unidos, sendo hoje oferecido em mais 190 países (GOOGLE, 2015). Em sua versão inicial, com o Google Maps, era possível obter direções para locais de interesse mostrando as melhores rotas, tempo previsto de chegada e visualização do mapa em tempo real. Em 2007 foi adicionado ao mapa as informações de trânsito em algumas cidades dos Estados Unidos. Atualmente esse serviço é disponível para mais de 50 países. Além disso, o aplicativo conta com outros serviços como Street View (disponível para mais de 50 países), Google Map Maker (para mais de 200 países), orientações para bicicletas e dados de ciclovias (mais de 530.000 km de trilhas e caminhos) e possibilita ao usuário criar seus próprios mapas com o API Google Maps.

Waze: é um sistema de navegação GPS disponível em vários países, incluindo o Brasil. É um aplicativo para *smartphones* baseado em georreferenciamento que fornece informações, em tempo real, sobre condições de tráfego. Criado em 2008 por engenheiros israelenses, a partir da colaboração dos usuários, o aplicativo mensura a velocidade média e fornece informações sobre obstruções, obras e perigos na pista, podendo então calcular a melhor rota para o destino selecionado (TROVO *et al.* 2014). Em 2014, foi lançado um programa de cooperação com prefeituras do mundo com o objetivo de auxiliá-las para organizar e planejar o tráfego de carros, permitindo aos operadores de tráfego acompanhar os pontos de congestionamento, recebendo relatos de usuários em tempo real sobre problemas nas vias (TOZETTO, 2014)

4.2 Aplicativos para Transporte Público

Antes mesmo da popularização de tecnologias de localização, como o Sistema de Posicionamento por Satélite - GNSS, algumas cidades experimentavam o rastreamento veicular como ferramenta de controle e melhoria dos serviços de transporte público (SIQUEIRA, 2012). A primeira cidade a implantar um sistema de rastreamento, denominado Countdown, foi Londres na década de 90, o qual tinha a finalidade de detectar os veículos que passavam em determinados pontos de leitura (MAGALHÃES, 2008).

Com o desenvolvimento da tecnologia GNSS e o crescimento das redes de

transporte público abriu-se um mercado para desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis que permitem aos usuários do transporte público, não apenas acompanhar em tempo real o deslocamento dos veículos, como também obter serviços de alerta (mensagens, alarmes) à medida que determinados eventos são detectados (MCKINNON, FITZPATRICK, 2013). Entre os aplicativos mais utilizados, no mundo, destacam-se o Moovit e o CityMapper.

Moovit: disponível para usuários de Android e iOS, é um programa que permite a troca de informações, em tempo real, sobre o transporte público nas principais cidades das Américas do Norte e do Sul, Europa e Ásia. Lançado no mercado israelense em março de 2012, o Moovit é uma das poucas ferramentas que podem proporcionar informações que permitem planejar a viagem utilizando quaisquer tipos de transporte público, incluindo metrô, ferrovias, ônibus, trens e estações de bicicletas (apenas na Europa) (CARMEL, 2013). Além disso, com atualizações constantes sobre as condições do trânsito, o aplicativo mostra a melhor rota, estima o tempo de chegada, o momento de desembarque do ônibus e troca de modais, possibilitando a classificação das linhas com base em parâmetros como pontualidade e segurança no trajeto.

Unindo a classificação dos usuários com dados estatísticos, número de passageiros e localização das paradas mais movimentadas, por exemplo, o Moovit fornece relatórios para empresas de transporte coletivo e o governo. Com esses relatórios é possível planejar os serviços fornecidos de acordo com demandas reais de cada local, tornando o transporte público mais adequado e eficiente, dispensando gastos com pesquisas de campo (CARMEL, 2013).

CityMapper: é um aplicativo para transporte urbano disponível para iOS e Android que combina informações de diferentes mapas em tempo real (Apple Maps, Google Apps, Open Street Map, sites dos sistemas de transportes locais, previsão do tempo e de trânsito) para encontrar o trajeto mais rápido, barato ou fácil de transporte público ou privado, dependendo dos requisitos do usuário (FIDELITY, 2015). Está disponível para grandes cidades, como Londres, Nova Iorque, Paris, Berlim, São Paulo, Mexico DF e Singapura.

O CityMapper é um aplicativo completo que apresenta uma ampla gama de funcionalidades, como a criação de rotas de viagens intermodais. O seu diferencial principal é a grande variedade de planos de viagens para o ponto desejado (SAMSEL *et al.*, 2014). Quando selecionado um destino, o CityMapper traz opções para automóveis, ônibus, metrô, bonde (sinalizando as linhas pelos nomes e cores e identificando claramente qual saída pegar), a pé (com indicação de calorias gastas), bicicleta e taxi (com o preço aproximado). Além disso, é possível selecionar o horário desejado de chegada, assim toda a rota é montada em função desse requisito calculando, inclusive, o horário de partida. Outra facilidade trazida pelo aplicativo é a possibilidade de salvar o seu trajeto e poder revê-lo off-line.

4.3 Aplicativos para Pedestres

Devido as crescentes vantagens técnicas no uso de *smartphones*, o desenvolvimento de aplicativos focados em navegação de pedestres ganhou grande interesse com maior potencial no futuro. A maioria dos sistemas de navegação disponíveis no mercado foi concebida para automóveis os quais, depois de pequenas modificações, transformaram-se em app para pedestres, como o Google Maps. É perceptível as diferenças de necessidade e deficiências conceituais entre a soluções para automóveis e para pedestres. Um exemplo disso é que as rotas calculadas pelo sistema não usam como base uma rede de passeio, calçadas, e sim as ruas padrões que não são direcionadas para o ambiente do ponto de vista de um pedestre (REHRL *et al.* 2005). Outra exemplificação é que a navegação de pedestres não deve ser limitada ao exterior dos ambientes. O ideal seriam aplicativos que forneceria orientações combinando o interior e exterior de edifícios e complexos (GARTNER *et al.* 2004). Projetos como REAL, em São Francisco, e NAVIO, em Viena, já foram desenvolvidos para se adequarem a esse novo potencial, mas ainda não foram inseridos no mercado. Entretanto, aplicativos não tão completos já existem especificamente para pedestres em alguns países como o Google Maps, CityMapper, WalkScore e UpNext 3D City.

WalkScore: desde o lançamento, em 2007, este aplicativo tornou-se uma ferramenta muito popular para medir a qualidade das vias para pedestres em qualquer endereço nos Estados Unidos, Canadá e Austrália. O programa atribui uma pontuação numérica (0-100) com base no número de empresas, parques, teatros, escolas e outros destinos que estão a uma curta distância do endereço fornecido pelo usuário (VOORHEES, 2012). O aplicativo, em seguida, mapeia a área circundante através de ícones para destacar diferentes tipos de empresas nas proximidades, fornecendo distâncias e rotas.

UpNext 3d Cities: neste aplicativo o mapa interativo exibido possui todos os edifícios e renderizados tridimensionalmente das principais cidades dos Estados Unidos. Clicando em um determinado prédio todas as empresas alocadas no mesmo são exibidas (VOORHEES, 2012). Comentários e favoritos podem ser salvos para facilitar a recuperação. Mapas de cidades individuais devem ser baixados para o dispositivo, o que significa que o aplicativo utiliza uma boa quantidade de espaço na memória do equipamento. Atualmente, o UpNext 3D Cities está disponível para as cidades de Nova York, Filadélfia, Austin, Washington DC, Portland, Boston, San Francisco e Chicago.

4.4 Aplicativos para bicicletas

A utilização de bicicletas, como transporte urbano, contribui para aumentar a mobilidade dos moradores através de opções de acessibilidade, eficácia e comodidade, com impacto limitado sobre o meio ambiente natural (KRISNER, 2011).

Com o intuito de melhorar e expandir o transporte urbano com bicicletas há um crescente investimento e desenvolvimento de tecnologias e aplicativos para celulares

móveis com georreferenciamento direcionados para este modal (LIN, 2013). Esses aplicativos não se restringem em calcular uma rota a partir de dois pontos em um mapa, mas são completos envolvendo funções como: indicação de ciclofaixas, postos de aluguel de bicicletas, cálculo de calorias perdidas, comandos de voz, canais para recomendações e comentários. Entre os aplicativos mais completos e utilizados destacam-se RoadBike, BikeMap, Spotcycle e Strava.

RoadBike: é um dos melhores aplicativos de ciclismo livres no mercado, pois possui diferentes modos para os vários tipos de utilização de bicicletas, como: ciclismo, corrida e passeio, além de ter o rastreamento de distância, tempo, velocidade, calorias e topografia do terreno (subidas/descidas). Durante a utilização do aplicativo a tela exibe um mapa com interface do Google Maps. Também utiliza os sistemas OpenStreetMap e OpenCycleMap possibilitando a identificação de rotas e infraestruturas específicas para bicicletas (VOORHEES, 2012). Todas viagens podem ser salvas, fornecendo dados estatísticos relevantes, em uma página de feedback, permitindo aos usuários avaliar o passeio com base em sua experiência, bem como o tipo de superfície e tempo de percurso. Roadbike também dispõe de comandos por voz que informa aos usuários a distância e tempo percorrido após cada milha. É compatível com a plataforma iOS e está disponível para as principais cidades do mundo, como: Nova York, Londres, São Paulo, Paris, Amsterdan e Berlin.

BikeMap: disponível em iOS, Android e Windows Phone é um aplicativo de compartilhamento de rotas de bicicletas em todo o mundo. Selecionando a distância que se deseja percorrer ou os pontos de partida e chegada, o aplicativo fornece um leque de opções de trajetos (BIKEMAP.NET, 2014). Há como cadastrar os caminhos favoritos e compartilhar com outros usuários. Acessível em mais de 65 países e contendo mais de 1.300.000 rotas, BikeMap é um dos aplicativos mais completos no mundo para ciclismo.

Spotcycle: é um aplicativo que tem como propósito melhorar a conveniência de sistemas de compartilhamento de bicicletas disponível para as principais cidades da América do Norte. Fornece um mapa de todas as estações de bicicleta em uma cidade e, com atualizações através da rede sem fio, informa o número de bicicletas e docas vazias disponíveis no sistema (VOORHEES, 2012). Como a maioria dos sistemas de compartilhamento de bicicletas cobram taxas que aumentam substancialmente com longos períodos de uso, o aplicativo tem um timer que pode ser utilizado para lembrar o ciclista de encontrar uma estação e mudar de bicicleta. Além disso, em algumas cidades, mostra os locais de ciclovias e outras infraestruturas relacionadas a bicicletas.

Strava: é um aplicativo desenvolvido para comunidade esportiva de todo o mundo, permitindo que o usuário crie e compartilhe trajetos, recordes pessoais, compare seu desempenho com o de outros ciclistas. Utilizando o localizador no smartphone, o aplicativo coleta dados dos exercícios como monitorar as pedaladas, a velocidade, os declives do terreno e o tempo percorrido. O aplicativo foi criado por uma empresa norte-americana na Califórnia e, atualmente, está disponível para mais de 200 países.

A versão básica do aplicativo é grátis para *smartphones* com sistema iOS e Android.

5 | DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, inicialmente fez-se a revisão bibliográfica sobre aplicativos existentes de monitoramento do trânsito para *smartphones* com ênfase nos que utilizam georreferenciamento. A segunda etapa foi específica sobre os tipos diferentes de aplicativos disponíveis no Brasil e no mundo, os quais foram separados em categorias: automóveis, transporte público, pedestres e bicicletas. Em seguida foram pesquisados os aplicativos disponíveis e mais utilizados no Brasil e no mundo para cada categoria tendo como referência as principais lojas de aplicativos existentes, além das publicações encontradas sobre o assunto. Paralelamente, foi elaborado um formulário, para preenchimento *on line*, a partir dos conhecimentos obtidos sobre cada categoria, buscando identificar a utilização, influência e preferência de cada aplicativo. O formulário foi disponibilizado procurando obter o maior número de colaboradores incluindo uma diversidade de faixa etária, financeira e várias nacionalidades. Em seguida, foram analisados os resultados obtidos pelo formulário e criados gráficos para a visualização de cada dado. Por fim, relacionaram-se as informações obtidas na pesquisa bibliográfica com os resultados da pesquisa de opinião.

5.1 Pesquisa de opinião através de um formulário on-line

Para uma maior compreensão de quais aplicativos de smartphone para trânsito são mais utilizados e quais são as influências desses para os usuários e no tráfego, foi elaborado um questionário para realização de uma pesquisa de opinião. A ferramenta escolhida para a criação do questionário foi o **Formulário do Google Docs** pela facilidade de construir, divulgar e analisar os resultados. O formulário foi enviado através de um link e divulgado nas redes sociais para grupos com integrantes de diferentes nacionalidades e idades, com intuito de obter respostas mais adequadas à realidade. Foram feitas duas versões, uma em inglês e outra em português.

5.2 Resultados da pesquisa de opinião

Foram computadas 312 respostas, das quais foi observado que:

- 85,3% (266 entrevistados) alegam utilizar aplicativos de smartphone para trânsito;
- em relação à faixa etária, 78,2% (244 entrevistados) possuem de 18 – 25 anos e 14,4% (45 entrevistados) com 46 anos ou mais;
- 9,6% das respostas foram de pessoas que moram no exterior, incluindo países como Austrália, Espanha, França, Irlanda e Inglaterra e

- a maior parte dos entrevistados que utilizam aplicativos de trânsito para *smartphones* utilizam o Waze e o GoogleMaps, como mostra a Figura 1.
- Com relação à frequência do uso de aplicativos de trânsito para *smartphones* pode-se observar nos resultados apresentados na Figura 2 que mais de metade dos entrevistados utilizam em todos os trajetos. Visando indentificar as necessidades dos usuários de aplicativo para o transporte urbano, perguntou-se quais são as informações mais relevantes no seu ponto de vista, além de obter direções para uma localidade. Os resultados desta pergunta são apresentados na Figura 3.

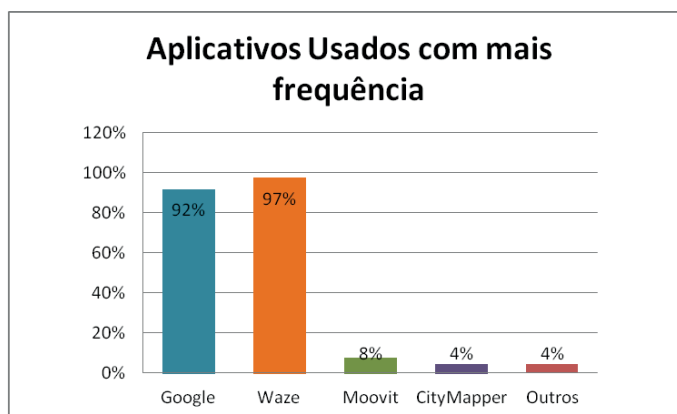


Fig. 1: Aplicativos usados com mais frequência

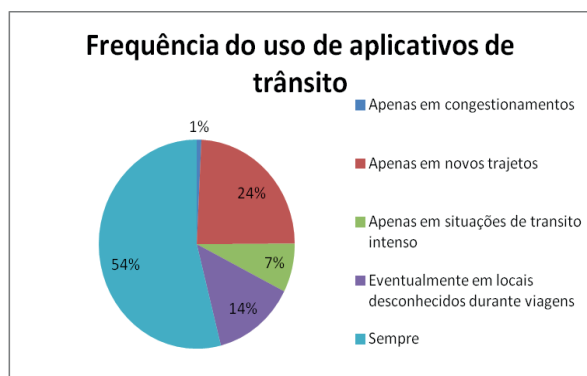


Fig. 2: Frequência do uso de aplicativos de trânsito

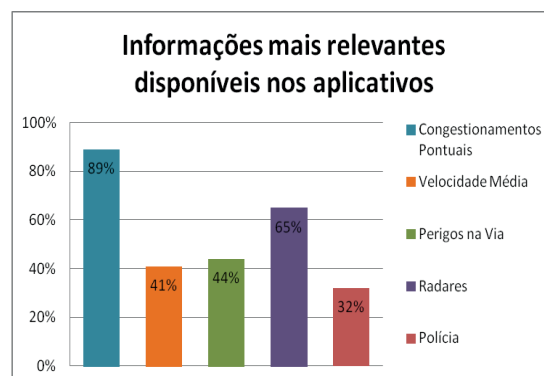


Fig. 3: Informações mais relevantes disponíveis nos aplicativos

Apenas 1% dos entrevistados responderam que têm baixo nível de confiança nos aplicativos de trânsito, 59% têm alto nível de confiança e 40% têm médio. Além disso, mais de 130 entrevistados relataram situações em que os aplicativos facilitaram o transporte, pois apresentaram novos trajetos nos quais pode desenvolver velocidades maiores, sendo mais eficientes, com alertas de acidentes e radares, além de fazer a previsão do tempo de chegada.

A partir dos relatos dos entrevistados foram, também, levantados alguns aspectos negativos do uso desses aplicativos, os quais foram divididos em cinco categorias:

Trajetos por vias perigosas: com o intuito de evitar congestionamentos, muitas vezes os aplicativos para transporte optam por vias em locais perigosos, como favelas ou regiões com alto índice de assaltos e sequestros, podendo tornar o trajeto inseguro.

Cerca de 15% dos entrevistados apontaram o aspecto da segurança.

Sinais sonoros: uma das funcionalidades dos aplicativos de trânsito para automóveis é emitir sinais sonoros, como alertas e indicações do trajeto. Quatro entrevistados comentaram que estes sons acabam atrapalhando o trajeto quando são excessivos, com conteúdo irrelevante ou desatualizado.

Rotas mais longas: o principal objetivo para o uso de aplicativos de trânsito é a busca de trajetos mais rápidos e eficientes. Entretanto, mais de 15 dos entrevistados informaram que o uso de aplicativos, em alguns casos, levaram a trajetos mais demorados e complexos.

Informações desatualizadas: cerca de 20% das respostas destacaram o problema da falta de atualização dos dados como um ponto negativo no uso dos aplicativos. Entre esses problemas podem ser citados: congestionamentos não esperados, ruas na contramão, conversões proibidas, vias interditadas, logradouros errados e informação incorreta da altura máxima de pontes e viadutos.

Falhas relacionadas à conexão com a internet: muitos desses aplicativos só funcionam quando o equipamento está conectado a internet assim, mais de 10 repostas comentaram que, o uso dos mesmos pode ser prejudicial quando não há sinal.

Outros pontos negativos citados no formulário: quando muitas pessoas utilizam um mesmo aplicativo que calcula rotas em função do trânsito, vias com fluxo local passam a ser usadas como desvios. Como essas vias não comportam o aumento de fluxo pode ocorrer problemas como defeitos no asfalto e criação de novos pontos de congestionamento. Outro aspecto é que as rotas não levam em consideração se há preferência nas vias, o que pode tornar um trajeto desnecessariamente complicado e mais longo. Também foi destacado que os aplicativos, as vezes, optam por rotas em vias não pavimentadas ou em um péssimo estado de conservação.

6 | DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

De acordo com as pesquisas sobre as potencialidades dos aplicativos de *smartphones* para o transporte urbano percebeu-se que o uso está bem consolidado e o objetivo de melhorar do transporte em grandes cidades é satisfatório. A grande variedade de funcionalidades e informações disponíveis em cada aplicativo torna-os atraentes tanto para diferentes grupos de usuários, como para modais distintos: transporte público e individual, ou para objetivos diferentes: trajeto mais rápido, rotas mais econômicas ou até realizar atividades físicas como corrida e ciclismo.

A partir dos resultados obtidos na pesquisa de opinião pode-se reafirmar a grande utilização de aplicativos nos meios dos transportes. Além disso, verificou-se que a maioria utiliza dois aplicativos focados para o transporte de automóveis (Google Maps e Waze), o que demanda o desenvolvimento de aplicativos para diferentes modais de transporte como ônibus, trens, ciclovias e entre outros. Pode-se concluir também que

o usuário não busca apenas obter rotas, mas sim uma completa gama de informações como congestionamentos, velocidades médias, radares e segurança nas vias. Também se observou que 99% dos entrevistados consideram que possuem um nível de confiança de alto à médio nos aplicativos, além de vários relatos de situações onde o uso do software foi satisfatório. Outro aspecto analisado foram as consequências negativas pelo seu uso, como trajeto por vias perigosas, emissão excessivas de sinais sonoros, rotas mais longas, falta de atualização das informações das vias e acessos, bem como falhas relacionadas à conexão com a internet.

Em resumo, pode-se concluir que os aplicativos para transporte urbano causam uma influencia positiva no trânsito reduzindo o tempo de viagem, utilizando rotas mais eficientes e alertando a ocorrência de acidentes. Entretanto, deve-se ressaltar que os aplicativos podem causar efeitos negativos também, como problemas no trajeto devido a falta de atualização de informações ou locais perigosos, distrações pelos alertas e imagens, além de induzir o aumento do fluxo de automóveis em ruas locais.

REFERÊNCIAS

Adoko, Kakpo H. C. *et al.* (2014) Modelling Effects of Social Navigation on Road Traffic: The Influence of Penetration Rates, Altruism, and Compliance. 2014. Faculty of Civil Engineering And Geosciences, Department Of Transport & Planning, Delft University Of Technology, Delft, The Netherlands.

Bikemap.net (2014) (Estados Unidos da América) (Org.). BikeMap.

Bosch, Alje Van den *et al.* (2011) Reducing Time Delays on Congested Road Networks using Social Navigation. 2011 IEEE Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems, pp. 26-31,

Carmel, P. (2013) Waze for public transportation. Jerusalem Post.

Cha, Hojung; Chon, John, (2011) "LifeMap: A Smartphone-Based Context Provider for Location-Based Services", IEEE Pervasive Computing, vol.10, no. 2, pp. 58-67.

Chaves, Ana Paula *et al.* (2014). The UbiBus Project: Using Context and Ubiquitous Computing to build Advanced Public Transportation Systems to Support Bus Passengers.

Chaves, Ana Paula *et al.* (2011). Social networks and collective intelligence applied to public transportation systems: A survey.

Fidelity (2015) . Generation C: Investing in the connected generation. 2015.

Fire, Michael *et al.* (2012) Data Mining Opportunities in Geosocial Networks for Improving Road Safety. In: CONVENTION OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, 27., Israel. Beer-sheva: IEEE, 2012. p. 1 - 4.

Gartner, G. *et al.* (2004). Pedestrian Navigation System for Mixed Indoor/Outdoor Environments - The NAVIO Project. 2004. Schrenk, M. (Ed.): CORP 2004 and Geomultimedia04. Proceedings of the CORP and Geomultimedia04 Symposium, 24-27 Fev, 2004, Vienna, Austria, pp. 165-171.

Google (Org.) (2015) . Nossa história a fundo.

Gowrishankar, Sudeep *et al.* (2014).. Including the social component in smart transportation systems.

- Krisner, Corinne (2011). Integrating Bike Share Programs into a Sustainable Transportation System. National League of Cities - City Practice Brief. Washington D.C.
- Kupper, Axel (2005). Location-based Services: Fundamentals and Operation. Munich: John Wiley & Sons. Cap. 3. p. 247-337.
- Lin, Ying-Ming *et al.* (2013). An Effective Integration of Smart Phone's APPs for Bicycle Riders. *Advanced Science Letters*, Volume 19, Número, pp. 1823-1829. American Scientific Publishers
- Magalhaes, Caroline Tristão de Alencar (2008). Avaliação de Tecnologias de Rastreamento por GPS para Monitoramento do Transporte Público por Ônibus. Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.
- Mckinnon, I. A., Fitzpatrick, C. D (2014). There's An App For That! (2013) Institute Of Transportation Engineers. *Ite Journal*, 83(10), 42-45.
- Prasad, M (2006). Location Based Services.
- Rehrl, Karl *et al.* (2005). Combined Indoor/Outdoor Smartphone Navigation For Public Transport Travellers. *Austrian Research Centers - Arc Seibersdorf Research*.
- Quaresma, Manuela; Gonçalves, Rafael Cirino (2013). Análise Da Usabilidade De Aplicativos Rede Social Para Motoristas. *Arcos Design*, RJ, V. 7, N. 2, P.25-52
- Samsel, Christian *et al.* (2014). Cascading Information For Public Transport Assistance. In: *International Conference On Web Information Systems And Technologies*, 10, Barcelona
- Siqueira, Luciano Goularte (2012). Aplicação Bus Tracker: Oferecendo Uma Melhor Experiência Aos Usuários Do Transporte Público, A Partir Da Utilização De Informações De Rastreamento Veicular. 2012. 92 F. Tcc (Graduação) - Curso De Engenharia De Computação, Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2012.
- Tozetto, Claudia (2014). Brasil É O Segundo País Com Mais Usuários Do Waze.
- Trovo, Bruno Pereira *et al.* (2014). Compartilhamento De Informações De Trânsito Utilizando *Smartphones*. *Colloquium Extrarum*. Universidade Estadual Paulista, Faculdade De Ciências E Tecnologia, Presidente Prudente, Brasil.
- Voorhees, Alan (2012). Going Mobile – Five Free Apps For Cyclists And Pedestrians. *Nj Bicycle & Pedestrian Resource Center*.
- Weiss, Amy Schmitz (2014). Exploring News Apps And Location-Based Services On The Smartphone. *Journalism And Mass Communication Quarterly*, 90.3, Pg. 435-456.

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.

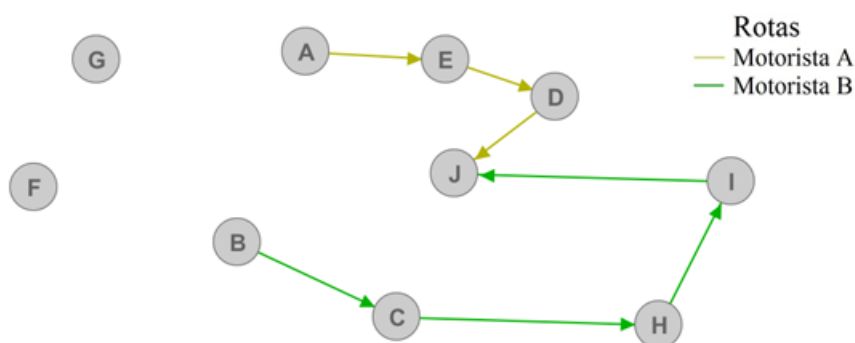


Fig. 1 Rotas obtidas

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).

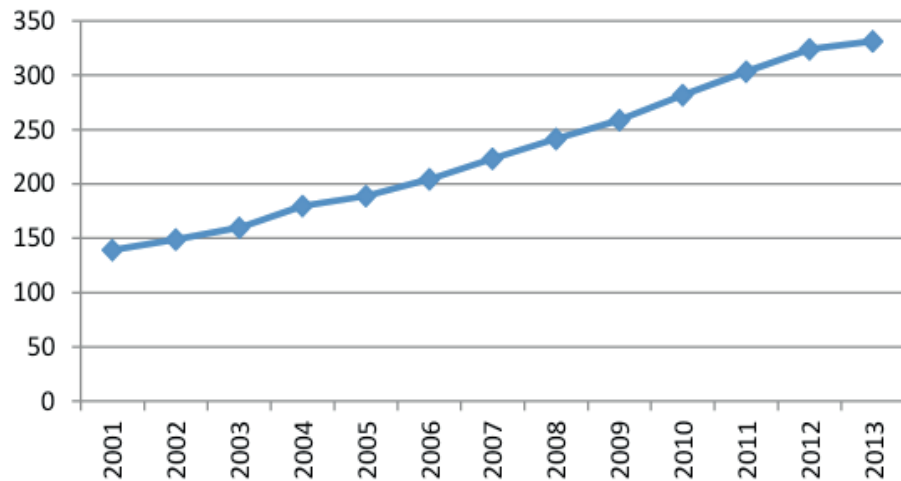


Fig. 2 – Evolução da frota de veículos na cidade de Joinville

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:

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

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.

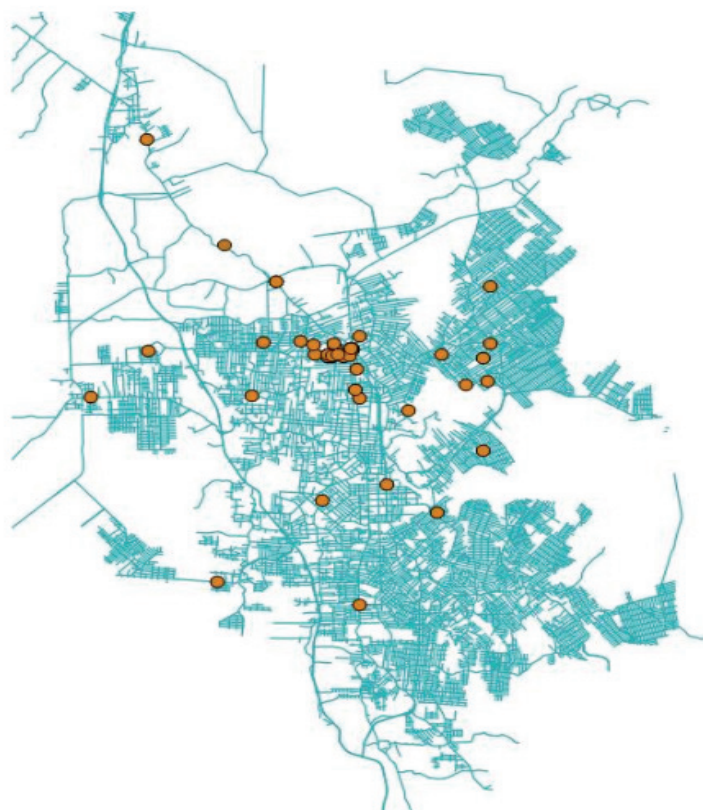


Fig. 3 Mapeamento dos pontos na cidade de Joinville

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.

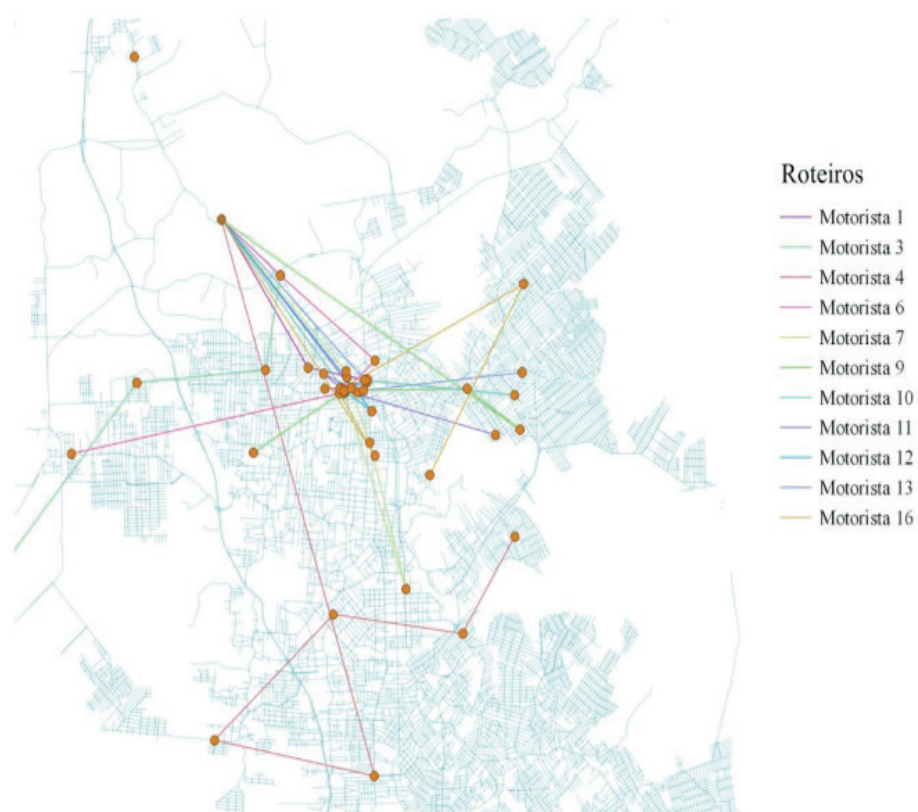


Fig. 4 Resultado da aplicação do modelo

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.

UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA EM MOBILIDADE URBANA

Adriano Paranaíba

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Goiás

Eliezé Bulhões

Departamento Nacional de Infraestrutura de
Transportes

RESUMO: O objetivo deste artigo é a proposição de uma metodologia alternativa de análise, avaliação e priorização de Projetos Diretores de Mobilidade Urbana, capaz de auxiliar a tomada de decisão de investimento considerando variáveis financeiras, econômicas e espaciais. Para tanto, a metodologia proposta utilizará o Escalonamento Multidimensional como ferramenta utilizando variáveis econômicas dos projetos, variáveis espaciais da configuração urbana e os modelos de financiamento de cada um dos projetos. Foi realizado um estudo de caso, utilizando projetos de quatro cidades. O modelo demonstrando-se coerente para facilitar a tomada de decisão, seja apontando o melhor projeto, seja identificando quão próximos e/ou distantes estão dos objetivos de determinada política pública.

PALAVRAS-CHAVE: Mobilidade Urbana, Escalonamento Multidimensional, Infraestrutura

**A PROPOUSE METHODOLOGY FOR
PRIORITIZATION OF INFRASTRUCTURE
PROJECTS IN URBAN MOBILITY**

ABSTRACT: The main objective of this thesis is to propose an alternative analysis methodology, assessment and prioritization of the Urban Mobility Head Projects, ready to assist the decision making investment, taking into account financial, economic and spatial variables. For this purpose, the methodology proposed will draw on the Multidimensional Scaling as a multi-varied assessment tool in order to evaluate and prioritize the projects using their economic variables, spatial variables of the urban planning and the financial models of each project. The model was applied in a real case study, selecting four cities projects. The methodology has proved to be compatible to promote the decision taking, either indicating the best project, or identifying how close and/or distant from the objectives of a particular public policy.

KEYWORDS: Urban Mobility, Multidimensional Scaling, Infrastructure

1 | INTRODUÇÃO

Em 2013, Lima Neto e Galindo (2013, p.16) ao analisarem o Plano Diretor de Transporte e Mobilidade (PDTM) do Distrito Federal, por exemplo, apontam que “o plano não faz menção

a elementos de financiamento do sistema”, sinalizando uma dificuldade de entender a real viabilidade da execução econômica do projeto, visto que não há fontes de recursos explícitas no projeto.

A Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana (SeMob), do Ministério das Cidades, divulgou em 2015 o Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob) com o objetivo de orientar gestores e lideranças locais sobre diversos aspectos que devem ser considerados para a elaboração destes planos, cabe ressaltar, que o Caderno faz referência a análise de viabilidade do projeto.

Contudo, existe uma forte crítica do Tribunal de Contas da União (TCU), Corte responsável pela análise dos gastos do Governo Federal e da eficácia e eficiência de seus programas, em relação ao procedimento de seleção destes planos por parte do Ministério das Cidades: existem deficiências na institucionalização dos procedimentos de análise das propostas, e processos administrativos que “não explicitam suficientemente as razões que motivaram a Semob/MCid a concluir pela aprovação dessas propostas” (TCU, 2015, p.18).

Atualmente, existe um cenário precário para a tomada de decisão de investimento em PDTM: (i) propostas deficitárias no tocante à viabilidade econômico-financeira dos projetos por parte dos municípios proponentes junto à Semob/MCid; e (ii) inexistência de um método claro por parte da Semob/MCid na seleção das propostas. Isso expõe a necessidade de incorporação de novos conceitos que complementem a capacidade atual das análises econômico-financeiras.

Com o intuito de aprimorar o processo de avaliação de projetos em Mobilidade Urbana, e criar uma metodologia de priorização de projetos, busca-se nesta pesquisa além de utilizar as variáveis de avaliação econômica, que já constam nos projetos atuais, a inclusão de variáveis que apontem mudanças no espaço, utilizando Sintaxe Espacial, e variáveis que apontem as origens de recursos financeiros, para a execução do projeto, observando o modelo de financiamento dos projetos. Especificamente, o Escalonamento Multidimensional (EMD) tem grande relevância dada a sua capacidade de obter uma avaliação comparativa entre conjuntos de objetos e “melhora a capacidade de compreensão dos fenômenos e auxilia na formulação de teorias” (HERDEIRO, 2012, p.390), que, neste caso, apoiam a construção de cenários para a tomada de decisão.

Para averiguar o quanto o modelo é capaz de promover uma melhora no processo de tomada de decisão, esse será avaliado em um estudo de caso, submetendo-o a diversos projetos aprovados. Neste sentido, este artigo será dividido em 4 seções, além desta introdução: na segunda seção será realizada uma revisão de literatura sobre as teorias que definem as variáveis do modelo; a terceira seção detalha o modelo; o estudo de caso será realizado na quarta seção, com discussão dos resultados, e; as conclusões, na quinta e última seção.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Análise de viabilidade econômica de projetos

A modelagem econômico-financeira estratifica “os benefícios econômicos e os investimentos necessários relativos a cada ano horizonte” (Pereira e Neto, 2013, p.207), sendo possível a construção de fluxos de caixas, que, por sua vez, terão utilidade na construção de indicadores de eficiência econômica. Estes indicadores, que envolvem o processo de avaliação de investimento de capital, buscam atender à seguinte ordem: (i) Dimensionamento dos resultados dos fluxos de caixa; (ii) Avaliação Econômica destes fluxos; (iii) Definição de taxa de retorno, e; (vi) Identificação do risco (ASSAF NETO, 2011).

Quando o valor presente das entradas de caixa de um projeto, ou seja, os benefícios líquidos do caixa projetados são descontados dos investimentos e seus custos ao longo deste período, é possível identificar quanto o projeto é capaz de gerar riqueza aos seus investidores (ASSAF NETO, 2011; BRIGHAM e EHRHARDT, 2012). Este método é conhecido por Valor Presente Líquido. Quando a taxa de juros gera um VPL nulo, fazendo com que as entradas anulem as saídas do projeto, essa taxa é denominada Taxa Interna de Retorno (TIR).

Outra ferramenta, amplamente utilizada em projetos de transportes, o critério cost-benefit analysis (CBA) “analisa alternativas de investimento via quantificação monetária do maior número possível de custos e benefícios e utiliza os conceitos anteriormente descritos de preços-sombra, benefícios líquidos” (DALBEM, *et al.* 2010, p.92). Alguns autores, de forma mais apropriada, nomeiam este método como um critério de análise a Razão Benefício-Custo (B/C), tal qual De Melo e Setti (2007, p. 21) consideram “economicamente viável se a relação B/C for maior ou igual a unidade e, quanto maior a relação, mais atraente é o projeto”.

A razão Benefício/Custo, ou Coeficiente Benefício-Custo, fundamenta-se no esforço de dar valor pecuniário aos benefícios ao longo do projeto, descontada a taxa de retorno do investimento, ou seja, qual retorno financeiro pode-se esperar dos benefícios econômicos identificados nos projetos. Seja o critério cost-benefit analysis (CBA) ou análise a Razão Benefício-Custo (B/C), Paranaíba (2017) aponta sua ampla utilização em diversos países: Brasil, Reino Unido, Estados Unidos da América, Austrália, Nova Zelândia, Suécia, Alemanha, sendo que o próprio World Bank Group “é um dos pioneiros em utilizar a metodologia de análise benefício/custo (CBA) [...] sendo um dos responsáveis pela disseminação global deste método de análise de projetos” (PARANAIBA, 2017, p.55).

A respeito da análise benefício custo (CBA) é importante apresentar duas importantes limitações, conforme Mackie *et al.* (2005), Mackie e Worsley (2013) e Mackie *et al.* (2014) e: (a) a análise CBA é restrita aos impactos cujos efeitos podem ser medidos e avaliados em termos financeiros. Muitos dos manuais observados omitem

os impactos não-financeiros, aumentando uma subjetividade no julgamento do tomador de decisão, não deixando claro o peso dado às variáveis; (b) a segunda limitação é a prioridade política dada aos potenciais impactos e os tomadores de decisão não demonstraram saber quanto os investimentos em sistemas de transportes conseguem contribuir para o aumento da produtividade e corrigir os desequilíbrios regionais.

2.2 Sintaxe Espacial

A Sintaxe Espacial (SE), ou Sintaxe Urbana refere-se simultaneamente a uma teoria, uma metodologia e uma ferramenta que propõe investigar a relação entre o fenômeno socioeconômico das cidades e sua configuração espacial (RODRIGUEZ DIAS E SAKR, 2014).

O papel da configuração associa-se a uma profunda relação entre causa e efeito da utilização do espaço como produto das interações das pessoas na dinâmica humana que vivencia nestes espaços, que pode ser diferente da dinâmica estabelecida pelos planejadores que pensam as cidades (BARROS, 2014). Esta teoria permite trabalhar com a perspectiva das relações humanas e sua visão de cidade como causadora dos fluxos, e não o contrário, tal qual nos propõe a engenharia de tráfego tradicional, que busca alocar as pessoas nas ótimas escolhas de opções em origem-destino.

A técnica da análise espacial da Sintaxe Espacial permite identificar a potencialidade de fluxo dentro de um espaço urbano específico (BARROS, et al. 2008). Do Carmo, *et al.* (2013) apontam o uso do espaço convexo e a linha axial. “As linhas apresentam as duas propriedades-chaves de serem tanto muito simples quanto globais. Tudo o que precisamos saber é o quanto conseguimos ver a partir de um ponto” (HILLIER, 2001, p.02.26 *apud* MEDEIROS, 2013, p.150). A análise desta combinação ampara a construção dos Mapas Axiais que buscam ser a representação linear da rede de caminhos, ilustrando o potencial de geração de movimento em cada via (MEDEIROS, 2013).

Para um uso mais assertivo da técnica de Sintaxe Espacial em estudos na área de Transportes, Barros (2006:2014), aponta uma melhora analítica no uso de mapas de segmentos, mesmo porque ao longo de um eixo o potencial de movimento não é o mesmo, algo que o mapa axial não consegue medir. Para tanto, “o enfoque se dedica à transformação das linhas do mapa axial em segmentos de eixos, considerando como referência os cruzamentos de vias ou links, mais precisamente nos nós – como designação corrente na área de transportes” (BARROS, 2006, p. 42)

Sendo possível comparar a Sintaxe Espacial e o sistema viário atual com o sistema viário projetado e as intervenções existentes no projeto, é passível de se identificar o impacto dos projetos de mobilidade urbana sobre a ótica das variáveis sintáticas. Melhorias nestas variáveis indicam que aquela malha está mais eficiente, aumentando desempenho dos meios de transportes, reduzindo tempos de viagens e melhorias, tanto econômicas quanto ambientais, incorrendo em uma avaliação mais sofisticada e específica de benefícios sociais e econômicos que este projeto pode

trazer para a sociedade, seus habitantes e transeuntes da malha urbana em questão.

2.3 Fontes de Financiamento da Mobilidade Urbana

As fontes de recursos para a implantação de mobilidade urbana ao serem definidas nos projetos podem ser uma fonte de informação importante para identificar qual projeto será o projeto que almeja transformar-se em empreendimento. Neste sentido, é importante que o modelo proposto seja capaz de diferenciar projetos que apresentem propostas de financiamento para prover sustentabilidade financeira, tal qual uma garantia da execução e gestão da infraestrutura que está no escopo dos projetos que se pretende classificar e priorizar. Paranaíba (2016) caracteriza as fontes de financiamento da seguinte forma:

- **Empréstimos:** não necessariamente são considerados modelos de financiamentos, mas são utilizados com muita frequência para compor as origens de recursos para o financiamento da construção de infraestrutura para mobilidade urbana. Dada sua relevância, serão inseridos no contexto da análise proposta;
- **Tributação Adicional de Combustível:** O mecanismo é uma tributação adicional em áreas de maior congestionamento sobre o consumo de combustíveis dos automóveis particulares, cujo objetivo é a busca da criação de fundos para investimentos em manutenção das vias urbanas. No Brasil existe a CIDE-Combustíveis, Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico, regulamentada pela Lei 10.336/2001 (BRASIL, 2001);
- **Pedágio Urbano:** A lógica do pedágio urbano é compensar o custo do transporte de um carro adicional, que para os proprietários (custo marginal), é inferior ao custo marginal efetivo que estes causam no trânsito: o tempo, o custo do veículo, custo de manutenção marginal de outros usuários de automóveis, emissão de poluentes e influência de congestionamento;
- **Land Value Capture:** O objetivo central do ganho em valores das propriedades é recuperar o custo de capital do investimento no transporte, capturando o incremento no valor da terra resultante de investimentos em transportes (MEDDA, 2011). Estes são semelhantes aos impostos sobre a propriedade, mas são considerados os valores que derivam benefício financeiro com a oferta local de serviços públicos, seja melhorando acessibilidade oferecendo condições de uma mobilidade ativa, ou a construção de uma linha de metrô (OLSEN e FEARNLEY, 2014);
- **Operações urbanas Consorciadas:** Nesta modalidade, o setor público, ao definir o zoneamento urbano, estabelece no Plano Diretor a relação entre área edificável e a área do terreno, sendo chamado de coeficiente de aproveitamento básico (CAB). Sobre o coeficiente de aproveitamento é oferecida a possibilidade de edificar acima do CAB, constituindo um potencial adicional construtivo, mediante a contrapartida, que é a Outorga Onerosa do Direito de Construir. Com isso, o objetivo é “requalificar uma área da cidade ou para implantar e/ou ampliar infraestruturas urbanas, por meio de intervenções, em áreas da cidade onde haja interesse imobiliário com demanda

acima dos limites estabelecidos pela legislação urbanística” (CDURP, 2014, p.28).

A Tabela 1, apresenta um comparativo remissivo, pontuando vantagens e desvantagens de cada uma destas modalidades.

Modelo	Vantagens	Desvantagens
Empréstimos	Existência de Bancos de desenvolvimento internos e externos com recursos para mobilidade urbana	-Geração passivo para o contratante; -Comum que o orçamento do projeto seja subestimado, gerando mais dispêndios.
Tributação Combustível (CIDE-Combustíveis)	Distribuição dos recursos para todos os entes federados.	-Sua aplicação no Brasil, com diversas alterações, e até a redução à zero, provocou insegurança institucional. As municipalidades não sabem quando e até quando podem contar com o recurso.
Pedágio Urbano	-Geração de receita extra orçamentária, possível capacidade de financiar investimentos e custos da mobilidade urbana; -Apresenta capacidade na redução de congestionamentos;	-Oposição da opinião pública vem dificultando a implantação em diversas cidades do mundo; - Ainda não aplicado no Brasil.
Ganho em Valores das Propriedades	-Não representa aumento de dispêndio público – governo e cidadão: apenas ocorre a captura da valorização das propriedades provenientes da melhoria da mobilidade urbana -Geração de Receitas para diversas fases do projeto: financiamento, implantação, operação e expansão; - Forte relação entre transportes e uso do solo	-No Brasil, ainda não está claro sua participação na arrecadação do IPTU.
Operações Urbanas Consorciadas	-Alavancagem financeira para financiamento, sem necessidade de especulação imobiliária; -Revitalização e reordenamento de áreas específicas;	-O <i>rent-seeking</i> pode provocar gentrificação; -Mesmo com a alta capacidade de captar volumes vultuosos de recursos na operação financeira das Cepacs, não há foco na geração de receitas na exploração econômica das OUC.

Tabela 1 – Comparativo remissivo das modalidades de financiamento da mobilidade urbana

É possível identificar, que dentro do que a Lei 12.587/2012 (Brasil, 2012) define como fontes de financiamento não tarifárias, as formas de financiamento podem ser categorizadas, e conforme a Figura 1, classificados entre as que geram receitas sem

dispêndio público.

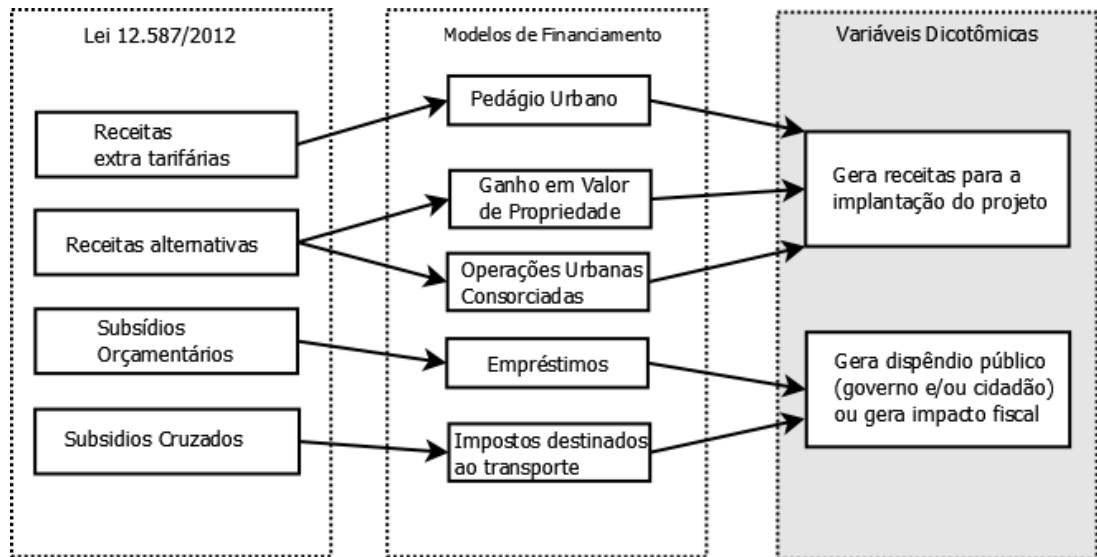


Fig. 1 - Categorização dos modelos de financiamento

Essa categorização dos projetos em duas variáveis dicotômicas (zero para projetos que geram dispêndios e um para as que geram receitas) permite verificar a sustentabilidade financeira dos projetos, independente do modelo adotado. O importante é que transformados em dados de saída como valores de uma variável que identifique o financiamento, seja possível diferenciar os projetos que possuem a preocupação de serem financiados por geração de receitas, e os que, de forma direta ou indireta, geram dispêndio público.

2.4 Escalonamento Multidimensional (EMD)

Conforme apontam Machado, *et al.* (2011), as técnicas de Escalonamento Multidimensional são desenvolvidas para realizar representações espaciais de objetos e estímulos complexos sobre como as pessoas fazem julgamentos, que representam cada objeto, a exemplo de um ponto em um espaço dimensional. O Escalonamento Multidimensional (EMD) busca representar medidas de proximidade entre objetos de tal forma que seja possível uma inspeção visual, incorporando dimensões suficientemente capazes de representar a similaridade ou dissimilaridade entre os pares de objetos (SOUZA, 2010).

A medida de distância usualmente utilizada em EMD é a distância Euclidiana. Conforme Esmalifalak *et al.* (2015), a métrica euclidiana é uma função $d: R^M \times R^M \rightarrow \mathbb{R}$ que designa a quaisquer dois vetores (objetos, indivíduos, projetos) $i = i_1, \dots, i_m$ e $j = j_1, \dots, j_m$ e $m = 1, \dots, M$ espaço dimensão, que dará a distância entre quaisquer dois vetores.

Cardoso Junior e Scarpel (2010, p.6) apontam que o Escalonamento Multidimensional produz uma Matriz das distâncias d_{ij} e procura encontrar a disposição dos pontos no espaço com M -dimensões, “de tal forma que as coordenadas dos n pontos ao longo das dimensões produza uma matriz de distâncias Euclidianas cujos

elementos estão tão próximos quanto possível aos elementos da matriz de distâncias”. A diferença entre essas duas matrizes representa um ruído dada a imprecisão na medida, e conforme Souza (2010), quantificável pela soma de todos os erros sobre os pares (i,j), definido por Kruskal (1964) por nível de Stress.

Para auxiliar a definição da quantidade de dimensões suficientes, os métodos *Elbow Criterion* e o Diagrama de Shepard atendem aos testes adotados na bibliografia de EMD e amplamente utilizados. O *Elbow Criterion*, ou Teste do cotovelo, relaciona o Stress de Kruskal com a dimensionalidade. Após o cálculo das distâncias entre cada par de pontos, obtido o nível de Stress entre as distâncias e as disparidades, sendo esse nível considerado alto, os pontos deverão ser movidos para minimizar o Stress; caso esse esteja baixo, o Mapa Perceptual poderá ser construído.

Os mapas perceptuais representam quão distantes os objetos estão uns dos outros, indicando a dissimilaridade entre eles, mas a disposição espacial não indica qual o melhor ponto, ou qual deverá ser o critério de seleção e priorização. Para Hair *et al.* (2009) alcançar este fim é possível com a inclusão de um ponto que represente a combinação perfeita entre os atributos, indicando um objeto ideal que sirva de referência para identificar quão distante os objetos estão do ponto ideal (PI).

3 | METODOLOGIA PARA ANÁLISE E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA URBANA

O modelo de avaliação que se pretende propor, tem como pressuposto, que os benefícios estimados em análises CBA podem ser compreendidos tal como efeitos de um processo de causa e consequência, sendo que a configuração urbana pode contribuir com a formação de congestionamentos, número de acidentes, população atendida, tempo de viagem e consumo de combustível, entre outros. Outro pressuposto que fundamenta a proposição deste novo modelo está na necessidade de indicar a sustentabilidade financeira do projeto, sendo importante priorizar projetos que não causem impactos fiscais e tarifários.

Esses dois novos conceitos, somados às análises financeiras e econômicas utilizadas atualmente nos PDTMs, servem como fonte de origem dos dados de entrada para o tratamento estatístico. A estrutura do método de classificação e priorização, dividida em oito etapas para permitir a classificação e priorização da amostra a partir dos mapas perceptuais, que apontam a distância relativa dos projetos, considerando o conjunto de variáveis proposto:

- Primeira Etapa: Seleção dos PDTMs
- Segunda Etapa: Identificação da Avaliação Financeira e Econômica
- Terceira Etapa: Elaboração dos Mapas de Segmentos
- Quarta Etapa: Identificação dos Métodos de Financiamento

- Quinta Etapa: Construção do Ponto Ideal (PI)
- Sexta Etapa: Padronização dos dados de entrada
- Sétima Etapa: Aplicação EMD
- Oitava Etapa: Classificação e Priorização dos Projetos

Existe a preocupação do tratamento dos dados para que ocorra uma padronização entre estes, evitando discrepância entre as variáveis e que algumas se beneficiem sobre as outras pelo gradiente de seus dados de entrada. Assim, para realizar o Escalonamento Multidimensional, o uso das variáveis padronizadas pelo escore-z representa que as variáveis terão a mesma influência nas distâncias euclidianas das variáveis dos projetos.

4 | APLICAÇÃO DO MODELO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a realização de um estudo de caso, foi proposto uma amostra de cidades com PDMT apresentados ao Ministério das Cidades no Programa PAC2 Mobilidade Grandes Cidades e que possuem todas as variáveis desejadas para o modelo. As cidades selecionadas foram Belém (PA), Brasília (DF) e Manaus (AM). Será adicionada a cidade de Cuiabá (MT), que possui mapa axial e o projeto de mobilidade, porém não possui os indicadores de viabilidade econômica. O motivo desta inclusão é observar se o modelo vai conseguir diferenciar Cuiabá (MT) de forma negativa em relação às outras três cidades que possuem todas as variáveis, objetivando identificar se o Escalonamento Multidimensional irá transmitir em seus resultados a deficiência na falta de indicadores de viabilidade econômica do projeto desta cidade.

A principal contribuição do modelo aqui proposto é a ideia de Ponto Ideal (PI), para seguir de ponto de comparação relativa entre projetos, mas também, sua definição é um grande desafio. Isso se dá pelo fato das diretrizes e os objetivos das políticas públicas não deixarem claro ‘o quanto’ espera de melhora da mobilidade e ‘o como’, apenas evidenciando ‘o que se espera’. Para tanto, para a construção deste PI serão utilizados os maiores valores de cada variável da amostra. Assim, servirá como referencial para verificar qual é o melhor projeto em relação aos demais, e suas dissimilaridades.

4.1 Dados de Entrada do Modelo

Para atender a sexta etapa, os valores levantados para a aplicação no Escalonamento Multidimensional, os projetos possuem os seguintes valores nominais, conforme Tabela 2

Grupo	Variável	Belém	Brasília	Cuiabá	Manaus	PI
Financiamento	Tipo de Modelo	0	0	0	0	0
Econômica	TIR	41%	37,78%	0	21%	41%
	B/C	2,53	3,66	0	1,36	3,66
Topológica	Varição Integração Média	6,31%	1,60%	-0,60%	8,03%	8,03%
	Varição da Profundidade Média	7,50%	1,04%	-1,37%	5,38%	7,50%

Tabela 2 - Dados de Entrada (valores nominais)

O uso do escore-Z para padronizar dados, que servirão de fato como dados de entrada são apresentados na Tabela 3.

Grupo	Variável Cidade	Belém	Brasília	Cuiabá	Manaus	PI-1
Financiamento	Tipo de Modelo	0	0	0	0	0
Econômica	TIR	0,722	0,541	-1,582	-0,402	0,722
	B/C	0,181	0,901	-1,424	-0,560	0,901
Topológica	Varição Integração Média	0,414	-0,778	-1,335	0,849	0,849
	Número simétrico da Varição da Profundidade Média	0,872	-0,742	-1,345	0,342	0,872

Tabela 3 – Dados de entrada (escore-Z)

4.2 Aplicação do Escalonamento Multidimensional

Para atender o proposto para a sétima etapa iniciou-se com a geração da matriz de proximidade, uma matriz quadrática, considerando a distância euclidiana entre as variáveis dos projetos para calcular a dissimilaridade entre estes projetos, conforme Tabela 4.

	Belém	Brasília	Cuiabá	Manaus	PI
Belém	0	2,140	3,983	1,511	0,842
Brasília	2,140	0	3,254	2,617	2,300
Cuiabá	3,983	3,254	0	3,123	1,918

Manaus	1,511	2,617	3,123	0	1,918
PI	0,842	2,300	4,517	1,918	0

Tabela 4 - Matriz Quadrática

Com os dados da matriz quadrática da Tabela 4, é possível a geração do Mapa Perceptual, conforme Figura 2 abaixo.

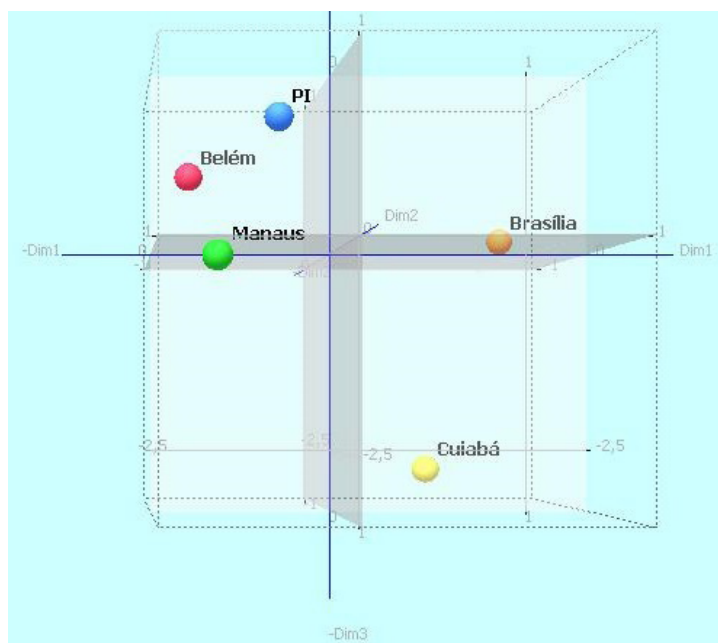


Fig. 2 - Mapa Perceptual com 3 dimensões

A análise do Mapa Perceptual permitiu identificar visualmente que Cuiabá manteve-se distante de todos os projetos, assim como do Ponto Ideal. Esperava-se do modelo que isso acontecesse, pois, o projeto de Cuiabá apresentou desempenho negativo em todas as dimensões. Se Cuiabá se aproximasse do PI, ou dos demais projetos, isso seria motivo suficiente para refutar o modelo, o que não ocorreu.

Por fim, os dados de saídas para análise da dissimilaridade entre pontos, são apresentados na Tabela 5, apontando todas as distâncias entre os projetos.

Par	Dissimilaridade	Distância	Rank (Dissimilaridade)	Rank (Distância)
Belém – PI	0,842	0,843	1	1
Belém - Manaus	1,511	1,509	2	2
Manaus - PI	1,918	1,912	3	3
Belém - Brasília	2,140	2,138	4	4
Brasília - PI	2,300	2,296	5	5
Brasília - Manaus	2,617	2,624	6	6
Cuiabá - Manaus	3,123	3,116	7	7
Brasília - Cuiabá	3,254	3,250	8	8
Belém - Cuiabá	3,983	3,987	9	9

Cuiabá - PI	4,517	4,524	10	10
-------------	-------	-------	----	----

Tabela 5- Comparativo entre pares de projetos

4.3 Análise dos Resultados

O PI foi definido para identificar o melhor projeto entre o grupo da amostra e neste cenário identificou-se, o melhor projeto da amostra: Belém, pois foi o que mais se aproximou do Ponto Ideal, conforme Tabela 6.

Par	Dissimilaridade	Distância	Rank (Dissimilaridade)	Rank (Distância)
Belém - PI	0,843	0,843	1	1
Manaus - PI	1,912	1,912	3	3
Brasília - PI	2,296	2,296	5	5
Cuiabá - PI	4,524	4,524	10	10

Tabela 6 - Ranking das distâncias dos projetos em relação ao PI

Belém possui a maior TIR entre os projetos (41%) e a melhor variação de profundidade média (redução de 7,50%), e mesmo não sendo o melhor em razão Benefício/Custo e Integração média, possui valores consideráveis para estas variáveis. Belém e Cuiabá eram extremos da amostra e se o modelo não apontasse essa condição deveria ser refutado, o que não ocorreu.

Manaus está mais próximo do PI que Brasília, e Cuiabá que está distante de todos. Quando se compara a distância relativa entre os projetos, Belém e Manaus estão muito próximos sendo no ranking a menor distância no mapa perceptual, o que permite agrupá-los como bons projetos, visto que possuem os melhores desempenhos em todas variáveis. Brasília poderia ser enquadrado como um projeto intermediário, pois mesmo estando na terceira posição de distância relativa de PI, manteve-se distante de Cuiabá.

5 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O uso de EMD com a aplicação de variáveis econômicas, financeiras e espaciais mostrou-se coerente para facilitar a tomada de decisão, seja para apontar o melhor projeto, seja para identificar quão próximos e/ou distantes estão dos objetivos de determinada política pública estejam. Essa última questão é de importância sem precedentes na administração pública, pois permite que mesmo projetos que se destacam entre os demais não sejam aprovados, caso não atendam ao conjunto de condições para o alcance dos objetivos propostos nesses programas.

Especificamente na amostra avaliada, cidades com bons desempenhos nas

diversas variáveis apresentaram mais proximidade relativa aos Pontos Ideais, como Belém e Manaus. Por sua vez, para Cuiabá, que possuía valores desfavoráveis em diversas variáveis o modelo conseguiu evidenciar sua incapacidade de promover melhora na mobilidade urbana. A hipótese de que um modelo que utilizasse essas três dimensões poderia melhorar e deixar mais claro o processo de seleção e priorização de projetos de mobilidade urbana foi confirmado e o modelo em questão se mostrou robusto.

Também foi possível identificar que o EMD consegue agrupar projetos com desempenhos semelhantes, podendo ser possível definir grupos a serem priorizados em determinados programas de investimento em mobilidade urbana, bem como grupos de projetos que devam ser descartados da avaliação.

REFERÊNCIAS

Assaf Neto, A. (2011) *Curso de Administração Financeira*. 2ª Ed. São Paulo; Ed. Atlas.

Barros, A. P. B. G (2006) Estudo exploratório da Sintaxe Espacial como ferramenta de alocação de tráfego. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. 171p

Barros, A. P. B. G (2014). *Diz-me como andas que te direi onde estás: inserção do aspecto relacional na análise da mobilidade urbana para o pedestre*. Tese de Doutorado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. 372p

Barros, A. P.B.G.; Medeiros, V. A. S.; Silva, P. C. M.; Holanda, F. R. B. (2008) Análise de sistemas de transporte urbano por meio da Sintaxe Espacial. *5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia*. Maputo. Moçambique.

Brasil (2001). Lei n. 10.336 de 19 de dezembro de 2001. *Institui Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico incidente sobre a importação e a comercialização de petróleo e seus derivados, gás natural e seus derivados, e álcool etílico combustível (Cide), e dá outras providências*. Brasília, Distrito Federal.

Brasil (2012) Lei n. 12.587 de 3 de janeiro de 2012. *Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, e dá outras providências*. Brasília, Distrito Federal.

Brigham, E. F.; Ehrhardt, M. C. (2012). *Administração Financeira: Teoria e Prática*. Tradução da 13ª Edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning.

Cardoso Junior, M.M., Scarpel, R.A. (2010) Construção do mapa perceptual dos riscos socioambientais utilizando o escalonamento multidimensional (MDS). *XXX Encontro Nacional de Engenharia da Produção*. São Carlos, SP.

CDURP (2014) *Registro de Operação Urbana Consorciada da Região do Porto do Rio de Janeiro*. Código ISIN nº. BRMCRJCPA003. BMFBovespa.

Dalbem, M.C.; Brandão, L.; Macedo-Soares, T.D.L.A. (2010) Avaliação Econômica de Projetos de Transporte: melhores práticas e recomendações para o Brasil. *Revista de Administração Pública*. Rio de Janeiro 44(1), p. 87-117.

Esmalifalak, H., Ajirlou, A. I., Behrouz, S. P., Esmalifalak, M. (2015). (Dis) integration levels across global stock markets: A multidimensional scaling and cluster analysis. *Expert Systems with Applications*, 42(22), 8393-8402.

- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman.
- Herdeiro, R. F. C. (2012) Escalonamento Multidimensional. In: Corrar, L. J.; Paulo, E.; Dias Filho, J. M. (Org.) *Análise multivariada*. 1ª Ed. 4 Reimpressão. São Paulo: Atlas.
- Hillier, B. (2001) *Space is the machine*. Londres: Cambridge Press.
- Kruskal, J. B. (1964). Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*, 29(1), 1-27.
- Lima Neto, V. C.; Galindo, E. P. (2013) Planos de Mobilidade Urbana: Instrumento efetivo da Política Pública de Mobilidade? *Mobilidade, Cidade e Território*, Paranoá nº. 9.
- Machado, J. T.; Duarte, F. B.; Duarte, G. M. (2011). *Analysis of stock market indices through multidimensional scaling*. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 16(12), 4610-4618.
- Medda, F. (2011) Land value finance: Resources for public transport. In: R. Sietching ed. *Innovative land and property taxation*. Nairobi, Kenya: UN Habitat. pp. 42-54.
- Medeiros, V. (2013) *Urbis Brasiliae: o labirinto das cidades brasileiras*. Brasília: Editora UnB. 612p.
- Olsen, S.; Fearnley, N. (2014) Policy transfer of public transport funding schemes—The case of Norway. *Research in Transportation Economics*.
- Paranaíba, A. (2016) Os Danos Sociais e Econômicos dos Subsídios na Mobilidade Urbana do Brasil., *MISES: Interdisciplinary Journal of Philosophy, Law and Economics*, 4(2), p. 411-417. doi: <https://doi.org/10.30800/mises.2016.v4.141>.
- Rodriguez Dias, C.; Sakr, F. L. (2014). Centralidade urbana: configuração espacial e condições socioeconômicas na cidade de São Paulo, Brasil. *Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo (6è: 2014: Barcelona, Bogotá)*.
- Souza, E.C (2010) *Os métodos biplot e escalonamento multidimensional nos delineamentos experimentais*. 135p. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP.
- TCU (2015) Tribunal de Contas da União. *Relatório de auditoria operacional, governança em políticas públicas de mobilidade*. TC 020.745/2014-1. TCU. Brasília-DF.

A QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO COMO MEIO SUSTENTÁVEL DE MOBILIDADE URBANA EM MANAUS

Maximillian Nascimento da Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas
Manaus - Amazonas

Jussara Socorro Cury Maciel

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas
Manaus - Amazonas

RESUMO: Percebe-se que, com o crescimento populacional das cidades, o surgimento dos Polos Múltiplos Geradores de Viagens (PMGV) em Manaus e a periferização da população, as cidades vem sofrendo impactos negativos na mobilidade. Aliado a percepção de qualidade do transporte público ofertada pelo poder público, percebe-se a preferência de utilização dos transportes individuais motorizados ao invés de modos coletivos. Analisando os conceitos de Polos Múltiplos Geradores de Viagens, acessibilidade, mobilidade, mobilidade sustentável e, principalmente, qualidade do transporte público por ônibus, além utilizar uma escala espacial dentro dos limites da cidade de Manaus, o presente artigo tem por objetivo analisar qualitativamente os indicadores de qualidade do transporte público coletivo por ônibus e indicar propostas de mensuração da qualidade dos modos coletivos, de forma que possam atingir as dimensões econômica, social

e ambiental, pois são estruturas da mobilidade sustentável (Pedro *et al.*, 2017), visto que este meio de transporte seja produtivo, inclusivo, seguro, justo e verde (Portugal e Silva, 2017), promovendo assim uma acessibilidade com a real função no desenvolvimento urbanístico equilibrado e na mobilidade de forma sustentável. Foram realizadas revisões bibliográficas de autores consagrados, coleta e tratamento de dados cedidos pelo poder público e análise de questionários por meio eletrônico, onde, após utilização do software LE SPHINX para compilar os dados em relação à percepção dos usuários de transporte público, foi possível confirmar a tendência preocupante na perda da bilhetagem dos transportes por ônibus e único modo de transporte coletivo existente, o que indica a necessidade de ações e investimentos em outros modos de transporte e melhoria da qualidade do modo existente. Com isso, este trabalho vem identificar as deficiências, na perspectiva do usuário, sobre a ótica da qualidade no transporte público por ônibus em Manaus para que, desta forma, colabore com o poder público na transformação, gradual e necessária, de uma mobilidade convencional para mobilidade sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade no transporte, mobilidade sustentável, transporte público.

THE QUALITY OF COLLECTIVE PUBLIC TRANSPORT AS A SUSTAINABLE ENVIRONMENT OF URBAN MOBILITY IN MANAUS

ABSTRACT: It is noticed that, with the population growth of cities, the emergence of Multi-Generating Poles of Travel (PMGV) in Manaus and the peripherization of the population, cities have suffered negative impacts on mobility. Allied to the perception of the quality of the public transport offered by the public authorities, it is perceived the preference for the use of individual motorized transport instead of collective modes. Analyzing the concepts of Trip Generator Mult-Pole, accessibility, mobility, sustainable mobility and, especially, the quality of public transportation by bus, in addition to using a spatial scale within the limits of the city of Manaus, this article aims to qualitatively analyze the indicators of the quality of the collective public transport by bus and indicate proposals for measuring the quality of collective modes, so that they can reach the economic, social and environmental dimensions, being structures of sustainable mobility, whereas this means of transport is productive, inclusive, secure, fair and green, thus promoting accessibility with the real function in a balanced urban development and sustainable mobility. Bibliographic reviews of consecrated authors, the collection and treatment of data provided by the public authority and the analysis of questionnaires by electronic means were carried out, where, after using LE SPHINX software to compile the data related to the perception of public transport users, it was possible to confirm the worrying trend of the loss of transportation fares by buses, the only existing mode of transportation, which indicates the need for actions and investments in other modes of transport and improvement of the quality of the existing mode. Hence, this paper identifies the deficiencies, from the perspective of the user, on the quality optics of public transport by buses in Manaus so that, in this way, it collaborates with the public authorities in the gradual and necessary transformation of conventional mobility to sustainable mobility.

KEYWORDS: quality in transportation, sustainable mobility, public transportation.

1 | INTRODUÇÃO

Entre as décadas de 70 e 90, a população de Manaus passou de 473.548 para 1.011.403 habitantes, levando o desenvolvimento econômico para áreas mais afastadas da Zona Central de Negócios (ZCN). Desta última década em diante, mais precisamente até 2015 a população dobrou novamente, passando para 2.020.311 habitantes (PMM, 2015), impactando diretamente no sistema viário da cidade.

Nesse contexto, para Costa e Maciel (2017), o forte desenvolvimento econômico da Zona Oeste de Manaus, comprovados pelo adensamento de Polos Geradores de Viagens (PGV) residenciais verticais e de Polos Múltiplos Geradores de Viagens (PMGV), que podem ser definidos como um conjunto de empreendimentos com duas ou mais categorias de uso do solo (Goldner *et al.*, 2010), causaram problemas de saturação viária local, já que o aumento de 23% na taxa de geração de viagens veicular entre 2012 e 2016, com tendência de crescimento, indica a preferência do uso

de transporte individual ao invés de transportes mais sustentáveis como o transporte coletivo por ônibus, por exemplo.

São várias as descrições de mobilidade urbana, causando dificuldade no entendimento e distinção das definições de termos próximos, porém, para Pedro *et al.* (2017) a mobilidade é atribuída ao “movimento ou movimentação de pessoas e bens expresso pelos padrões de viagens, individuais ou de uma localidade, em termos de quantidade, mas também qualidade, considerando não só as internalidades (usuários) como externalidades (sociedade)”.

A política pública que incentiva a mudança de comportamento das pessoas em relação à maneira de se deslocar, privilegiando os modos de transporte sustentáveis, é uma das abordagens que refletem avanços na mobilidade e que resultam em maior justiça social, proteção ao meio ambiente e eficiência econômica, além de contribuir para melhoria da problemática dos congestionamentos (Portugal e Mello, 2017; Pedro *et al.*, 2017), tendo essa denominação de Gerenciamento da Mobilidade (*Mobility Management* – MN).

Os deslocamentos de pessoas nas cidades se dão com a utilização dos meios de transportes disponíveis e são motivados por diversos fins, tais como: trabalho, estudo, compras, saúde, lazer e outras necessidades individuais. Desta forma, o modo de transporte a ser escolhido é determinado de acordo com a disponibilidade, preferência, qualidade do serviço, questões econômicas e geográficas, buscando-se, desta forma, uma melhor qualidade de vida no uso e ocupação do solo em relação ao transporte.

2 | CARACTERIZAÇÃO DA MOBILIDADE / MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

A Mobilidade, pura e simples, possui ênfase nas viagens, mas valorizando os seus aspectos **quantitativos** e atendimento da demanda resultante das condições individuais e de acessibilidade, podendo ser conceituada como um instrumento integrador e orientado à mobilidade, pois garante a articulação da distribuição espacial do uso do solo e da oferta de serviços de transportes (Portugal e Mello, 2017; Jones, 2014; Portugal *et al.*, 2017). Conseqüentemente, com esse conceito isolado torna-se um incentivo ao uso dos automóveis e à consolidação de um padrão de deslocamentos provocados pela ocupação do solo existente.

Com a inclusão da sustentabilidade nesse entendimento de mobilidade, amplia-se a lógica para **qualitativa**, considerando os aspectos econômicos, sociais e ambientais. Há também a inclusão de novas dimensões, com abordagem multimodal de transporte coletivo, intersetorial e interdisciplinaridade, destacando a integração entre transporte, acessibilidade e uso do solo nas diversas escalas. Com isso, visa potencializar os impactos positivos e minimizar os negativos (Portugal e Mello, 2017; Jones, 2014; Pedro *et al.*, 2017).

Sendo assim, Mobilidade Sustentável é a caracterização da união dos conceitos de mobilidade urbana com o desenvolvimento sustentável, que é o contentamento

da necessidade do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades conforme definição da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (*Sustainable Development Commission - SDC*), órgão público não governamental do Reino Unido.

Nesse sentido, a mobilidade urbana em Manaus enquadra-se perfeitamente na primeira conceituação, pois, embora políticas públicas para futura implantação de novos modos de transporte coletivo sustentável, como o modelo de *Bus Rapid Transit - BRT* (PMM, 2015) - sistema de maior foco para investimento em transporte público na América do Sul (Jones, 2014) - e sugestões de intermodalidade com o transporte hidroviário, conforme estudo realizado por Carvalho e Maciel (2017), as taxas de aquisições de veículos individuais, principalmente motos, estão aumentando constante, enquanto as taxas dos demais veículos estão diminuindo, demonstrada na comparação da Figura 1.

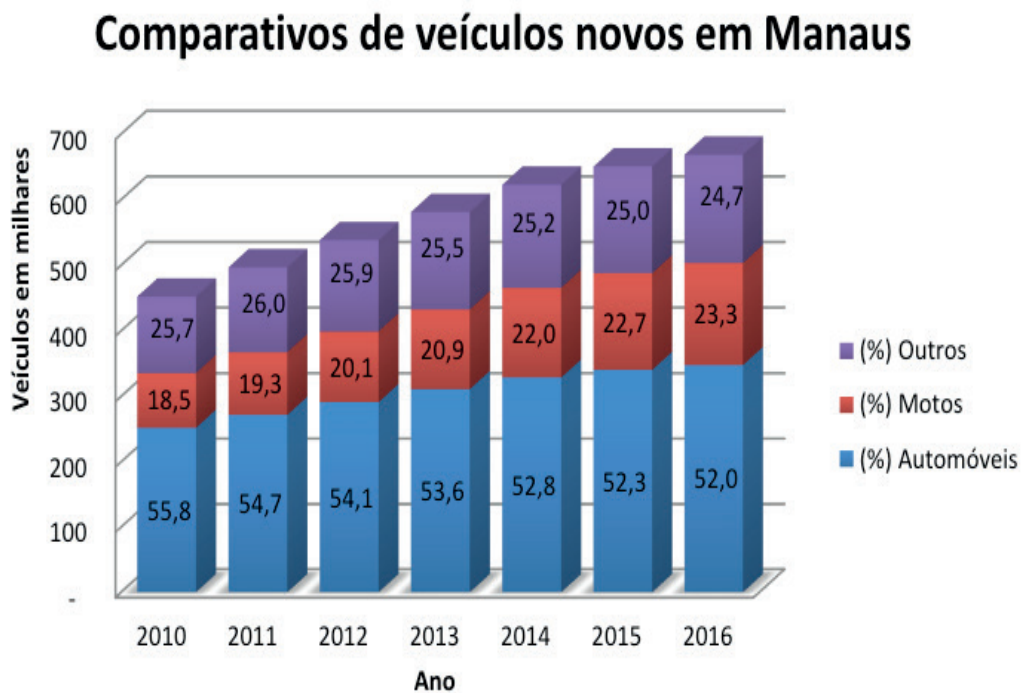


Fig. 1 Comparativo de veículos novos em Manaus

Fonte: IBGE (2017)

Em contrapartida ao evento de aquisições de veículos individuais (automóveis e motocicletas), a demanda de usuários pelo transporte coletivo (mais sustentável) está em queda bastante acentuada, assim demonstrada pela Figura 2, o que merece uma investigação sobre os possíveis efeitos que estão levando os usuários a tal comportamento.

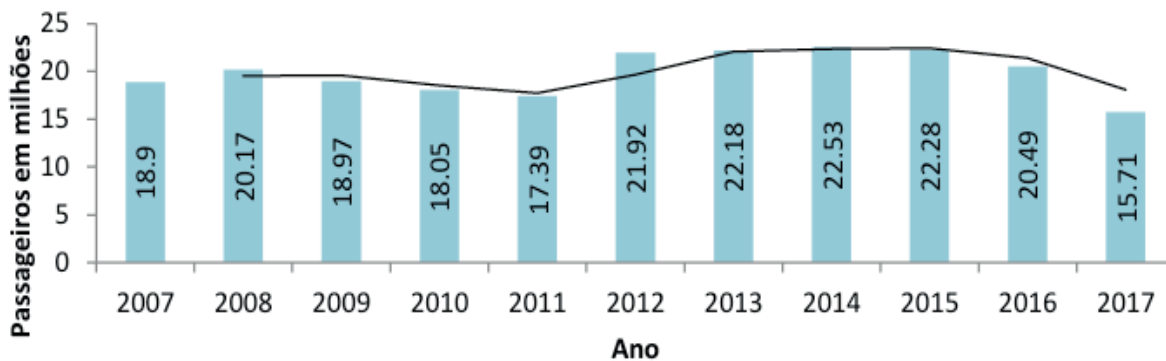


Fig. 2 Demanda de passageiros de transporte público por ônibus em Manaus (média/ano)

Fonte: Superintendência Municipal de Transporte Público de Manaus (SMTU)

No âmbito nacional, segundo Portugal e Silva (2017) e Costa (2008), o uso de indicadores de mobilidade sustentável é incipiente, prevalecendo a utilização de indicadores tradicionais e isolados, como números de viagens. Sendo que, os indicadores, assim como as dimensões e atributos são componentes de um determinado índice (desenvolvimento, qualidade, mobilidade, sustentabilidade, etc) e deve ser selecionado de acordo com a relevância, representatividade, de fácil compreensão, disponível, mensurável, confiável e universal.

Assim, verificado no Plano de Mobilidade de Manaus (PMM, 2015) que, em 2005, a pesquisa Origem-Destino (OD) na cidade de Manaus indicava participação de 53% do total de viagens diárias, pelos modos terrestre e aquático, por transporte coletivo, enquanto que as viagens de automóveis e motocicletas eram de apenas 15,5%. Porém, em 2014, essa repartição passou para 39,5% das viagens diárias por transporte coletivo e de 30,5% para os modos individuais, conforme Figura 3.

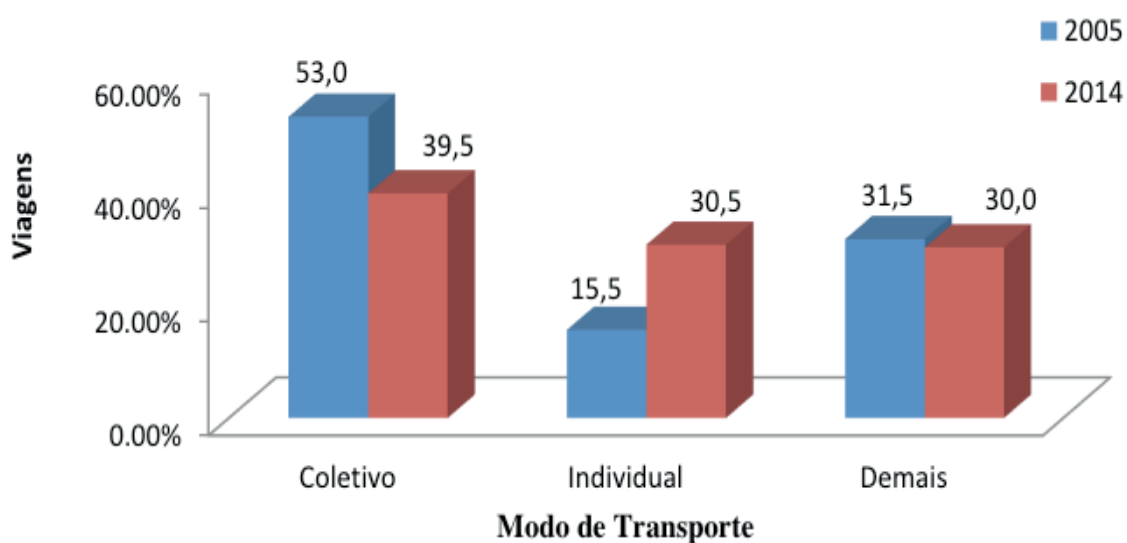


Fig. 3 Evolução de Indicadores de Mobilidade (taxa de viagens)

Fonte: Plano de Mobilidade de Manaus (2015).

Portugal e Silva (2017) afirmam que a mobilidade sustentável pode ser estruturada

em 3 níveis: a) as 3 dimensões da sustentabilidades, b) os 5 atributos e c) os indicadores **associados a padrões de viagens** que melhor configurem situações que reflitam cada atributo, podendo ser organizados em três aspectos que os caracterizam em uma cada localidade: os de natureza quantitativa (indicam déficit ou excesso de viagens), os associados à divisão do modo de transporte (peso das modalidades mais ou menos sustentáveis) e os tempos das viagens efetuadas, onde os conceitos de cada um encontram-se na Tabela 1.

Dimensões	
Econômica	Considera aspectos econômicos (como produtividade, desenvolvimento e eficiência) e ações de impacto no sistema que determinam como os recursos podem ser utilizados para melhorar a vida das pessoas, além da distribuição dos mesmos. Um indicador utilizado para mensurar a dimensão econômica é o PIB per capita.
Social	Reconhece ações de impacto direto nas pessoas, o que pode ajudar ou dificultar o processo de melhoria de qualidade de vida, representada pela cultura, segurança e saúde, igualmente e justiça. A dimensão social pode ser indicada pela expectativa de vida.
Ambiental	Assume ações de impacto nos recursos naturais, renováveis e não renováveis, que compõem o meio ambiente, ajudam a melhorar a vida das pessoas e precisam ser preservados e conservados. Um indicador desse aspecto pode ser o acesso à água potável ou emissão de gases poluentes.
Atributos	
Produtiva	Reflete a mobilidade capaz de promover o uso eficiente dos recursos públicos, além do uso mais racional da infraestrutura de transportes. Traduz-se pelo balanceamento entre a demanda de viagens e a oferta de transporte, direcionada às mobilidades de maior capacidade e de forma integrada, proporcionando padrões operacionais e de viagens mais produtivas.
Inclusiva	Pode ser expressa pelo montante de pessoas que não se deslocam para realizar as suas atividades ou o fazem em condições desfavoráveis ou excludentes, em particular os segmentos mais frágeis e com restrições físicas, como cadeirantes.
Segura	Representa o respeito à vida como a saúde e a integridade física, que configuram direitos do cidadão afetados pelas condições de insegurança nos seus deslocamentos de transportes e pela violência do trânsito.
Justa	Significa qualidade de serviço para todos e se realiza com tempos aceitáveis, principalmente, nas viagens a trabalho e ao ensino, proporcionando condições das pessoas desfrutarem outras atividades e oportunidades, inclusive as de lazer e junto a família, fundamentais para o exercício da cidadania, a qualidade de vida e o bem-estar social.

Verde	Representa o compromisso com viagens baseadas em meios de transportes com energia limpa e em condições tecnológicas e operacionais focadas na redução de impactos ambientais como a poluição atmosférica, sonora e das emissões de gases de efeito estufa.
-------	--

Tabela 1 Conceituações estruturantes da mobilidade sustentável

Fonte: adaptado de Pedro *et al.* (2017); Portugal e Silva (2017)

Desta forma, e não encontrado uma padronização de indicadores de mobilidade sustentável na literatura (a maioria dos trabalhos são relacionados apenas à mobilidade), pode-se aglutinar os conceitos anteriores de indicadores com o de mobilidade sustentável, que são diretamente ligadas a diversos fatores de transporte e acessibilidade. Para tanto, Portugal e Mello (2017) sugerem a utilização de alguns indicadores, conforme Tabela 2, para modelar a mobilidade sustentável.

Dimensões	Atributos	Indicadores
Econômica	Produtiva	Viagens em veículos rodoviários\ km de via VMT (Veículos milhas viajadas) Passageiros por km no sistema metroferroviário
	Inclusiva	% da população que não realiza viagens % de viagens a pé com tempo maior que 30 minutos Viagens per capita
Social	Segura	% de viagens metroferroviárias (mais seguras e menos automóveis na via)
	Justa Socialmente	% de viagens com duração inferior a 1 hora propósitos) Viagens internas/viagens externas na área de estudo

Ambiental.....▶	Verde	% de viagens por transporte não motorizado
		% de viagens por transporte público com uso de energia limpa e de energia renovável

Tabela 2 Estrutura da Mobilidade Sustentável (proposta inicial)

Fonte: adaptado de Mello e Portugal (2017)

3 I QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS

Como conceituado anteriormente, a mobilidade, para ser sustentável, depende de fatores qualitativos. Por este motivo, a percepção dos usuários em relação à qualidade de serviço (QS) do(s) ao(s) meio(s) de transporte coletivo ofertado(s) pelo poder público é fator preponderante para a tomada de decisão na escolha de utilização ou não utilização de modos motorizados individuais (Neves *et al*, 2017; Barcelos *et al*, 2017; Litman, 2017).

Para Cruz e Carvalho (2012), além das definições clássicas de qualidade e padrões de gerenciamento da qualidade, baseadas na ISO, gestão da qualidade total e controle da qualidade total, afirma que “no setor de transporte urbano de passageiros, o enfoque conceitual direciona-se para a satisfação plena do usuário e para a precisa identificação do tipo de oferta desejada”.

Para que sejam reduzidas as viagens por veículos individuais, que são menos eficientes socialmente, mais poluente e de impacto negativo na ocupação do solo, ações como: a) o gerenciamento da demanda por viagens; b) o gerenciamento da capacidade de transporte ofertada; e c) o gerenciamento da qualidade da oferta (Neves *et al*, 2017; Barcelos *et al*, 2017; Litman, 2017) são necessárias, além de investir em transporte de alta capacidade (mais sustentáveis).

O gerenciamento da qualidade da oferta ou qualidade do serviço (QS), baseado na percepção da maioria dos usuários do transporte público coletivo é extremamente necessário para efeito de planejamento, projeto e avaliação contínua do sistema de transporte público por ônibus (Martins, 2015) e sugere os indicadores do serviço adequado ao modo de transporte coletivo, conforme Tabela 3, além de apresentar em sua dissertação diversos pesos e valores de atributos para fins de cálculo de padrão de qualidade.

PARÂMETRO DO SERVIÇO ADEQUADO	DEFINIÇÃO DO PARÂMETRO	INDICADOR EQUIVALENTE	SIGLA	DEFINIÇÃO ADOTADA NO INDICADOR
Regularidade	Prestação do serviço conforme contrato, sem interrupções	Pontualidade	P _N	Oferta do serviço de forma contínua e conforme planejado
Continuidade	Manutenção da oferta em caráter permanente	Tempo	T _E	Tempo de realização da viagem, incluindo transbordos

Eficiência	Atendimento ao usuário com o melhor uso dos recursos	Lotação	L_O	Oferta de lugares e conforto das viagens
Segurança	Confiança oferecida ao usuário na prestação do serviço	Segurança	S_G	Serviço seguro, sem incidência de acidentes e assaltos
Atualidade	Modernidade de técnicas, equipamentos e instalações	Informações	I_F	Uso de técnicas para fornecer informação ao usuário, sem necessidade de solicitação
Generalidade	Serviço com atendimento a todos os usuários, sem distinções	Veículos	V_E	Acesso de pessoas com necessidades especiais e conservação dos veículos
Cortesia	Serviço prestado com urbanidade ao usuário	Tripulação	T_R	Comportamento dos operadores e sua relação com usuários
Modicidade das tarifas	Tarifas compatíveis com a renda do usuário	Tarifa	T_A	Representatividade da tarifa na renda do usuário

Tabela 3 Indicadores do serviço adequado

Fonte: Martins (2015)

4 | METODOLOGIA

Além da uma pesquisa bibliográfica buscando-se uma atualização e entendimento dos conceitos de mobilidade sustentável e qualidade no transporte público por ônibus, foi realizada uma coleta *in loco* de dados atinentes ao transporte público por ônibus de Manaus na Superintendência Municipal de Transportes Urbanos (SMTU), órgão da prefeitura que tem como missão programar ações estratégicas de planejamento, operação e fiscalização que envolva os serviços essenciais de transporte público.

Com o objetivo de verificar a relação entre o fenômeno de evasão de usuários de transporte público por ônibus e a crescente aquisição e utilização de veículos individuais, foram realizadas pesquisas de satisfação com os usuários de transporte coletivo na cidade de Manaus.

Com a utilização do *software* LE SPHINX (Freitas *et al*, 2009), disponível para alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, para inserção de questões, estruturação, tabulação, análise de dados coletados e apresentação dos resultados, a pesquisa foi realizada por meio eletrônico com o intuito de captar o maior número de usuários possíveis e diversificar as localidades/bairros de prestação do serviço.

O questionário foi baseado nos padrões de qualidade indicados pela Tabela 3 (Martins, 2015) e para a determinação do tamanho da amostra foram utilizados cálculos em consonância ao estudo de Oliveira e Grácio (2005) e Barcelos *et al.* (2017) por se tratar de uma amostragem aleatória simples, conforme Equação 1, onde admitindo-

se um erro de 5%, sendo 400 o tamanho mínimo da amostra para o erro tolerável admitido.

$$n_o = \frac{1}{(E_o)^2} \quad \therefore \quad n_o = \frac{1}{(0,05)^2} \quad \therefore \quad n_o = 400 \text{ usuários} \quad (1)$$

Onde:

n_o : tamanho de amostra em função do erro amostral tolerável

E_o : erro amostral tolerável

5 | RESULTADOS

Com o tratamento dos dados amostrais pelo *software* LE SPHINX (Freitas *et al*, 2009) foi possível extrair a Tabela 4 onde se buscou realizar uma comparação entre as variáveis da mobilidade do ponto de vista do usuário do transporte público coletivo por ônibus em Manaus, espelhando assim os fatores da qualidade que podem se tornar atrativos aos usuários de transporte individual, de forma a tornar os modos de transporte coletivo em análise mais sustentável.

Variável / Modalidade	Amostra total
Frequência de atendimento	
Mais de 30 minutos	56%
Entre 15 e 30 minutos	40%
Menos de 15 minutos	4%
Tempo de viagem	
Mais de 30 minutos	72%
Entre 15 e 30 minutos	26%
Menos de 15 minutos	2%
Acessibilidade	
Menos de 250 metros (menos de 5 minutos)	42%
Mais de 400 metros (mais de 8 minutos)	38%
Entre 250 e 400 metros (entre 5 e 8 minutos)	20%
Lotação percurso	
Em pé	80%
Sentado	20%
Lotação	
Pouco espaço	66%
Quase nenhum espaço	30%
Muito espaço	4%
Conforto térmico	
Ruim	46%
Muito ruim	40%
Aceitável	12%
Boa	2%
Características dos ônibus	

Desconfortável	77%
Aceitável	22%
Confortável	1%
Fatores que levariam a utilização de ônibus	
Economicidade em relação aos demais tipos de transporte	48%
Confiabilidade no transporte público (horário)	36%
Segurança (acidentes, assaltos, assédios, integridade física, etc)	36%
Rapidez no deslocamento	26%
Conforto no deslocamento da viagem	26%
Preço justo nas tarifas	24%
Conforto na espera do ônibus	14%
Pior qualidade	
Lotação durante a viagem	40%
Tempo de espera nas paradas	38%
Conforto térmico no interior dos ônibus	16%
Tempo de viagem	8%
Deslocamento à pé	6%
Conforto nas paradas	2%

Tabela 4 Percepção do usuário sobre a qualidade do transporte público em Manaus

Com a coleta dos dados amostrais foi possível identificar as taxas de maior e menor satisfação dos usuários em relação a cada fator de qualidade, ou seja, atributos que podem atrair e/ou afastar o cidadão manauara a um transporte mais sustentável, onde se destacam os Fatores de utilização de ônibus e a percepção sobre o Fator de pior qualidade indicada pelos usuários, conforme Figura 4.

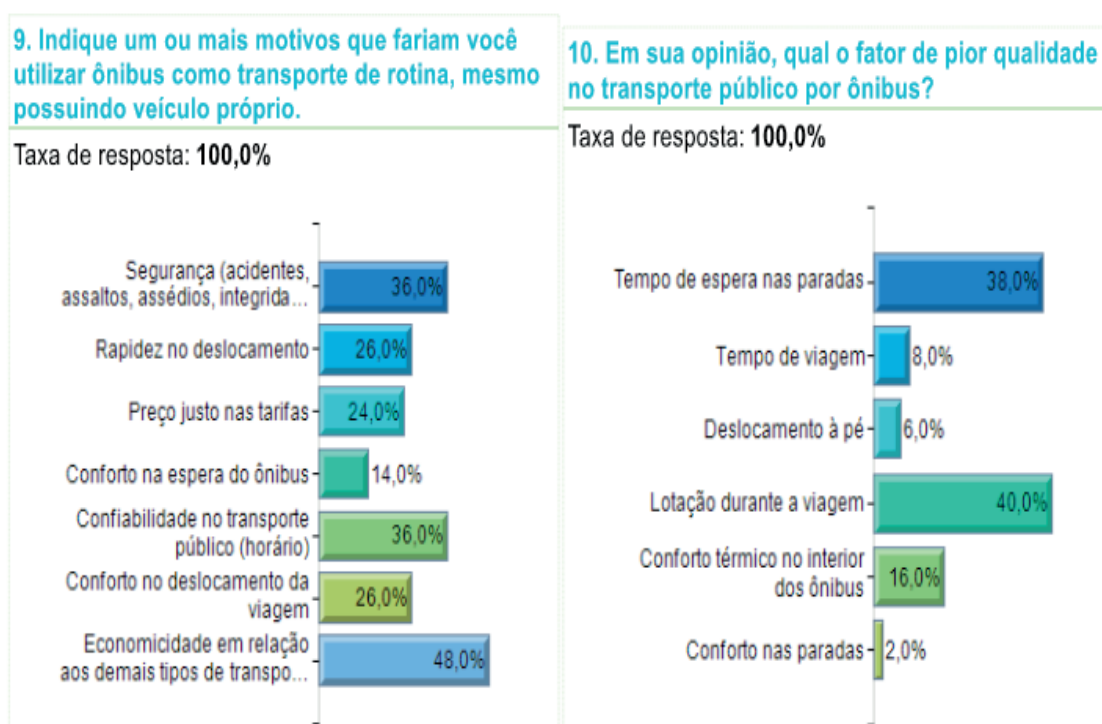


Fig. 4 Percepção de atração ou repulsão ao transporte público por ônibus

6 | CONCLUSÃO

O modo de transporte público coletivo por ônibus é o único meio disponível para a locomoção da população em Manaus. Ocorre que, entre os anos de 2014 e 2017, o sistema de bilhetagem registrou uma queda de 30,3%, chegando a cerca de 6,8 milhões a menos de usuários em 2017 e tendo a linha de tendência média em uma decrescente (Figura 2).

Já as aquisições de veículos individuais estão em uma crescente, Figura 1, principalmente a motocicleta que, em 2016, chegou a 45% da quantidade de automóveis existentes em Manaus enquanto que, em 2010, essa taxa era de 33%, o que demonstra uma tendência na aquisição pelo modo individualizado (motocicleta).

Dentre os fatores de utilização de ônibus (mesmo possuindo veículo próprio), cabem destacar as duas extremidades significativas, ou seja, o percentual que mais favoreceria a utilização do transporte público por ônibus em Manaus, que são: economicidade em relação aos demais tipos de transporte (48%) e o conforto na espera do ônibus (14%), respectivamente.

Com a análise da perspectiva do usuário de transporte público por ônibus em Manaus, o poder público poderá traçar estratégias pontuais e globais para atender as expectativas dos usuários quanto ao aspecto da qualidade, fazendo com isso que o modo de transporte coletivo, aliado a estudo de integração com outros modos coletivos, sejam mais atrativos para a população e favoreça para que a mobilidade seja realmente sustentável.

REFERÊNCIAS

Barcelos, M., Lindau, L. A., Pereira, B. M., Danilevicz, A. M. F., Caten, C. S. ten (2017) **Inferindo a Importância dos Atributos do Transporte Coletivo a partir da Satisfação dos Usuários**, Revista Transportes - ANPET, 25 (5), 26-49.

Carvalho, I. M. R., Maciel, J. S. C. (2017) **Aplicação do Sistema de Transporte Intermodal em Manaus, com ênfase no Transporte Aquático como Alternativa Urbana**, in XV Congresso Rio de Transporte, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 16 – 17 Agosto de 2017.

Costa, M. N., Maciel, J. S. C. (2017) **Shopping Center como Atrativo de Condomínios Verticais e as Influências no Tráfego Viário**, in XXXI Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, Universidade Federal de Pernambuco, 29 Outubro - 01 Novembro 2017.

Costa, M. (2008) **Um índice de mobilidade urbana sustentável**. [Tese de Doutorado em Engenharia Civil]. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos: Universidade de São Paulo.

Cruz, J. A., Carvalho, N. A. (2012) **Transporte Urbano de Passageiros**, in A. M. Valente, E. Passaglia, J. A. Cruz, J. C. Mello, N. A. Carvalho, S. Mayerle e S. Santos, Qualidade e Produtividade nos Transportes, Cengage Learning, São Paulo.

Freitas, H., Muniz, R. J., Costa, R. S., Andriotti, F. K., Freitas, P. (2009) **Guia Prático Sphinx**, Sphinx Brasil, Canoas.

Goldner, L. G., Westphal, D., Freitas, I. M. D. P., Santos, D. V. C. (2010) **Pólos múltiplos geradores de**

viagens (PMGV), Revista Transportes - ANPET, 18 (1), 113-121.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil em Síntese**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manaus/pesquisa/22/28120>. Acessado em 20 de janeiro de 2018.

Jones, P. (2014) **The evolution of urban mobility: the interplay of academic and policy perspectives**. IATSS Research, 38: 7-13.

Litman, T. (2017) **Evaluating Public Transit Criticism: systematic analysis of political attacks on high quality transit, and how transportation professional can effectively respond**. Victoria Transport Policy Institute. Disponível em: <http://vtpi.org/railcrit.pdf> Acessado em 14 de julho de 2018.

Martins, W. T. (2015) Índice de avaliação da qualidade do transporte público por ônibus a partir da definição de serviço adequado. [Dissertação de Mestrado em Transportes]. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Brasília: Universidade de Brasília.

Mello, A. J. R., Portugal, L. S. (2017) **Um procedimento baseado na acessibilidade para a concepção de planos estratégicos de mobilidade urbana: o caso do Brasil**. EURE – Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales, 43 (128), 99-125.

Neves, J. M. J., Pereira, L. F., Portugal, L. S. (2017) **Mobilidade com qualidade**, in L. S. Portugal (org.), Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano, Elsevier, Rio de Janeiro.

Oliveira, E. F. T., Grácio, M. C. C. (2005) **Análise a Respeito do Tamanho de Amostras Aleatórias Simples: uma Aplicação na Área de Ciências da Informação**, DataGramZero, 6 (4), A01-00. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/index.php/article/view/0000007551/9a5658aa8efca8c93f577a1f93a7c081>. Acessado em 16 de abril de 2018.

Pedro, L. M., Silva, M. A. V., Portugal, L. S. (2017) **Desenvolvimento e Mobilidade Sustentáveis**, in L. S. Portugal (org.), Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano, Elsevier, Rio de Janeiro.

PMM – Prefeitura Municipal de Manaus (2015). **Plano de Mobilidade Urbana de Manaus** – PlanMob-Manaus, Manaus, Amazonas. Vol. 1, 312f.

Portugal, L. S., Mello, A. J. R. (2017) **Um Panorama Inicial sobre Transporte, Mobilidade, Acessibilidade e Desenvolvimento Urbano**, in L. S. Portugal (org.), Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano, Elsevier, Rio de Janeiro.

Portugal, L. S., Silva, M. A. V. (2017) Índices de Desenvolvimento e Mobilidade Sustentáveis, in L. S. Portugal (org.), Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano, Elsevier, Rio de Janeiro.

Sustainable Development Commission (SDC). **What is sustainable development**. Disponível em: <http://www.sd-commission.org.uk/pages/what-is-sustainable-development.html>. Acessado em 14 de julho de 2018.

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

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Goiânia
marianadepaiva@gmail.com

Maxion Junio de Alcantara

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Goiânia
maxionjunio@hotmail.com

Filipe de Oliveira Fernandes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Goiânia filipe.spo@gmail.com

Denise Aparecida Ribeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Goiânia
deribeiro4@gmail.com

RESUMO: A implantação de corredores de ônibus são reconhecidos como vantajosos para o sistema de transporte público. Porém, para os usuários de automóveis há controvérsias. Assim, este artigo tem como objetivo avaliar em que medida a implantação de corredor exclusivo para ônibus, aliada à sincronização e priorização semafórica para ônibus, alteram a velocidade, o tempo de viagem, o consumo de combustível e a emissão de poluentes de automóveis e ônibus. O método que subsidiou a avaliação dos cenários *i)* sem sincronização semafórica e sem a implantação de corredor

de ônibus e *ii)* com sincronização semafórica, corredor e priorização semafórica para ônibus; utilizou o simulador de tráfego SUMO – Simulation of Urban Mobility. O estudo de caso foi realizado na Avenida 24 de Outubro, em Goiânia. O Cenário *ii)* gerou um aumento na velocidade média dos automóveis em 16% e redução nos tempos de viagem e na emissão de poluentes em 10,3%.

1 | INTRODUÇÃO

A operação do transporte público por ônibus em vias onde há compartilhamento do espaço viário com outros tipos de veículos gera problemas como congestionamentos e conflitos que reduzem a capacidade de transporte e o nível de serviço da via. A fim de minimizar estes impactos, podem ser utilizadas, por exemplo, medidas de gerenciamento de tráfego que priorizem a circulação de ônibus em interseções. De forma mais abrangente pode-se delimitar faixas de tráfego destinadas à circulação preferencial ou exclusiva para ônibus.

A implantação dos corredores exclusivos para o transporte público urbano por ônibus melhora uma série de indicadores, entre eles tem-se: velocidade de operação, consumo de combustíveis e emissão de poluentes (IPEA,

2011). Porém, o desafio para as cidades é entender como estes indicadores variam ao analisar os demais veículos que circulam na via. Em um primeiro momento, a opinião geral é de que os demais veículos têm estes indicadores alterados em proporção inversa.

Neste sentido, o objetivo deste artigo é avaliar em que medida a implantação de um corredor para ônibus, aliada à sincronização e à priorização semafórica para ônibus, alteram os indicadores de velocidade, tempo de viagem, consumo de combustível e emissão de gases poluentes na atmosfera.

Os resultados encontrados podem comprovar, por meio do uso da simulação de tráfego, que a implantação de corredores para ônibus beneficia tanto os usuários do transporte público como os usuários do automóvel. Para o poder público, esses resultados também servem de subsídio para tomada de decisão, pois comprovam os benefícios da implantação de corredores para ônibus e da sincronização semafórica no que se refere à velocidade de circulação, ao tempo de viagem, ao consumo de combustível e a emissão de poluentes.

Para a análise foi utilizado como estudo de caso a Avenida 24 de Outubro, localizada na cidade brasileira de Goiânia. Ela possui 1,6 km de extensão e concentra 500 unidades comerciais gerando grande movimento de pessoas e mercadorias (Godinho, 2018).

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Transporte Público por Ônibus

O transporte público urbano é um serviço essencial para o funcionamento das cidades, devido à sua relevância para o desenvolvimento econômico e social da população, pois democratiza a mobilidade na medida em que facilita a locomoção das pessoas (Ferraz e Torres, 2004). Economicamente, todos os segmentos da sociedade são beneficiados, direta ou indiretamente, pela existência de uma rede de transporte público, uma vez que permite seus usuários usufruírem de bens e serviços que a vida urbana oferece (Santos, 2003). Os deslocamentos urbanos, no Brasil, são realizados predominantemente por ônibus. Segundo dados da NTU (2017), 45,2% da população usam o ônibus em seus deslocamentos.

O ônibus é uma opção de transporte em substituição ao automóvel, reduzindo assim problemas como congestionamento, emissão de poluentes, acidentes e consumo de energia. A priorização do transporte público diminui os custos com construção e ampliação de vias e estacionamentos e também com operação e controle de tráfego por aproveitar racionalmente o espaço urbano, tornando as cidades mais humanas (Ferraz e Torres, 2004). Neste sentido, o uso racional do espaço viário aliado a um sistema operacional eficiente é fundamental para garantia da mobilidade urbana (Lombardo *et al.*, 2012).

O intenso Tráfego Urbano tem gerado significativos problemas para a humanidade, pois afeta diversas classes sociais, categorias profissionais e qualidade de vida. O congestionamento provocado principalmente pelos automóveis que compartilham espaço com os ônibus prejudica o desempenho do transporte público (Pontes *et al.*, 2014). Em vias de tráfego misto, a operação do transporte público por ônibus sofre com interferências longitudinais e transversais (NTU, 2008) que reduzem a velocidade de circulação dos ônibus, aumentam o tempo de viagem e geram desconforto para seus usuários (NTU, 2002). Diante disso, há necessidade de minimizar os congestionamentos e os tempos perdidos de viagens nos espaços destinados à circulação de ônibus. Para tal, é recomendado considerar a segregação de vias para ônibus, aumentando a velocidade operacional e diminuindo a variabilidade dos tempos de viagens (Lindau *et al.*, 2013). Além disso, pode-se sincronizar os semáforos a fim de evitar paradas em semáforos sequenciais (Gonzaga, 2016) e priorizar os semáforos para ônibus (Silva, 2005), por meio de tecnologias que permitem a comunicação dos veículos com os semáforos. A segregação pode ocorrer de diversas maneiras, dentre as mais utilizadas tem-se a faixa exclusiva, junto ao canteiro central ou na lateral da pista (Silva, 2005).

2.2 Simulação de Tráfego

A simulação de tráfego tem sido utilizada na análise da eficiência da operação de ônibus em faixas exclusivas para transporte público, pois auxilia na avaliação do comportamento de operação da via, por meio, por exemplo, da velocidade veicular, fluxo e da emissão de poluentes (Castilho, 1997).

De acordo com Silva (2001), o comportamento dos veículos nas vias pode ser analisado, conforme a Teoria do Fluxo de Tráfego, por meio de, pelo menos, três níveis de abordagem: macroscópica, microscópica e mesoscópica. O modelo macroscópico preocupa-se em descrever o comportamento das correntes de tráfego. O estudo do comportamento veículo-veículo é dispensável. A análise do tráfego é com o nível de detalhamento baixo, sendo que os veículos não são analisados particularmente e o tráfego é considerado como um elemento único. Os modelos matemáticos da análise macroscópica têm como base a teoria hidrodinâmica dos fluidos, em que se admite um fluxo contínuo do tráfego (Nazareth, 2015).

O modelo microscópico tem como característica o alto nível de detalhamento. No modelo microscópico, a análise ocorre pela observação da integração entre dois veículos consecutivos numa corrente de tráfego. Esse modelo teve como base para seu desenvolvimento os denominados “modelos de perseguição”, que procuram descrever a conduta do elemento motorista-veículo como reação a um estímulo recebido (Nazareth, 2015). A análise microscópica simula o comportamento individual de veículos e motoristas para prever os prováveis impactos relativos a

mudanças nos padrões de tráfego resultado de alterações no fluxo de tráfego ou de mudanças no ambiente físico, como número de faixas, sinalização e outras.

Situado entre o modelo macroscópico e o modelo microscópico, o modelo mesoscópico busca um tratamento individualizado, porém de veículos constituintes das correntes de tráfego, que formam pelotões e que se deslocam no sistema viário (Silva, 2001). O modelo mesoscópico é adequado para o estudo em áreas urbanas e em vias de tráfego interrompida, onde o controle de tráfego é mais rigoroso (Pinheiro, 2011).

Diversos softwares se destacam por seu alto desempenho ao realizar funções, muitas vezes complexas, de forma simples e concisa (Russell e Norvig, 2013). Nos estudos envolvendo tráfego, essas ferramentas computacionais, são conhecidas como simuladores de tráfego e possuem capacidade de reproduzir, com maior ou menor detalhe, a interação entre os três intervenientes do sistema rodoviário: veículo, homem e infraestrutura (Silva, 2001). Como exemplos dos diversos níveis simulação tem-se: Macroscópicos: SATURN, TRANSYT- 7F, NETCELL, KRONOS; Microscópicos: MATSIM, DRACULA, HUTSIM, SITRA-B+, AIMSUN, VISSIM, SUMO; e Mesoscópicos: CONTRAM, DYNAMIT-P, DYNAMIT-X, DYNASMART-P, DYNASMART-X. Alguns desses simuladores de tráfego são livres e de código aberto.

Neste artigo foi utilizado o software SUMO – *Simulation of Urban MObility*, desenvolvido pelo *Institute of Transportation Systems*, por ser um simulador de tráfego livre de código aberto disponível desde 2001. O SUMO possibilita a modelagem de sistemas de tráfego intermodal, incluindo veículos rodoviários, transportes públicos e pedestres. O SUMO possui ferramentas de apoio capazes de realizar tarefas como localização de rota, visualização, importação de rede e cálculo de emissão de poluentes (DLR, 2017).

2.3 Emissão de Poluentes pelos Sistemas de Transportes

Os sistemas de transportes contribuem com uma parcela significativa de poluentes atmosféricos (17%), afetando as diversas classes econômicas e sociais (Betiolo *et al.*, 2009). Entre esses, os principais são os Óxidos de Nitrogênio (NO e NO₂), o Gás Carbônico (CO₂), o Monóxido de Carbono (CO), o Material Particulado (MP) e Hidrocarbonetos (HC) (Vasconcellos, 2006). No entanto, os diferentes tipos de veículos emitem esses poluentes em proporções distintas, conforme pode ser visto na Figura 1.

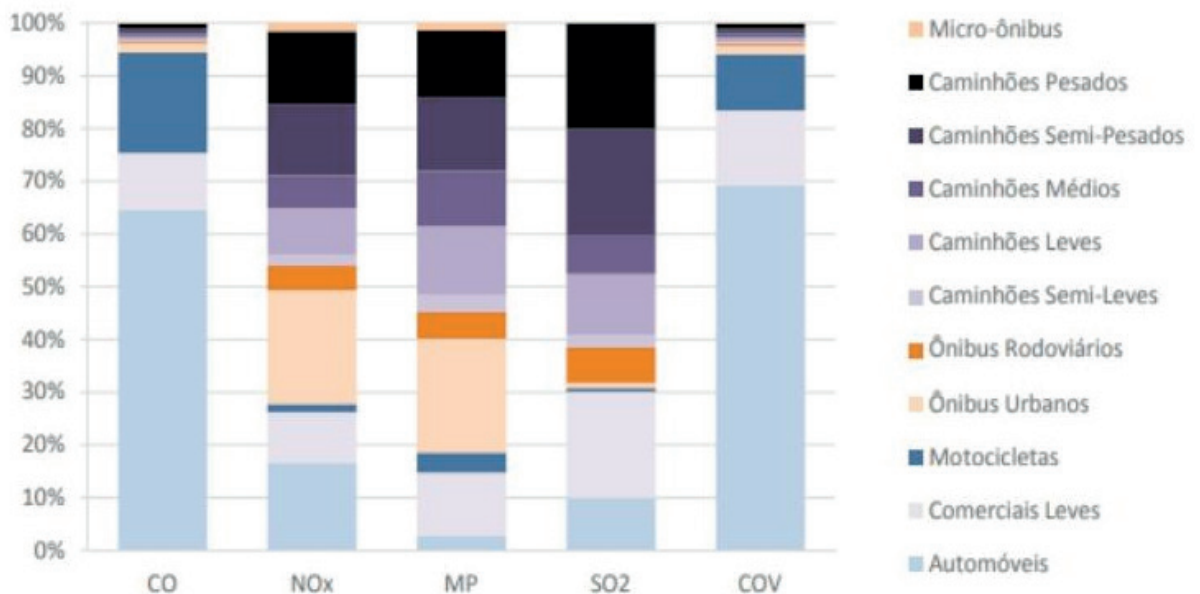


Fig. 1 Emissão de poluentes por categoria na RMSP em 2015
(Fonte: CETESB, 2016)

No Brasil, as fontes de energia consumidas com transportes são óleo diesel (44%), gasolina (29,4%), álcool etílico (16,4%), querosene de aviação (3,9%), biodiesel (3,3%), gás natural (2,1%), e outras (0,9%) (EPE, 2018).

Os poluentes gerados pela energia consumida com transportes variam conforme as características dos veículos (tipo do motor, estado de conservação, idade, regulagem e manutenção do veículo), o tipo de combustível, a frota circulante, o modo de operação do veículo, as características do tráfego (velocidade média, congestionamentos, entre outros) e as características climáticas (Ferreira e Oliveira, 2016). A Figura 2 mostra que os ônibus e o metrô consomem menos energia por passageiro transportado que os demais veículos que operam no Brasil. Segundo Ferraz e Torres (2004), um ônibus com três a quatro passageiros consome a mesma energia por passageiro que um automóvel com um passageiro. Assim, pode-se estimar que quando maior o consumo de combustível maior a emissão de poluentes. No entanto, considerando a relação entre a emissão poluente e a quantidade de passageiros transportados, o ônibus polui menos que o automóvel (Ferraz e Torres, 2004; Vasconcellos, 2006).

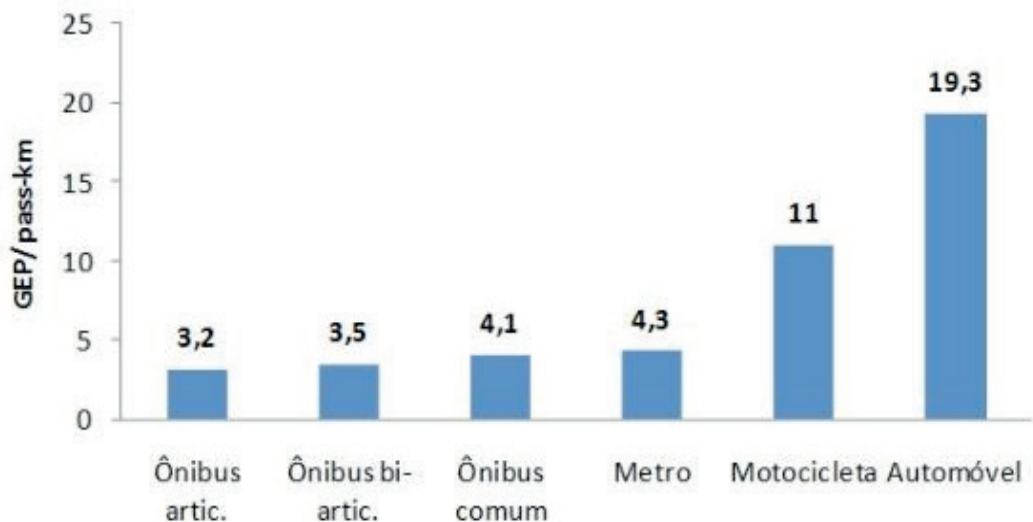


Fig. 2 Consumo de energia por passageiro, por modo de transporte

Fonte: Alquieres e Martines (1999)

As constantes interferências longitudinais e transversais que ocorrem no tráfego urbano exigem alterações constantes na velocidade e aceleração e desaceleração dos veículos. Isso provoca aumento da emissão de poluentes, pois os menores índices ocorrem quando os veículos circulam com velocidade constante (Ferreira e Oliveira, 2016).

A poluição atmosférica tem prejudicado seriamente a saúde dos seres vivos, particularmente a do homem. “Os efeitos dessa exposição têm sido marcantes e plurais quanto à abrangência” (Braga, 2003). Em função dessas consequências à saúde observa-se a relevância de considerar a emissão de poluentes em estudos que envolvem tráfego de veículos.

3 | METODOLOGIA

A Metodologia compreende 5 Etapas. Na Etapa 01 define-se a área de estudo que deve possuir fluxo intenso de ônibus e veículos particulares que justifique a implantação de um corredor exclusivo para ônibus. Após a seleção dessa via é caracterizado o local de estudo no que diz respeito ao uso do solo, tipo de controle existente e às declividades das vias.

Na Etapa 02 são obtidos, a partir de pesquisas realizadas em campo, características geométricas como largura, comprimento e número de faixas de tráfego, características do tráfego como velocidade média dos veículos e contagens volumétricas classificadas.

Na Etapa 03 é escolhido o software de simulação. Para tal, é necessário definir o nível de estudo que se deseja abordar e conhecer as características de cada software – neste caso, o microscópico. Além disso, é imprescindível definir os recursos necessários para seu acesso, velocidade de simulação, consumo de memória,

tamanho da rede, disponibilidade de relatórios de simulação, flexibilidade de dados dentre outros.

A próxima etapa consiste na microssimulação. Assim, deve-se definir os mapas georreferenciados que forneçam os parâmetros necessários à simulação. Em seguida, o modelo deve ser calibrado e validado a fim de garantir a representação do local da forma mais fiel possível (Tavares e Pereira, 2015). Na calibração são inseridas as variáveis como velocidade, aceleração e desaceleração de modo a se ter uma situação próxima da realidade.

Para validação do modelo, Tavares e Pereira (2015) propõem o cálculo dos parâmetros, a representação gráfica ou testes estatísticos com os valores simulados. De acordo com Hourdakakis, Michalopoulos e Kottomannil (2003), uma medida de erro utilizada para estimar o grau de ajuste entre as medidas de tráfego simulado e o real é a Percentagem de Erro Quadrado Médio (RMSP), definido na Equação (1). Para se obter uma estimativa aceitável entre os valores simulados e os observados, o Percentual de Erro Quadrado Médio (RMSP) deve ser inferiores a 15% (Tavares e Pereira, 2015).

$$RMSP = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{x_j - y_j}{y_j} \right)^2} \quad (1)$$

Onde:

x_i : volume médio simulado para o tempo (i);

y_i : volume de tráfego observado para o tempo (i);

n : número total de observações.

Para atingir os objetivos desse trabalho, propõe-se a avaliação dos seguintes cenários: i) sem sincronização semafórica e sem a implantação de corredor exclusivo para ônibus (cenário atual) e ii) com corredor exclusivo, sincronização e priorização semafórica para ônibus (cenário proposto). Para tal, a sincronização semafórica deve ser calculada seguindo as recomendações do DENATRAN (2014). Os resultados devem ser inseridos no simulador para avaliação do cenário proposto.

Na etapa 05 foi realizada uma análise comparativa entre duas simulações, uma representando a situação atual e a outra com a implantação de um corredor exclusivo, sincronização e priorização semafórica para ônibus. Foram confrontados os resultados obtidos para os diferentes tipos de veículos com suas respectivas velocidades operacionais, tempo de viagem, consumo de combustível e emissões de poluentes.

4 | ESTUDO DE CASO

O local escolhido para o estudo foi a Avenida 24 de Outubro, uma das principais

vias de Goiânia e que apresenta fluxo intenso de transporte público e de veículos particulares gerados pela presença de comércio varejista em toda sua extensão. É uma via plana e suas interseções são controladas, em sua maioria, por semáforos. Essa avenida possui 3,2 km, 3 faixas de tráfego por sentido e velocidade máxima regulamentada de 60 km/h. As contagens volumétricas classificatórias foram realizadas nas intercessões da Av. 24 de outubro com a Rua 13, a Rua José Hermano e a Avenida Perimetral, conforme identificado na Figura 4 respectivamente por 1, 2 e 3. Optou-se por esses cruzamentos por serem as interseções que apresentam maior fluxo de veículos.



Fig. 4 Interseções analisadas no estudo

Foram contabilizados os veículos da Av. 24 de Outubro em intervalos de quinze minutos, durante o período de 1 hora, das 7h00 às 8h00, nas terças, quartas e quintas-feiras de outubro de 2017, conforme recomendado pelo DNIT (2006). Nesta contagem considerou-se 4 categorias de veículos: automóveis, motos, ônibus e caminhões. A Tabela 1 fornece os valores médios das contagens volumétricas por tipo de veículos obtidos nos três pontos de coleta indicados na Figura 4, bem como a conversão dos valores para unidade de carro de passeio (UCP). Essa conversão seguiu as recomendações do DENATRAN (2014).

Tipos de Veículos	Automóveis	Motocicletas	Caminhões	Ônibus	Ucp
Fluxo Médio/h	563 veíc/h	328 veíc/h	12 veíc/h	37 veíc/h	769ucp/h

Tabela 1 Média das Contagens Volumétricas – Av. 24 de Outubro

As informações sobre linhas de transporte público (rotas e pontos de parada) e seus respectivos intervalos foram obtidos no site da RMTTC (Rede Metropolitana de Transporte Coletivo de Goiânia) em 2017 e verificados em campo. O tempo médio de parada de ônibus em cada ponto observado em campo foi de 15 segundos.

O software utilizado na simulação foi o SUMO por permitir a execução da simulação microscópica de forma rápida, com baixo uso de memória, com flexibilidade de dados e alto nível de detalhamento. Além disso, ele gera relatórios

de filas e emissão de poluentes (DLR, 2017). O mapa utilizado na simulação foi obtido por meio do *Openstreetmap*, que fornece mapas editáveis *Netconvert* (Programa auxiliar de edição de mapas). No *Openstreetmap*, a largura das vias, semáforos, rotatórias dentre outros tem seus valores já estabelecidos. Desta forma, o mapa referente ao local em estudo foi editado no *Netconvert*, buscando uma representação mais condizente com a observada em campo. Assim, foi exportada a malha viária da Avenida 24 de Outubro e seu entorno, conforme Figura 5.

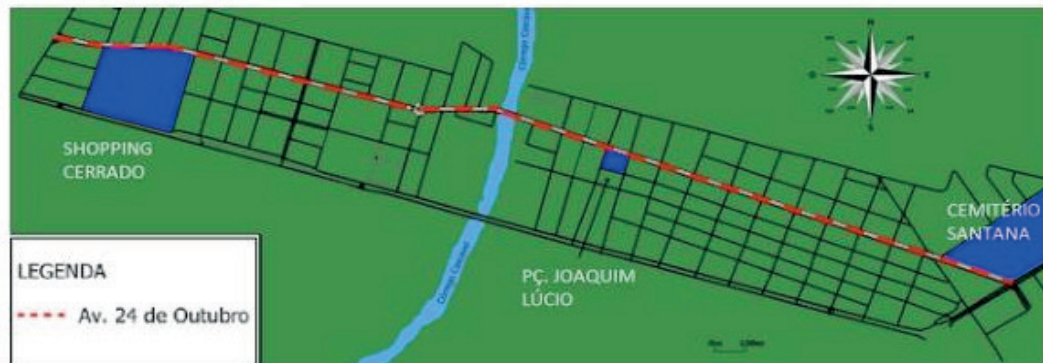


Fig. 5 Malha viária da região da Av. 24 de Outubro (Cenário Atual)

Algumas variáveis que possuem valores padrão no *software* SUMO foram mantidas, tais como: peso dos veículos, potência, comprimento (*length*), imperfeição na dirigibilidade (*sigma*), entre outros. Na calibração do modelo, a velocidade máxima permitida na via foi considerada a mesma para todos os veículos (60 km/h). Além disso, as variáveis aceleração (*accel*) e desaceleração (*decel*) se mantiveram *default* no SUMO. As variáveis tempo (*tau*) e espaço vazio (*minGap*) entre dois veículos foram calibrados, pois adotou-se o tempo de 2s e a distância de segurança entre dois veículos de, no mínimo, 2m, conforme recomendado pelo DENATRAN (2014).

A validação das variáveis foi realizada por meio de análise dos parâmetros referente aos veículos individuais e aos fluxos gerados, o que possibilitou observar os comportamentos dos veículos em situações de aceleração e desaceleração garantindo uma situação mais próxima da realidade. Por meio da Equação 01, considerando o volume médio simulado para o tempo de 1 hora de 784 veículos, o volume de tráfego médio observado para o tempo de 1h de 769 veíc. e 13 observações, obteve-se uma porcentagem de erro quadrado médio de 4,41%, o que é aceitável conforme Tavares e Pereira (2015).

Em seguida, foram analisados dois cenários. O primeiro avalia o cenário atual, ou seja, sem o corredor exclusivo, com três faixas em cada sentido. O segundo considera faixas exclusivas laterais à calçada, priorização semafórica para ônibus em toda avenida e sincronização dos semáforos da Avenida 24 de Outubro entre a Rua Sen. Moraes Filho e a Avenida Perimetral. As Figuras 6 e 7 representa os dois cenários investigados.



Fig. 6 Simulação sem corredor exclusivo

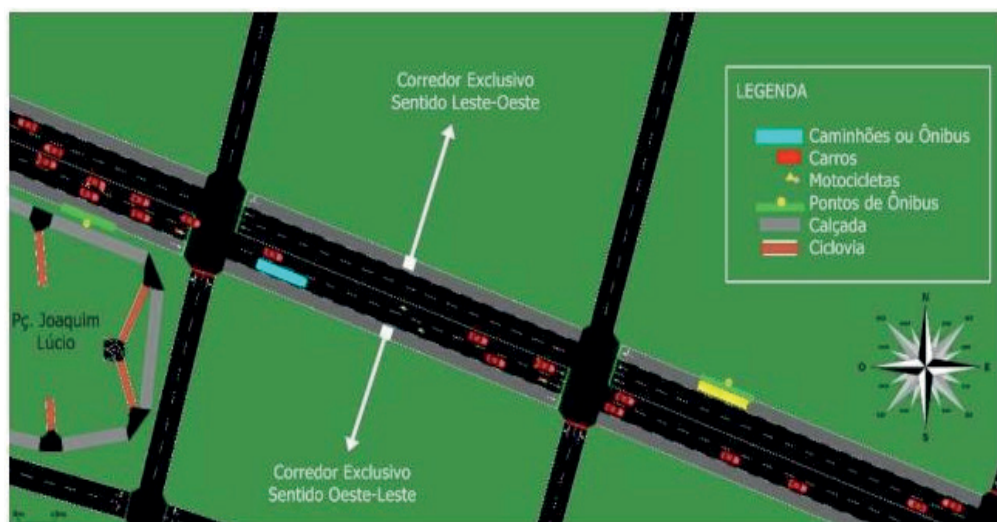


Fig. 7 Simulação com corredor exclusivo

A sincronização semafórica utilizada no cenário proposto foi calculada seguindo as recomendações do DENATRAN (2014). Os resultados dessa sincronização estão representados na Figura 7. Os resultados obtidos a partir da sincronização foram inseridos na simulação, readequando os tempos semafóricos. A inclinação da banda de passagem representa a velocidade de progressão do tráfego e foi considerada de 45 km/h como velocidade média de percurso. A largura da banda de passagem – 15 segundos – representa o intervalo de tempo disponível para um veículo transpor a distância compreendida entre uma interseção e a seguinte.

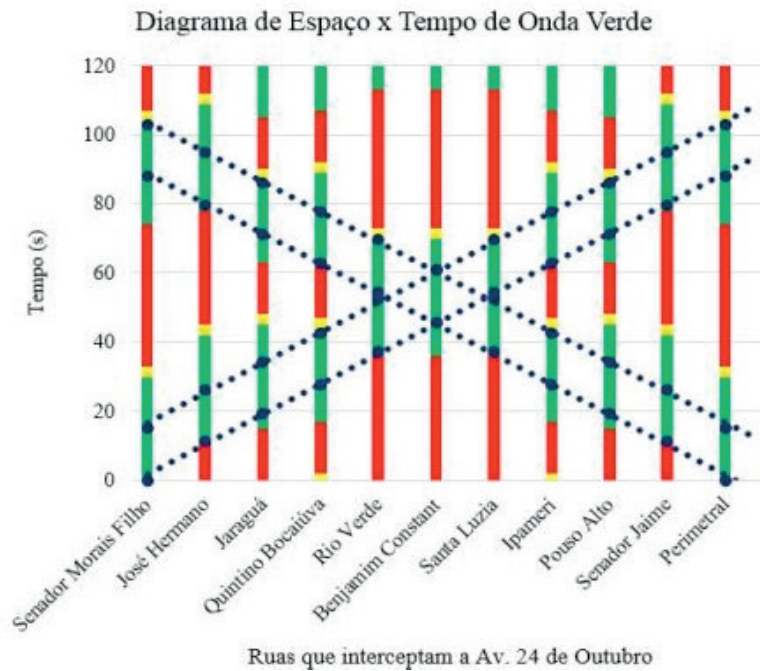


Fig. 7 Diagrama representando a sincronização semafórica adotada

A priorização semafórica foi inserida por meio da própria programação semafórica do SUMO, que permite o controle dos tempos do semáforo a fim de favorecer a circulação dos ônibus. A Figura 8 mostra a priorização semafórica para o transporte coletivo obtida na simulação.

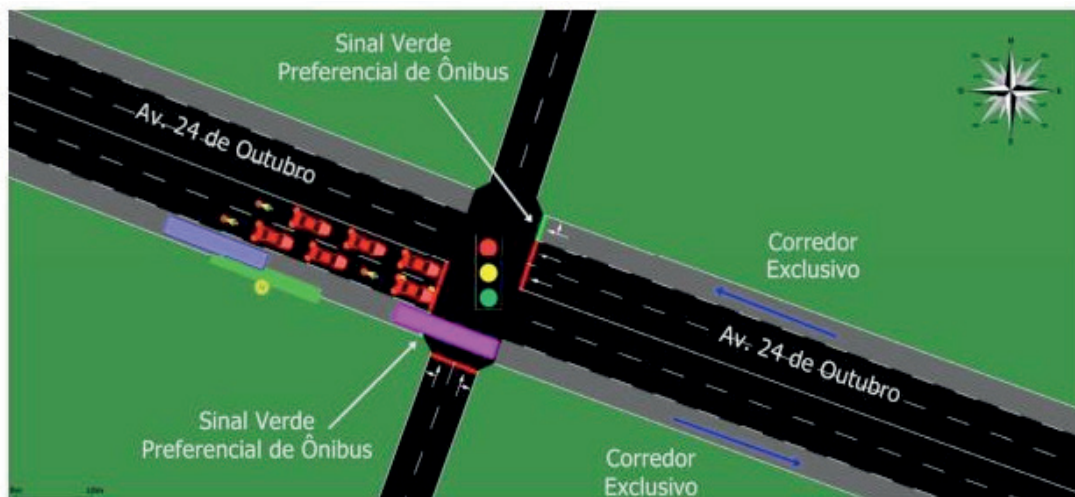


Fig. 8 Priorização semafórica na simulação (sinal verde-claro ao transporte coletivo)

5 | RESULTADOS E ANÁLISES

Após as duas simulações serem concluídas, foram gerados relatórios com informações sobre velocidade, tempo de viagem, consumo de combustível e emissão dos seguintes gases poluentes: CO (monóxido de carbono), CO₂ (dióxido de carbono), HC (gases hidrocarbonetos), MPX (material particulado), NO_x (óxidos de nitrogênio). A Figura 9 mostra os impactos dos dois cenários analisados para os automóveis e os ônibus.

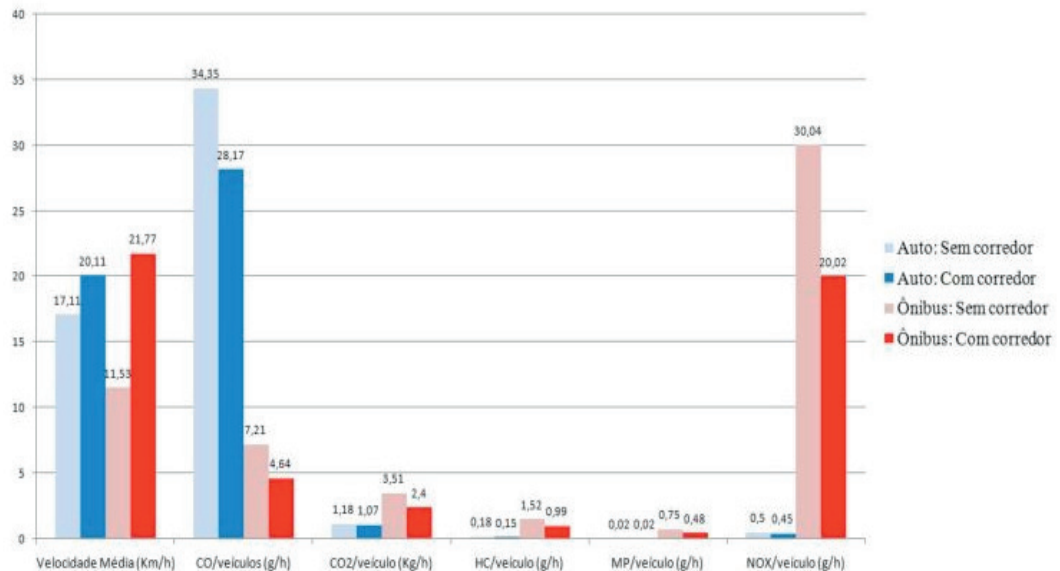


Fig. 9 Comparativo dos indicadores antes e após intervenções

Com a implantação da faixa exclusiva para ônibus e com a sincronização semafórica, a velocidade do transporte coletivo passa de 11,53 km/h para 21,77 km/h, o que gera um aumento da velocidade operacional da ordem de 88,8%, reduzindo assim, o tempo de viagem. Ao calcular a média das emissões de gases do antes e depois das possíveis intervenções observa-se uma queda de 34% na média das emissões de gases.

Quanto aos outros modos de transporte que utilizam a 2ª e 3ª faixa de forma compartilhada, mesmo com a redução de uma faixa para circulação exclusiva de ônibus, a readequação dos tempos semafóricos para criação da onda verde levou a um aumento médio de velocidade de 16%, resultando numa queda média de emissão de gases de 10,3%. Em um primeiro momento, a opinião geral é de que a implantação de faixa exclusiva para ônibus prejudica a circulação dos demais veículos. No entanto, os resultados dessa simulação demonstram que essa implantação, juntamente com a sincronização e priorização do semáforo para o ônibus, aumenta a velocidade média dos veículos, diminuindo assim o tempo de viagem, e reduzindo a emissão de poluentes.

O consumo de combustível dos automóveis também sofre uma alteração positiva. No cenário atual os automóveis consomem 0,51 l/veículo para percorrer o trecho em estudo enquanto os ônibus consomem 1,50 l/veículos. Com as intervenções esses valores são reduzidos para 0,46 l/veículo e 1,02 l/veículo, respectivamente.

6 | CONCLUSÃO

O presente estudo possibilitou a comparação entre o antes e o depois de uma virtual implantação de um corredor exclusivo para ônibus com sincronização e priorização semafórica para ônibus em uma das principais avenidas de Goiânia a fim

de avaliar em que medida essas intervenções provocam alterações na velocidade, tempo de viagem, consumo de combustível e emissão de poluentes. Para tal, foi utilizado um simulador de tráfego - SUMO.

A simulação permitiu concluir que a implantação desse corredor, aliada à sincronização semafórica, levou a um considerável ganho de velocidade média, redução do tempo de viagem, consumo de combustível e emissão de poluentes não somente para os ônibus, mas também para os demais veículos. Esses resultados reafirmam a importância da implantação de medidas relativamente simples e de baixo custo que otimizam o trânsito das cidades e a operação do transporte coletivo e ainda contribuem para qualidade do meio ambiente.

Esta pesquisa considerou apenas o fluxo de veículos que percorre toda a Av. 24 de Outubro. Recomenda-se, para estudos futuros, o uso de contagem volumétrica classificatória direcional em todas as intersecções da avenida, a fim de se verificar de forma mais precisa o comportamento da malha viária da região.

REFERÊNCIAS

Alqueres, C. A. Martines, G. L. (1999) As reações entre o conforto, a capacidade, o desempenho e o consumo no planejamento de sistemas de transportes. CLATPU: Caracas.

Braga, A. (2003) Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana, Faculdade de Medicina, USP.

Castilho, R. A. (1997) Análise e Simulação da Operação de Ônibus em Corredores Exclusivos. Escola de Engenharia. UFRS. Porto Alegre.

CETESB (2016). Emissões veiculares no estado de São Paulo, São Paulo.

DENATRAN (2014) Departamento Nacional de Trânsito. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Volume V – Sinalização Semaforica, Brasília.

DNIT (2006) Manual de estudos de tráfego. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Rio de Janeiro

DLR (2017). *Institute of Transportation Systems*. SUMO: Simulação de Mobilidade Urbana.

EPE (2018). Balanço Energético Anual: Relatório Síntese – ano base 2017. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro.

Ferraz, A. C. P. Torres, I. G. E. (2004) Transporte Público Urbano. 2. ed. Rima, São Carlos

Ferreira, C. C. M. Oliveira, D. E. O. (2016) Estimativa da poluição veicular e qualidade do ar nas principais vias do sistema viário da região central da cidade de Juiz de Fora – MG, Revista do Departamento de Geografia, USP. Volume especial.

Godinho, D. S. S. (2018) Comércio e Memória Urbana: Um Estudo Do Bairro De Campinas Em Goiânia. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Gonzaga, E. W. L. G. (2016) Otimização da Programação Semaforica com Base em Modelos Matemáticos. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia

Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais.

Hourdakís, J. Michalopoulos, P. Kottomannil, J. A (2003) Practical Procedure for Calibrating Microscopic Traffic Simulation Model. Transportation Research Board, Washington D.C.

IPEA (2011) Os Benefícios do Transporte Coletivo. Jonas de Oliveira Bertucci In: Boletim regional, urbano e ambiental. Brasília.

Lindau, L. A. Petzhold, G. S. Silva, C.A.M. Facchini, D. (2013) BRT e corredores prioritários para ônibus: panorama do continente americano. In: XXVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Belém/PA.

Lombardo, A. Cardoso, O. R. Sobreira, P. E. (2012) Mobilidade e Sistema de Transporte Coletivo. Administração & Ciências Contábeis. Revista nº 07. Centro Universitário OniOpet, Curitiba.

Nazareth, V. S. Sousa, L. A. P. Ribeiro, P. C. M. (2015) Análise Comparativa entre Simuladores de Fluxo de Tráfego. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

NTU (2002) Prioridade para o Transporte Coletivo Urbano. Relatório Técnico. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Brasília.

NTU (2008) Desempenho e qualidade nos sistemas de ônibus urbanos. Relatório Técnico. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Brasília.

NTU (2017) Pesquisa mobilidade da população urbana 2017/Confederação Nacional do Transporte, Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Brasília.

Pinheiro, L. M. (2011) Uma Integração de Soluções em Software Livre Aplicada a Microssimulação de Tráfego Urbano. Dissertação mestrado, UEL. Londrina.

Pontes, C. Ribeiro, M. M. Rodrigues, F. (2014) Sobre o impacto da implantação de um corredor exclusivo para ônibus em centros Urbanos: um estudo de caso para Belo Horizonte. PANAM, Foz do Iguaçu.

RMTC (2017) Rede Metropolitana de Transporte Coletivo de Goiânia. Linhas e Trajetos.

Russell, S. J. Norvig, P. (2013) Inteligência artificial / tradução Regina Célia Simille. – Rio de Janeiro: Elsevier.

Santos, B. J. R. (2003) A qualidade no serviço de transporte público urbano. NUPENGE – Núcleo de Pesquisa em Engenharia. I Jornada Científica de Engenharia, Goiânia.

Silva, G. A. (2005) Considerações sobre as características de vias exclusivas para ônibus no transporte coletivo urbano. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.

Silva, P. C. M. (2001) Elementos do Sistema de Tráfego: Teoria do Fluxo de Tráfego. Notas de Aula. Universidade de Brasília.

Tavares, J. P. Pereira, J. (2015) Modelos de Simulação e de Previsão de Tráfego. FEUP - Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto.

Vasconcellos, E. A. (2006) Transporte e meio ambiente: conceitos e informações para análise de impactos. São Paulo: Edição do Autor.

ESTUDO PRÉVIO PARA DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA CÁLCULO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL PARA CÂMPUS UNIVERSITÁRIOS

Sheila Elisângela Menini

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Civil
Viçosa - MG

Andressa Rosa Mesquita

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Engenharia de Transporte
Rio de Janeiro - RJ

Taciano Oliveira da Silva

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Civil
Viçosa - MG

Heraldo Nunes Pitanga

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Civil
Viçosa - MG

RESUMO: Polos Geradores de Viagens (PGV) são “locais ou empreendimentos de distintas naturezas que têm em comum o desenvolvimento de atividades capazes de exercer grande atratividade sobre a população, produzir um contingente significativo de viagens, necessitar de grandes espaços para estacionamento, cargas e descargas de bens, e embarque e desembarque de pessoas”. Este é um estudo prévio para desenvolver uma metodologia para cálculo de indicadores de mobilidade sustentável, que será capaz de avaliar as condições de mobilidade e auxiliar

no planejamento. A abordagem será traduzida na forma de indicadores que expressam a qualidade da mobilidade em PGVs, neste caso um câmpus universitário. O diagnóstico da condição de mobilidade sustentável será realizado em cinco estudos: acessibilidade, modos não motorizados, tráfego e circulação urbana, sistemas de transportes urbanos e infraestrutura de transporte. Posteriormente ao mapeamento do diagnóstico, será utilizada a análise multicritério, fornecendo as melhores áreas para cada indicador.

PALAVRAS-CHAVE: acessibilidade, câmpus universitários, mobilidade sustentável, análise multicritério.

PREVIOUS STUDY FOR THE DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY TO CALCULATE SUSTAINABLE URBAN INDICATORS FOR UNIVERSITY CAMPUS

ABSTRACT: Trip generators (PGVs, in Portuguese) are “places or undertakings of different natures that have in common the development of activities capable of exerting great attractiveness on the population, producing a significant contingent of trips, needing large spaces for parking, loading and unloading of goods, and boarding and disembarkation of persons “. This is a previous study to develop a methodology for calculating sustainable mobility

indicators, which will be able to assess mobility conditions and assist in planning. The approach will be translated into the form of indicators that express the quality of mobility in PGVs, in this case a university campus. The diagnosis of the condition of sustainable mobility will be carried out in five studies: accessibility, non-motorized modes, traffic and urban circulation, urban transport systems and transport infrastructure. After mapping the diagnosis, the multicriteria analysis will be used, providing the best areas for each indicator.

KEYWORDS: accessibility, university campuses, sustainable mobility, multicriteria analysis.

1 | INTRODUÇÃO

Polos Geradores de Viagens (PGV), originalmente denominados Polos Geradores de Tráfego (PGT), são “locais ou empreendimentos de distintas naturezas que têm em comum o desenvolvimento de atividades, em porte e escala, capazes de exercer grande atratividade sobre a população, produzir um contingente significativo de viagens, necessitar de grandes espaços para estacionamento, cargas e descargas de bens, e embarque e desembarque de pessoas” (REDE PGV, 2016).

A universidade, inserida em áreas urbanas ou rurais, gera um número expressivo de viagens, o que caracteriza grandes PGVs. As viagens diárias geradas pelas universidades tendem a impactar, de forma negativa, o sistema viário no qual estão inseridas. No entanto, os câmpus universitários possuem um sistema de mobilidade tão complexo quanto o de pequenas cidades, a considerar as diversas atividades inseridas nestes espaços como, por exemplo, moradia, comércio e serviços de saúde. Desse modo, dentro de um câmpus podem ser identificados PGVs que atraem as viagens internas (PORTUGAL, 2012).

O desenvolvimento de um índice, composto por um conjunto de indicadores, desenvolvido para PGVs, é uma ferramenta que visa auxiliar tanto no diagnóstico como no planejamento da mobilidade. Além disso, o índice pode ser usado também para acompanhar as melhorias do sistema, a fim de investigar a eficiência das medidas de intervenção adotadas. Devido às características peculiares de cada PGV, é importante incorporar, ao processo construtivo do índice, fatores que reflitam esta realidade (OLIVEIRA, 2015).

Costa (2008) criou uma metodologia para análise de indicadores de mobilidade urbana, que tem auxiliado a atingir objetivos econômicos, sociais e ambientais propostos por cenários alternativos e pacotes de políticas públicas. Outros indicadores urbanos têm focado em aspectos específicos da sustentabilidade, tais como acessibilidade, mobilidade e capacidade ambiental.

A fim de elaborar uma metodologia capaz de avaliar as condições de mobilidade e auxiliar no planejamento destes pontos, o presente trabalho propõe a identificação dos aspectos relevantes que contribuem, direta e indiretamente, para a mobilidade. Esta

abordagem será traduzida na forma de indicadores, com foco na sustentabilidade, que expressa a qualidade da mobilidade em PGVs, neste caso um câmpus universitário. A importância dos Indicadores de Mobilidade para câmpus universitários se deve ao fato de que essas instituições são PGVs, além de atraírem um grande número de pessoas.

Considerando-se como área de estudo, o câmpus Viçosa, da Universidade Federal de Viçosa - UFV, Figura 1, localizado em área contígua à cidade, apresenta-se também como um lugar de conflitos entre pedestres, ciclistas, transporte individual e transporte coletivo. As principais dificuldades que se apresentam são: o acesso ao câmpus devido a sua localização, a qual interage diretamente na dinâmica da cidade e o tráfego de passagem com o intuito de diminuir os deslocamentos a algumas cidades circunvizinhas.

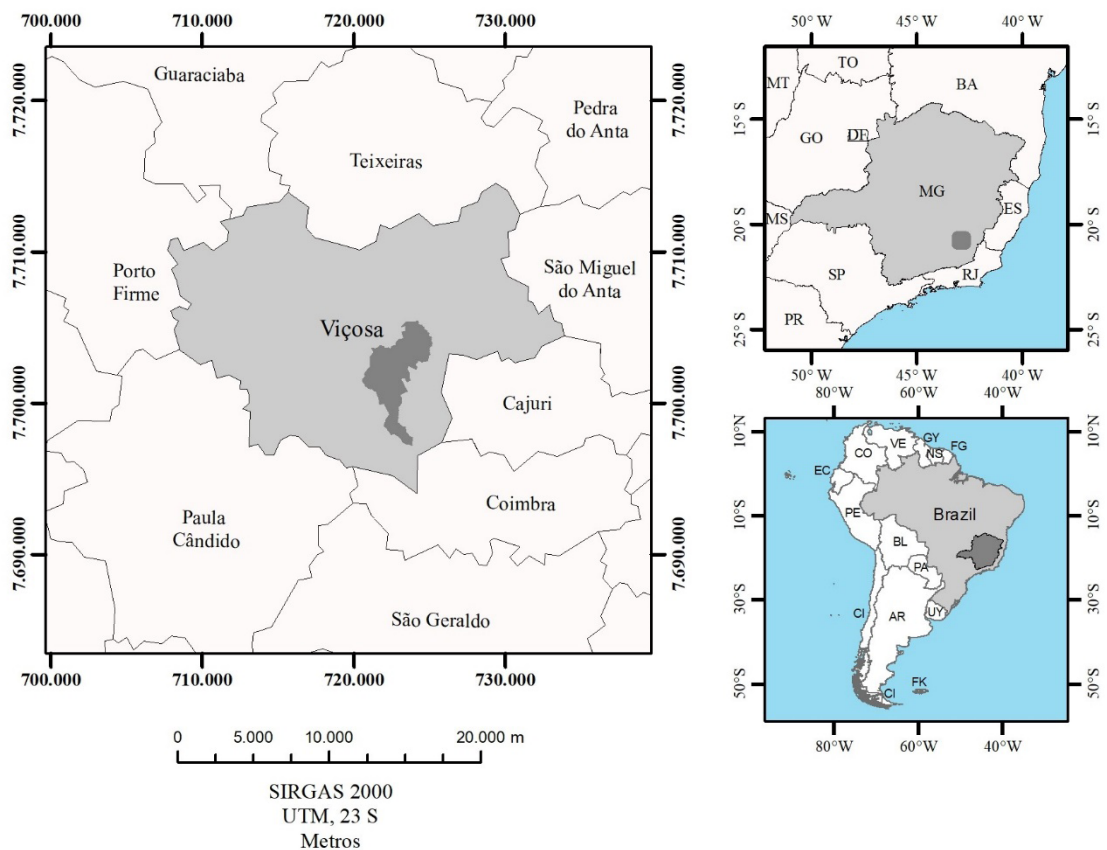


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: autores (2019).

Este trabalho se justifica, primeiramente, porque irá realizar um diagnóstico da situação atual do câmpus da UFV no que diz respeito à mobilidade urbana. Em segundo lugar, porque irá criar uma metodologia capaz de calcular os Indicadores de Mobilidade Urbana Sustentável, baseado no importante estudo desenvolvido por Costa (2008), mas com o enfoque para câmpus universitário a partir de levantamentos técnicos. Em última análise, as avaliações que serão proporcionadas pelo estudo proposto deverão fornecer subsídios para que a UFV possa formular políticas de mobilidade mais eficientes, além de permitir identificar ações prioritárias em situações

onde há limitações de ordem econômica e financeira.

2 | DIAGNÓSTICO

2.1 Mobilidade urbana sustentável

A mobilidade (capacidade de se deslocar) é o resultado de um conjunto de políticas que proporcionam o acesso amplo e democrático dentro da cidade, dando prioridade ao transporte coletivo e ao transporte não motorizado de forma socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável (FERRAZ e TORRES, 2004).

Alguns estudos na área de mobilidade urbana já foram realizados e serão utilizados para embasamento dessa pesquisa proposta. Dentre eles pode-se destacar:

- Parra (2006) tratou do **Gerenciamento da mobilidade em um câmpus universitário: problemas, dificuldades e possíveis soluções no caso da Ilha do Fundão – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)**, com a aplicação de questionários foi possível identificar características pessoais e relacionadas à mobilidade para o câmpus do Fundão - da UFRJ. Foram realizadas propostas a partir dessas percepções.

- Costa (2008) criou **Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável**. O processo de construção do referencial de mobilidade urbana sustentável foi feito a partir de *workshops* realizados em onze cidades brasileiras, empregou-se a metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista (MCDA-C) que forneceu as bases para a construção da ferramenta denominada Índice de Mobilidade Urbana Sustentável - IMUS. O índice é constituído por uma hierarquia de critérios que agrega nove Domínios, trinta e sete Temas e oitenta e sete Indicadores. Seu sistema de pesos permite identificar a importância relativa de cada critério de forma global e para cada dimensão da sustentabilidade (social, econômica e ambiental). Seu método de agregação permite a compensação entre critérios qualificados como bons e ruins. O índice apresenta ainda escalas de avaliação para cada indicador, permitindo verificar o desempenho em relação a metas preestabelecidas e realizar análises comparativas entre diferentes regiões geográficas. A aplicação do IMUS para a cidade de São Carlos/SP indicou a viabilidade de sua utilização para monitoramento da mobilidade e avaliação de impactos de políticas públicas em cidades de médio porte e revelou aspectos importantes sobre as condições de mobilidade no município.

- Miranda (2010) estudou a **Mobilidade urbana sustentável e o caso de Curitiba**. Foi calculado o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável para a cidade de Curitiba. Dos 87 indicadores elaborados por Costa (2008), 75 foram utilizados a partir de informações disponíveis de diversos órgãos e secretarias municipais. Os demais indicadores dependiam de pesquisas de Origem/Destino não disponíveis na cidade.

- Assunção (2012) tratou dos **Indicadores de mobilidade urbana sustentável para a cidade de Uberlândia/MG**. Foi calculado o IMUS para a cidade de Uberlândia.

Dos 87 indicadores elaborados por Costa (2008), 80 foram utilizados a partir de informações disponíveis de diversos órgãos e secretarias municipais.

- Stein (2013) estudou **Barreiras, motivações e estratégias para mobilidade sustentável no câmpus São Carlos, da Universidade de São Paulo (USP)**. Com a aplicação de questionários *on-line*, identificou barreiras, motivações e estratégias para alteração no modo de transporte de alunos e funcionários no câmpus da USP - São Carlos. Para cada entrevistado foi verificado a Origem e Destino e espacializado através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

- Pires (2013) tratou da **Mobilidade sustentável em câmpus universitários: um estudo de caso na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) – câmpus Seropédica**. Com a aplicação de questionários, identificou características pessoais e relacionadas à mobilidade para o câmpus da UFRRJ, em Seropédica/RJ.

- Oliveira (2015) estudou um **Índice para o planejamento de mobilidade com foco em grandes polos geradores de viagens - Desenvolvimento e aplicação em um câmpus universitário**. O processo para construção de um índice de mobilidade urbana sustentável para o câmpus da USP de São Carlos, utilizando inicialmente os dados da pesquisa realizada em 2012 por Stein (2013). O diagnóstico foi realizado por meio de questionários com duas questões abertas: “1) Você tem sugestões sobre como a USP poderia incentivar os frequentadores do câmpus de São Carlos a usar modos alternativos de deslocamento (a pé, bicicleta e ônibus)?; 2) Você tem alguma outra sugestão ou crítica sobre a mobilidade no câmpus?”. Foram adotados pesos diferenciados para cada um dos 18 indicadores encontrados e utilizada a teoria dos Pontos de Alavancagem. Com o intuito de validar a pesquisa, em 2014 foi realizada nova pesquisa *on-line* com questões fechadas (relacionadas ao cálculo dos indicadores) e questões abertas (para a validação da estrutura hierárquica). Dessa forma, a pesquisa realizada por Stein (2013) em 2012, serviu para elaboração do IMCamp e a de 2014 para sua validação. Foi realizada uma comparação entre indicadores com pesos constantes e pesos diferenciados, chegando-se a conclusão que os pesos diferenciados atendem ao processo de construção participativo. O somatório do *score* final de cada indicador variou de 0 a 1.

2.2 Gerenciamento da mobilidade em câmpus universitários

Duarte (2006) destaca que a mobilidade em câmpus universitário surge em um determinado lugar e caracteriza-se por seus espaços diversificados e complexos, condicionados por aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais, que imperam em um dado momento. Essas características encontram-se também nos câmpus universitários. Os mesmos são ambientes que possibilitam o encontro de comunidades heterogêneas e são locais onde pessoas convivem, estudam, trabalham e realizam atividades de lazer (BALSAS, 2003), devido à essas características podem ser considerados como pequenas cidades (ALSHUWAIKHAT e ABUBAKAR, 2008).

As instituições de ensino superior que abrigam comunidades heterogêneas, são consideradas como pequenas cidades, agregam um significativo número de viagens que a enquadram como um PGV e geram impactos tanto em sua área interna quanto no seu entorno (PIRES, 2013).

Embora o gerenciamento da mobilidade não possa, nem deva, ser considerado como uma panaceia, ou a solução para os problemas de transporte nas cidades, pode intuir-se que favorece a formação de uma maior consciência dos indivíduos que fazem parte da sociedade urbana; incentivam as mudanças destes no momento da escolha modal e, conseqüentemente, mudanças de comportamento dos usuários de sistemas de transportes (CASTRO, 2006).

No âmbito das universidades, ressalta-se a importância da análise dos diferentes tipos de estratégias direcionadas ao Gerenciamento da Mobilidade que são aplicadas nos câmpus e buscam ações para a promoção do desenvolvimento sustentável. Esse tipo de medida tem por objetivo contribuir para uma melhor compreensão dos fatores intervenientes na adoção e implantação das estratégias de Gerenciamento da Mobilidade e os aspectos que podem determinar seu sucesso e/ou fracasso (PIRES, 2013).

2.3 Indicadores de sustentabilidade para câmpus

Toor e Havlick (2004) destacam sete aspectos referentes aos transportes e aos fatores que influenciam as políticas de mobilidade e práticas nos câmpus universitários, além de suas escalas de importância, as quais variam com as instituições de ensino, a saber:

- *layout* físico influenciado pelo crescimento da universidade, o plano diretor do câmpus e suas considerações estéticas;
- filosofia acerca das prioridades de transporte, conforme determinada pelo órgão governamental ou pela iniciativa dos estudantes e implantadas pela administração universitária;
- recursos disponíveis, tanto de pessoal quanto de financiamento, para criação de alternativas eficientes de transporte no câmpus;
- infraestrutura de transporte na área de influência. Neste sentido, os autores apontam que câmpus urbanos diferem dos câmpus suburbanos e rurais;
- câmpus residenciais diferem dos câmpus suburbanos;
- tendência de estudantes e funcionários residirem em regiões afastadas do câmpus, com o objetivo de obtenção de economia em aluguel ou casa própria;
- custo do estacionamento.

O *The College Sustainability Report Card* realiza uma análise de colégios e universidades, situados nos Estados Unidos e Canadá, com o objetivo de classificar as instituições em nove categorias distintas para facilitar o acesso das informações,

promover o aprendizado através da experiência com outras universidades e estabelecer políticas de sustentabilidade mais eficazes. O mesmo analisa a maneira como as instituições promovem ações para potencialização do transporte alternativo através de políticas e práticas de gestão das instalações e ações administrativas. De acordo com Pires (2013) a pontuação é concedida para os câmpus que atendem a determinados aspectos, a saber:

- políticas de planejamento que potencializem o transporte não motorizado, principalmente andar a pé e o uso da bicicleta;
- disponibilidade de programas de compartilhamento de bicicletas e serviços de apoio e manutenção das mesmas;
- inclusão de veículos de combustível alternativo na frota do câmpus;
- incentivo ao uso de diferentes alternativas perante a utilização do automóvel com baixa ocupação, como a redução de taxas de estacionamento para os usuários que praticam a carona, incentivo ao transporte público e o oferecimento de um serviço de fretamento operado pela instituição.

O *Green Metric University Sustainability Ranking*, lançado em 2010 pela Universidade da Indonésia, é um *ranking*, que envolve as instituições de todo o mundo, avalia e compara os esforços das universidades no desenvolvimento e promoção de práticas sustentáveis. De acordo com as diretrizes do *ranking* de 2018, os resultados são calculados a partir de dados fornecidos pelas próprias universidades participantes e foram organizados em 6 categorias, a saber: transporte (18%), uso de água (10%), gestão de resíduos (18%), configuração e infraestrutura (15%), energia e mudança climática (21%) e educação e pesquisa (18%).

Para os aspectos concernentes aos transportes, esse *ranking* faz uma escala de pontuação, que alcança até 1800 pontos, para os seguintes fatores:

- relação entre o número total de veículos que entram no câmpus e a população total (200 pontos);
- relação entre o número total de bicicletas e o total de pessoas (200 pontos);
- políticas de transporte acerca da limitação de veículos no câmpus (400 pontos);
- política de transporte que visa a limitação das áreas de estacionamento (400 pontos);
- ônibus no câmpus (300 pontos);
- políticas de promoção para o uso de bicicletas e da caminhada nos deslocamentos (300 pontos).

O *ranking* divulgado corresponde ao ano de 2018, onde participaram 718

universidades de 82 países. Os resultados apontam uma hegemonia de universidades pertencentes, principalmente, do Reino Unido nas dez primeiras posições. Com relação a participação de instituições do Brasil, a melhor colocada foi a Universidade de São Paulo - USP (23º), em seguida aparece a Universidade Federal de Lavras - UFLA (38º), e a Universidade Positivo (99º). Além destas participam também o Centro Universitário do Rio Grande do Norte - UNI-RN (153º), Universidade Federal de Viçosa - UFV (219º), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (282º), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-RIO (296º), Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM (310º), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS (311º), Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (349º), Universidade Federal do Rio de Janeiro (351º), Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI (371º), Universidade Federal de Santa Catarina (377º), Universidade Federal de Itajubá (410º), Pontifícia Universidade Católica do Paraná (424º), Universidade Federal de Alfenas (457º), Senac Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial Departamento Nacional (471º), Universidade Estadual de Londrina (477º), Universidade Federal Fluminense (496º), Pontifícia Universidade Católica de Campinas (561º), Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP (589º), Universidade Federal do ABC - Ufabc (598º) e Universidade Federal de Pernambuco (683º) (GREEN METRIC UNIVERSITY SUSTAINABILITY RANKING, 2019).

2.4 O gerenciamento de mobilidade em câmpus

De acordo com Ferreira e Silva (2008), “as estratégias de mobilidade para os centros universitários dependem, em grande medida, das características e especificidades dos padrões de mobilidade praticados”. E, que uma parcela significativa dessas estratégias incide em medidas de gerenciamento de estacionamentos, compartilhamento de automóveis, incentivo ao uso do transporte público, melhoria no uso dos Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS) e na promoção do transporte não motorizado.

Para o *Victoria Transport Policy Institute* - VTPI (2010), os programas de Gerenciamento dos Transportes em Câmpus podem incluir:

- melhorias no trânsito e descontos de tarifa;
- carona solidária;
- serviço de fretamento;
- preços e gerenciamento de estacionamentos;
- programas de redução de viagens pendulares que incluem horários alternativos de trabalho, teletrabalho e garantia da carona para casa;
- *Traffic Calming and Car Free Planning*;
- *marketing* e campanhas promocionais.

Além das estratégias citadas anteriormente, o VTPI (2010) destaca como programas de gerenciamento da mobilidade em câmpus as melhorias na infraestrutura para pedestres e ciclistas, implantação de estacionamento de bicicletas, o Desenho Universal (o qual inclui sistemas de transporte que acomodam as pessoas com deficiência), os programas para atender as preocupações de pedestres e ciclistas quanto a segurança e os guias de acesso aos transportes que descrevem como chegar ao câmpus pelos diferentes modos de transporte.

3 | PROPOSIÇÕES

Com a finalidade de desenvolver um modelo para avaliação e monitoramento de mobilidade capaz de auxiliar no planejamento de um câmpus universitário, a metodologia adotada envolve seis etapas: i) levantamento das condições atuais de mobilidade; ii) definição dos valores de referência e forma do cálculo dos critérios analisados; iii) atribuição de pesos ao critério proposto; iv) elaboração do modelo para determinação dos indicadores de mobilidade sustentável; v) aplicação do modelo que será proposto; e vi) validação do modelo que será proposto para determinação dos indicadores de mobilidade sustentável. A organização destas etapas é mostrada na Figura 2. Ao final da validação (etapa v), deve ser analisada a necessidade de adaptação ou não do modelo que será proposto.

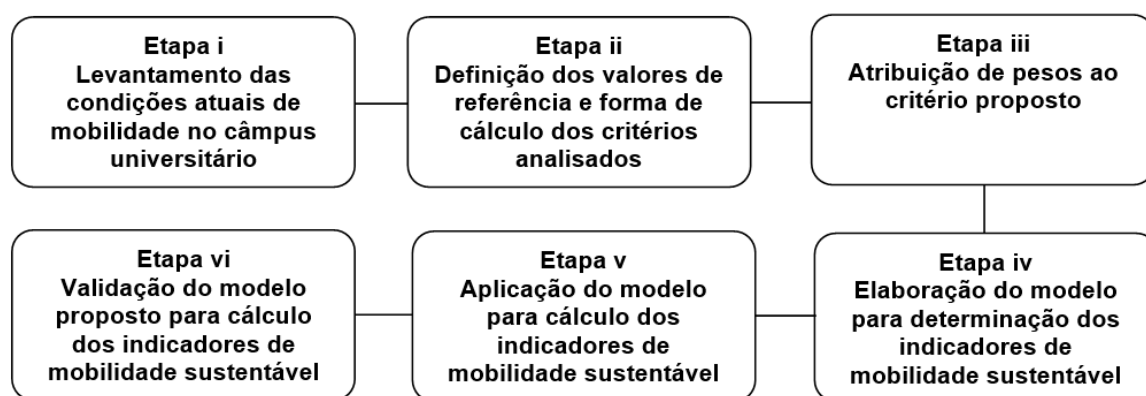


Figura 2 - Fluxograma das etapas de metodologia proposta.

Fonte: adaptado a partir de COSTA (2008).

O diagnóstico da condição de mobilidade sustentável da área de estudo será realizado em cinco estudos:

- **Estudo 1:** Acessibilidade como indicador de sustentabilidade para a mobilidade urbana (com 7 critérios, sendo 1 restrição);
- **Estudo 2:** Modos não motorizados como indicador de sustentabilidade para a mobilidade urbana (com 5 critérios, sendo 1 restrição);

- **Estudo 3:** Tráfego e circulação urbana como indicador de sustentabilidade para a mobilidade urbana (com 7 critérios, sendo 1 restrição);
- **Estudo 4:** Sistemas de transportes urbanos como indicador de sustentabilidade para a mobilidade urbana (com 9 critérios, sendo 1 restrição);
- **Estudo 5:** Infraestrutura de transportes motorizados como indicador de sustentabilidade para a mobilidade urbana (com 5 critérios, sendo 1 restrição).

Os critérios foram apresentados por Costa (2008), e adotaram-se os que mais se destacaram com relação a um câmpus universitário.

Neste trabalho para o cálculo dos critérios (fatores ou restrições) será empregado o *software* ArcGIS 10.5 e a análise multicritério. Os levantamentos em campo serão executados com o auxílio de um Sistema de Posicionamento Global (GPS). Alguns critérios serão obtidos através de pesquisa de opinião realizada junto ao corpo social da UFV. Para a homogeneização dos diferentes fatores utilizar-se-á a lógica *Fuzzy*, com uma escala que varia de 0 a 10 para atribuir valor aos fatores. Todos os critérios serão mapeados na base georeferenciada do câmpus da UFV, fornecida por Matta e Cunha (2017).

Em todos os estudos o critério “Fragmentação urbana” aparece, o qual é uma restrição ao cálculo dos indicadores de mobilidade urbana sustentável, visto que representa o mapeamento de locais no câmpus universitário, em que a acessibilidade é nula, impossibilitando, portanto, a mobilidade, seja ela motorizada ou não. Neste critério, será necessário identificar as barreiras físicas, naturais ou não, existentes no local.

O estudo da acessibilidade como indicador de mobilidade sustentável será decomposto em sete critérios, dos quais seis são fatores e um a restrição “Fragmentação urbana”, dentre eles:

- Acessibilidade ao transporte público: levantar informações referentes à quantidade da população que utiliza o transporte público e mapear as rotas dentro do câmpus universitário;
- Transporte público para pessoas com deficiência física: identificar a quantidade de veículos da frota que estão adaptados às pessoas com deficiência física e mapear as rotas destas linhas dentro do câmpus universitário;
- Travessias adaptadas a pessoas com deficiência física: quantificar e mapear as travessias adaptadas dentro do câmpus universitário;
- Acessibilidade a espaços abertos: identificar e mapear os espaços abertos (áreas abertas ou de lazer compostas por praças e jardins, campos esportivos públicos, áreas de preservação ambiental abertas ao público, áreas de recreação para adultos e crianças e calçadas utilizadas para caminhadas) do câmpus universitário;
- Vagas de estacionamento para pessoas com deficiência: localizar, quantificar e mapear as vagas para pessoas com deficiência física no câmpus universitário;
- Acessibilidade a edifícios públicos: quantificar e mapear os edifícios do câmpus

universitário devidamente adaptados às pessoas com deficiência física.

O estudo dos modos não motorizados como indicador de mobilidade sustentável será decomposto em cinco critérios, quatro fatores e a restrição “Fragmentação urbana”, dentre eles:

- Extensão e conectividade de ciclovias: identificar e mapear as ciclovias existentes no câmpus universitário e sua infraestrutura;
- Estacionamento para bicicletas: localizar e mapear os estacionamentos para bicicletas no câmpus universitário e quantificar o número de vagas em cada um deles;
- Vias com calçadas: mapear as calçadas do câmpus universitário e suas características. Verificar se as mesmas atendem a largura mínima de 1,20m, conforme definido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT);
- Sinalização viária para modos não motorizados: avaliar a condição da sinalização viária para modos não motorizados, através da pesquisa de opinião a ser realizada no câmpus universitário e mapear através de escala apropriada.

O estudo do tráfego e circulação urbana como indicadores de mobilidade sustentável será decomposto em sete critérios, seis fatores e a restrição “Fragmentação urbana”, dentre eles:

- Acidentes de trânsito: mapear acidentes de trânsito ocorridos no câmpus universitário;
- Acidentes com pedestres e ciclistas: identificar e mapear os acidentes de trânsito que envolvem pedestres e ciclistas;
- Prevenção de acidentes: identificar e mapear as vias com dispositivos de moderação de tráfego;
- Congestionamento: identificar e mapear a média mensal em horas de congestionamentos nas vias do câmpus universitário, através de pesquisa de comprimento de fila;
- Velocidade média de tráfego: medir a velocidade média de veículos motorizados individuais, em horário de pico no câmpus universitário e mapear através de escala apropriada;
- Taxa de ocupação dos veículos: verificar o número médio de passageiros por veículo através de pesquisa de ocupação visual.

O estudo dos sistemas de transportes urbanos como indicador de mobilidade sustentável será decomposto em nove critérios, oito fatores e a restrição “Fragmentação urbana”, dentre eles:

- Extensão da rede de transporte público: mapear a rede de transporte público que circula pelo câmpus universitário;
- Frequência de atendimento: verificar a frequência média de atendimento das linhas de transporte público e mapear através de escala apropriada;
- Pontualidade: verificar a pontualidade do transporte público com relação a atrasos e adiantamentos e mapear através de escala apropriada;
- Idade média da frota: identificar a idade média do transporte público e mapear

através de escala apropriada;

- Satisfação do usuário: verificar o nível de satisfação do usuário com relação ao transporte público através de pesquisa de opinião, a ser realizada no câmpus universitário e mapear através de escala apropriada;

- Diversidade de modos de transporte: quantificar o número de modos de transporte disponíveis no câmpus universitário e mapear através de escala apropriada;

- Transporte público x transporte privado: relacionar o número de viagens realizadas por transporte público e transporte privado, através de pesquisa de opinião a ser realizada no câmpus universitário e mapear através de escala apropriada;

- Modos motorizados x modos não motorizados: relacionar o número de viagens realizadas por transporte motorizado e não motorizado, através de pesquisa de opinião a ser realizada no câmpus universitário e mapear através de escala apropriada.

O estudo da infraestrutura de transportes motorizados como indicador de mobilidade sustentável será decomposto em cinco critérios, quatro fatores e a restrição “Fragmentação urbana”, dentre eles:

- Densidade viária: calcular a densidade viária, dividindo a extensão viária pela área total do câmpus universitário e mapear através de escala apropriada;

- Grau de conectividade: quantificar a conectividade viária do câmpus universitário e mapear através de escala apropriada;

- Vias pavimentadas: mapear as vias do câmpus universitário e suas características;

- Sinalização viária para modos motorizados: avaliar a condição da sinalização viária para modos motorizados, através da pesquisa de opinião a ser realizada no câmpus universitário e mapear através de escala apropriada.

Após os levantamentos e pesquisas serem realizados irá se proceder a atribuição de pesos a cada critério que deverão produzir resultados por meio da análise multicritério. Cada indicador oferecerá ao final as melhores áreas de mobilidade sustentável dentro do câmpus universitário.

4 | RESULTADOS

A partir do diagnóstico a ser realizado e da elaboração de um modelo para determinação dos indicadores de mobilidade urbana sustentável espera-se identificar fatores críticos e fatores de maior impacto para a melhoria de aspectos globais e setoriais da mobilidade urbana, fornecendo subsídios para a proposição de políticas, através da criação de cenários de evolução da mobilidade urbana e estratégias com o objetivo de melhorar a mobilidade urbana sustentável no referido câmpus.

A aplicação continuada dos Indicadores de Mobilidade Urbana Sustentável permite criar cenários de evolução da mobilidade urbana. Essa característica torna-se um facilitador a qualquer gestor que deseje comparar o desempenho local frente às políticas empreendidas (ASSUNÇÃO, 2012).

5 | CONCLUSÕES

Com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia para avaliação e planejamento da mobilidade em Polos Geradores de Viagens, neste caso um câmpus universitário, este trabalho mostra as seis etapas necessárias para a determinação dos indicadores de mobilidade urbana sustentável. O trabalho se justificará a partir de um diagnóstico detalhado das condições de mobilidade.

No tocante ao método, pode-se concluir, a partir do estudo de caso, que a abordagem proposta permitirá identificar e avaliar os principais fatores que afetam as condições de mobilidade do PGV, de forma abrangente entre os diversos modos de transportes. A aplicação permitirá ainda que na etapa da validação se reavalie o modelo e, se necessário, que possa corrigi-lo antes de seu uso como ferramenta efetiva de planejamento.

REFERÊNCIAS

ALSHUWAIKHAT, H. M.; ABUBAKAR, I. An Integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. **Journal of Cleaner Production**, New Jersey, v.16, n. 16, p. 1777-1785, nov. 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652607002545>. Acesso em: 20 mar. 2019.

ASSUNÇÃO, M. A. de. **Indicadores de mobilidade urbana sustentável para a cidade de Uberlândia, MG**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14163/1/d.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2019.

BALSAS, C. J. L. Sustainable transportation planning on college campuses, **Transport Policy**, v. 10, n. 1, p. 35-49, jan. 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/221991490_Sustainable_transportation_planning_on_college_campuses. Acesso em: 20 mar. 2019.

CASTRO, M. A. G. **Gerenciamento da mobilidade**: uma contribuição metodológica para a definição de uma política integrada dos transportes no Brasil. 2006. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Transportes) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

COSTA, M. D. S. **Um índice de mobilidade urbana sustentável**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-01112008-200521/pt-br.php>. Acesso em: 15 mar. 2019.

DUARTE, C. F. **Forma e movimento**. Rio de Janeiro: Proureb, 2006.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte Público Urbano**. 2 ed. São Carlos: Rima, 2004.

FERREIRA, D.; SILVA, J. P. **Mobilidade sustentável em campus universitários**: boas práticas européias. Leiria: Escola Superior de Gestão e Tecnologias, Instituto Politécnico de Leiria, 2008. Disponível em: https://issuu.com/rgiareta/docs/mob_sust_campus_univ_boas_prat_eu. Acesso em: 16 jun. 2016.

GREEN Metric University Sustainability Ranking (2019). Disponível em: <http://greenmetric.ui.ac.id/overall-ranking-2018/>. Acesso em: 16 abr. 2019.

MATTA, J. P. A.; CUNHA, M. M. **Geração e disponibilização na web de uma base cartográfica planimétrica da Universidade Federal de Viçosa, câmpus Viçosa**. 2017. Monografia. (Graduação em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica) - Engenharia de Agrimensura e Cartográfica Universidade, Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

MIRANDA, H. F. **Mobilidade urbana sustentável e o caso de Curitiba**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP. 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-03052011-103404/pt-br.php>. Acesso em: 17 jan. 2019.

OLIVEIRA, A. M. **Um índice para o planejamento de mobilidade com foco em grandes polos geradores de viagens: desenvolvimento e aplicação em um câmpus universitário**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-23022016-143827/en.php>. Acesso em: 07 fev. 2019.

PARRA, M. C. **Gerenciamento da mobilidade em um câmpus universitário: problemas, dificuldades e possíveis soluções no caso Ilha do Fundão - UFRJ**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

PIRES, L. S. **Mobilidade sustentável em câmpus universitários: um estudo de caso na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – câmpus Seropédica**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/pt-BR/producao-da-rede/universidades-com-pgvs/963-mobilidade-sustentavel-em-campi-universitarios-um-estudo-de-caso-na-universidade-federal-rural-do-rio-de-janeiro-campus-seropedica/file>. Acesso em: 23 jan. 2019.

PORTUGAL, L. S. (Org.) **Pólos geradores de viagens orientados a qualidade de vida e ambiental: modelos e taxas de geração de viagens**. Rio de Janeiro: FAPERJ, 2012.

REDE PGV: rede ibero-americana de estudos em pólos geradores de viagens. PET/COPPE/UFRJ. Disponível em: <http://redpgv.coppe.ufrj.br/>. Acesso: 14 maio 2016.

SHUTTLE services: paratransit, shuttle buses and jitneys. Canada: Victoria Transport Policy Institute, 2010. Disponível em: <http://www.vtpi.org/tdm/tdm39.htm>. Acesso em: 16 jun. 2016.

STEIN, P. P. **Barreiras, motivações e estratégias para mobilidade sustentável no câmpus São Carlos da USP**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

TOOR, W.; HAVLICK, S. W. **Transportation and sustainable campus communities: issues, examples, solutions**. Washington: Island Press, 2004.

O TRANSPORTE URBANO DE CARGA E O CENTRO COMERCIAL DE BELÉM

Christiane Lima Barbosa

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Civil
Belém – Pará

RESUMO: Esta pesquisa tem como objetivo analisar o Centro Comercial de Belém segundo a infraestrutura existente para circulação de cargas, propondo melhorias com base no conceito da Logística Urbana. A metodologia utilizada envolve uma pesquisa descritiva e documental. A coleta de dados em uma visita *in loco*, observação direta e levantamento de dados com uma lista de verificação visando analisar o impacto da distribuição de carga para o tráfego urbano, infraestrutura e sinalizações horizontais e verticais. Os resultados obtidos evidenciaram a ausência de planejamento e projetos voltados ao transporte de carga na cidade de Belém. A carga é unitizada em caixas de papelão, transportadas em carros de movimentação manual, há insuficiência de vagas para a atividade de carga e descarga, problemas relacionados ao congestionamento no tráfego urbano, dificuldade de acesso às ruas/vielas devido à pequena largura da via e obstrução da mesma pelo mercado informal.

PALAVRAS-CHAVE: Transporte urbano de carga. Engenharia de Tráfego. Infraestrutura viária.

URBAN CARGO TRANSPORTATION AND THE COMERCIAL CENTER OF BELÉM

ABSTRACT: This research aims to analyze the Belem Shopping Center according to the existing infrastructure for cargo movement, proposing improvements based on the concept of Urban Logistics. The methodology used involves a descriptive and documentary research. Data collection on an on-site visit, direct observation and data collection with a checklist to analyze the impact of load distribution on urban traffic, infrastructure and horizontal and vertical signs. The results of the documentary analysis evidenced the absence of planning and projects for the transportation of cargo in the city of Belem. The cargo is unitized in cardboard boxes, transported in cars of manual handling; there is insufficient space for loading and unloading, problems related to congestion in urban traffic, difficulty in accessing the streets / alleys due to the small width of the road and obstruction of it by informal market stalls

KEYWORDS: Urban transport of cargo. Traffic Engineering. Road infrastructure.

1 | O TRANSPORTE URBANO DE CARGAS

A implantação do Planejamento de Mobilidade Urbana para a cidade de Belém considera a obrigação contida no §1º, do artigo 24, da Lei Federal nº12.587 de 03 de janeiro de 2012. O local de estudo situa-se em um bairro histórico, às margens da baía do Guajará, características históricas e arquitetônicas do período colonial e vias estreitas. É uma referência cultural e econômica para a cidade, é um polo de atração ao turismo que reúne símbolos e cartões postais.

O bairro Campina abriga 6.156 habitantes além dos estabelecimentos comerciais. As principais vias de acesso e tráfego são: avenidas Boulevard Castilhos França e Portugal; as ruas Quinze de Novembro, Conselheiro João Alfredo, Treze de Maio, Senador Manoel Barata, e; as travessas Ocidental do Mercado, Oriental do Mercado, Padre Eutíquio, Campos Sales, Sete de Setembro e Frutuoso Guimarães.

Em virtude da circulação de cargas e pessoas há impactos no contexto urbano na eficiência da mobilidade urbana (VILELA et al., 2013) bem como efeitos negativos à sociedade, sejam eles sobre o tráfego e/ou sobre o meio ambiente (ARANTES, 2012; AGÊNCIA CURITIBA, 2011; BHTRANS, 2012).

Os veículos que trafegam naquela área se destinam ao transporte urbano de carga, sistema por ônibus e particulares. Todos dividem o mesmo espaço viário e, imprimem baixa aceleração e velocidade devido à capacidade e característica das vias. Há, portanto, aumento dos custos de distribuição, impactando no custo final dos produtos para os consumidores.

O decreto municipal nº 66.368, de 31 de março de 2011 em seu artigo 2º delimita treze avenidas/ruas e impede a entrada e circulação de veículos destinados ao transporte de carga com capacidade de até 5.500kg entre 06h e 21h, de segunda a sexta-feira. Três das vias analisadas neste estudo estão contidas neste decreto – rua 15 de novembro, rua 13 de maio e rua senador Manoel Barata.

Com a maior concentração de pessoas na área urbana é quase impossível desconsiderar os efeitos da carga nesta localidade, pois a política da última milha é o atual desafio dos operadores logísticos. É o maior custo da cadeia e qualquer *trade-off* de uma empresa que deseja estar próximo do cliente final, em uma localização acessível à ação dos operadores logísticos deverá saber reagir às implicações postas pelas cidades.

Boas práticas foram encontradas em relatórios do CLUB Brasil – Centro Logístico Urbano de Cargas, o qual utilizou a metodologia de *foccus group* para reunir e pôr em discussão o transporte de carga em centro urbano em cidades como Manaus (AM), Fortaleza (CE), Teresina (PI), São Paulo (SP), Campinas (SP), Guarulhos (SP), Brasília (DF), Belo Horizonte (MG), Curitiba (PR) e, Quito (Equador). As ações mais empregadas em centros urbanos brasileiros são a restrição de acesso a determinadas vias e a limitação de capacidade do veículo no entorno (CESTARI E MARTINS, 2017; LINDHOLM e BEHRENDTS, 2012).

Embora exista uma regulamentação vigente, as ações norteadoras não estão vinculadas ao planejamento da cidade (uso e ocupação), implementação e controle dos fluxos, armazenagem e informação, todos atuantes em um mesmo centro urbano (VILELA et al., 2013). Destaca-se, ainda, a necessidade de integração de iniciativas público-privadas com vistas à circulação de carga e a mobilidade na cidade.

Em Belém, a forma de uso e ocupação do solo não favorece a criação de um anel viário ou vias alternativas para o acesso de veículos de grande porte, portanto, há um aumento da frequência naquela região. A complexidade aumenta quando se há uma única rodovia de acesso à cidade.

2 | MÉTODO DE PESQUISA

É uma pesquisa aplicada, de abordagem quantitativa e qualitativa, de caráter descritivo e de estudo de caso. A primeira etapa consistiu em desenvolver uma caracterização da região acerca dos aspectos físicos e operacionais, coleta de dados por observação direta e descritiva do cenário atual existente no centro comercial de Belém.

A investigação abordou os seguintes critérios: a) Físicos - avaliar a infraestrutura considerando as condições dos pavimentos, existência ou inexistência de faixas exclusivas para carga, existência ou inexistência de estacionamentos exclusivos; b) Operacionais – avaliar a conformidade do uso de vagas exclusivas, o destino dos caminhões de cargas, o congestionamento, a facilidade ou a dificuldade de acesso aos destinos finais pelos operadores logísticos, a existência de restrições de acesso à via; c) Sinalização – avaliar os critérios de legalidade, padronização, suficiência, clareza, precisão e confiabilidade, visibilidade e legibilidade, manutenção e conservação conforme o Código Brasileiro de Trânsito (CTB).

Para os critérios físicos e as sinalizações criou-se uma escala Likert com variação quali-quantitativa de 1 a 5, a saber: 5, existe e em perfeito estado de conversação; 4, existe, mas em condições aceitáveis de uso; 3, existe, mas em más condições; 2, inexistente, feito de modo alternativo não padronizado; 1, total ausência/inexistência.

Na segunda etapa houve o levantamento de dados *in loco* no dia três de outubro de 2017, entre 9:00h e 15:00h, por uma equipe de três observadores. Os dados foram coletados em um questionário elaborado pelo pesquisador e, posteriormente, tabelados e analisados na forma de gráficos utilizando o Excel. Para a proposição de uma solução utilizou-se o AutoCAD e a planta baixa da cidade de Belém.

O questionário continha oito indagações, a saber: A vaga destinada à carga e descarga está sendo usada conforme a finalidade? O caminhão utilizou outra vaga para a fazer a operação de carga e descarga? A atividade de carga e descarga gera congestionamento na via? Existe acesso a calçadas, rampas etc. para a distribuição da carga? Tem horário restrito para o acesso de caminhão? Tem limitação de capacidade/tamanho de caminhão? Existe uma fiscalização nas operações de carga e descarga?

Como a carga é transportada do caminhão para a loja? As respostas se restringiram a “sim” ou “não”.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perímetro analisado está apresentado na Figura 1. À esquerda tem-se a avaliação dos aspectos físicos existentes para o transporte de cargas. O pavimento foi avaliado como 4 e apresenta uma condição aceitável de uso em 6 (seis) ruas. As avenidas Portugal e Castilho França obtiveram uma melhor classificação por serem constituídas de pavimento flexível e são as principais vias de fluxo de veículos na região. A rua Conselheiro João Alfredo tem a sua camada de rolamento composta por blocos de concretos, o que dificulta a movimentação de carga assim como o tráfego de pedestres, em especial, devido à irregularidade e denivelamento dos blocos.



Figura 1: Vias analisadas e suas características físicas

Fonte: Adaptação do Google Maps (2017).

À direita da Figura 1, longitudinal e na cor amarela, a rua Conselheiro João Alfredo não permite o acesso de veículos e, em outras - Tv. Padre Eutíquio, Tv. Campos Sales, Tv. Sete de Setembro - o acesso por veículos é obstruído pelo mercado informal. O perfil da carga circulante na região atende ao mercado varejista e atacadista, é unitizada em caixas de papelão e movimentada por carro manual de carga. Os produtos perecíveis são movimentados em caixas plásticas para atender ao mercado e feira do Ver-o-peso e ao Mercado de carne.

A vaga exclusiva para os veículos carga e descarga situa-se em um trecho da Av. Castilho França, entre a Tv. Frutuoso Guimarães e a Tv. Campos Sales. Esta quantidade é insuficiente para atender a demanda, não há presença de sinalização horizontal específica, a sinalização vertical existente necessita de manutenção e de visibilidade, pois a mesma é obstruída por uma estrutura de barraca pertencente ao mercado informal.

Na região comercial destaca-se a falta de fiscalização e de uma faixa de rolamento

exclusiva para o tráfego de veículos pesados. A sinalização, em sua maioria, existe apenas a vertical indicando as restrições de acesso por veículos de cargas quanto à capacidade e horário permitidos.

Estas características evidenciam externalidades negativas: congestionamentos, poluição, ruído, entre outros, ou em alguns casos, por falta de estacionamento e/ou vaga própria, os operadores dos veículos de carga estacionam no meio da pista de rolamento, criam uma fila dupla e obstruem o fluxo (Figura 2).

Tem-se, portanto, dois aspectos a serem observados: de um lado os demais usuários da via que trafegam com os seus veículos individuais; e, de outro, os operadores logísticos que necessitam realizar suas atividades de carga e descarga, de distribuição e movimentação.

Um terceiro agente deste cenário é o pedestre, o qual precisa desviar e/ou dividir espaço com os outros dois. O outro aspecto observado é que os operadores logísticos tem dificuldade de acessar as calçadas, pois há a falta de rampas adequadas e o desnivelamento das calçadas. O transporte de mercadorias é realizado por vans e a movimentação por carrinhos manuais como carro plataforma, carrinho de carga (Figura 2).



Figura 2: Transporte e movimentação de carga no centro comercial de Belém

Fonte: Autoria própria.

As boas condições do pavimento também estão relacionadas à existência e condições de sinalização. Ao correlacionar os atributos contidos no CTB com a existência ou não, as sinalizações verticais (Figura 3) de restrições de acesso por veículos de carga se fazem presentes, porém, em más condições de uso. Apenas a rua quinze de novembro obteve nota 5 (cinco) e encontra-se em perfeito estado de conservação. As demais ruas não apresentaram significância neste estudo devido à falta de sinalização para a atividade de carga e descargas. Não foi objeto deste estudo avaliar a sinalização para outros veículos ou pedestres, contudo foi possível observar que ela também é deficitária.

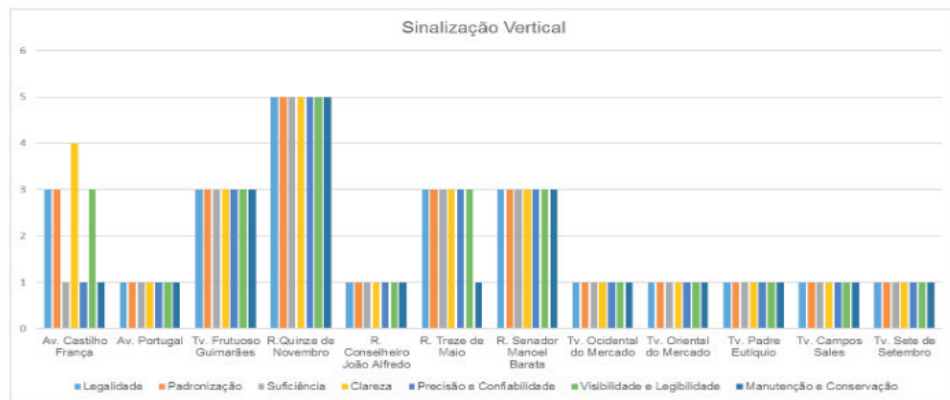


Figura 3: Avaliação das vias segundo a sinalização vertical

Fonte: Autoria própria.

Há a presença de sinalização de restrição de acesso por veículos de carga na Tv. Frutuoso Guimarães, entre Av. Castilho França e R. Quinze de Novembro. Porém, esta rua não está presente na lista de proibição de acesso por veículos de cargas do Decreto Municipal. Em todas as vias não foi identificada a existência de sinalização horizontal dedicada à atividade de carga.

O conjunto sinalização e infraestrutura auxiliam a definir áreas para as operações de cargas. As restrições de horário, o tipo de veículo, as vias entre outras condições impostas pelo Decreto Municipal evidenciam a necessidade de adequação, implementação e fiscalização naquela área. Resta aos operadores logísticos e comerciantes criar mecanismos alternativos viáveis ao recebimento de suas cargas tais como utilizar veículos de menor capacidade, aumentar a frequência de entregas e a quantidade de veículos, que em um contexto global favorece o congestionamento local.

O entorno da Praça do Relógio também é utilizado como estacionamento de veículos de carga de tempo média/longa de espera, porém, não é regulamentada para este fim. Os veículos menores trafegam facilmente pelas vias internas e independem de tempo de parada para as suas operações.

Não foi escopo de pesquisa entrevistar os comerciantes para realizar o levantamento de suas reais necessidades, porém, notou-se que os mesmos são prejudicados pela falta de infraestrutura e de respeito àquela sinalização existente. É possível que tal situação não seja resolvida brevemente, mas caberá à cidade fazer cumprir o que consta em suas Leis, Decretos e Plano Diretor.

Com vistas à aplicação do conceito de Logística Urbana, as proposições sugeridas neste estudo foram pensadas de modo flexível sem causar grandes alterações na área de estudo em virtude de sua localização em um bairro histórico tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2011). O plano de ação da proposta está centrado para uma melhor atividade de carga e descarga, o qual segue:

- a) Criação de vagas para as operações de carga, por diferentes veículos, de

diversas empresas, aos quais é permitida a parada por um tempo determinado ao longo da Av. Castilho França intercalando-se as quadras e abastecendo parte do comércio;

b) Criação de guias rebaixadas (rampas) afim de facilitar o acesso às calçadas pelos operadores de cargas;

c) Revitalização da sinalização vertical bem como uma realocação adequada para facilitar a visualização do condutor;

d) Criação de sinalização horizontal específica para a atividade de carga e descarga;

e) Conversão de vagas de estacionamento comum para o uso exclusivo de cargas ao longo da Av. Portugal, em dois trechos: *i)* entre as ruas Conselheiro João Alfredo e Treze de Maio; *ii)* entre as ruas Treze de Maio e Senador Manoel Barata. Em ambos os trechos será necessário instalar sinalização vertical e criar sinalização horizontal delimitando a vaga exclusiva;

f) Conversão da faixa de estacionamento comum à atividade de carga ao longo da rua Quinze de Novembro, nas quadras que compreende as travessas Campos Sales e Padre Eutíquio, e na quadra entre a Padre Eutíquio e a Tv. Oriental do Mercado, pois é possível permitir a existência de vagas de estacionamento nos dois lados da via devido ao alargamento antes da Tv. Campos Sales e depois da Tv. Oriental do Mercado, posicionado no lado esquerdo da via.

As proposições e os locais à serem modificados foram tratados como áreas de intervenções (1 a 7) enumeradas conforme sugerem as melhorias na região, representados na Figura 4.



Figura 4: Áreas propostas para intervenção e vagas exclusivas para veículos de carga

Fonte: Autoria própria.

As dimensões das vagas de estacionamento atendem às propostas do Manual de Sinalização Urbana Regulamentação de Estacionamento e Parada, Volume 10, Parte 8 (2010) da Companhia de Engenharia de Tráfego – São Paulo, que contém os critérios para a sinalização da via e regulamentam o estacionamento de veículos de

aluguel que exercem a atividade de Carga a Frete.

É relevante destacar que a proposição para o Centro Comercial de Belém baseia-se na criação de novas áreas/vagas destinadas a operação de carga e descarga, à utilização por diferentes veículos e de empresas dentro de um tempo de parada determinado. Isto difere do sistema de Carga a Frete onde a atividade de transporte urbano de carga faz o uso de estacionamento privativo em via pública, “disciplinada pela Administração Pública Municipal e realizada por pessoa física ou jurídica proprietária ou arrendatária mercantil de veículo de carga ou misto” (Artigo 1º, inciso I da Portaria DTP 146/08).

Para as ruas Senador Manoel Barata e Treze de Maio não houve proposta de intervenção, pois essas ruas não apresentam condições de infraestrutura para a implantação de vaga de estacionamento dedicado à atividade de carga, por serem vias de larguras muito estreitas. No caso da rua Manoel Barata existe um estacionamento de veículos, no entanto, a via não permite uma readequação do estacionamento comum para um exclusivo de veículo cargueiro. A rua Treze de Maio fica impossibilitada de qualquer proposição para carga, pois a via só oferece condição de passagem de veículos pequenos. Afim de facilitar a observação das propostas de solução, a Tabela 1 sintetiza as informações.

Avenida/Rua	Tipo de veículo ¹	Capacidade do veículo	Proposta de melhoria	Ações necessárias
Castilho França	Caminhão Caminhonete Camioneta	≤ 8,0 pbt	Três vagas (30m) de carga/descarga por quadra, totalizando nove, espaçadas alternadamente por quadra da via.	Melhorar as sinalizações vertical e horizontal. Intensificar a fiscalização. Conversão de estacionamento comum para exclusivo de carga e descarga.
Portugal		≤ 8,0 pbt	Cinco vagas (50m) entre a João Alfredo e a Treze de Maio. Mínimo de 3 (30m) vagas entre a Manoel Barata e a Treze de Maio.	Conversão de estacionamento comum para exclusivo de carga e descarga. Utilizar o mínimo de 30m para instalar a área de carga e descarga. Fazer guias rebaixadas ² para a movimentação de carga por carrinho plataforma e/ou de carga.
15 de novembro		≤ 5,5 pbt	Três vagas (30m) entre a Campos Sales e a Padre Eutíquio, no lado esquerdo da via. Três vagas (30m) entre a Padre Eutíquio e a Oriental do Mercado, no lado esquerdo da via.	Conversão de estacionamento comum para exclusivo de carga e descarga. Fazer guias rebaixadas ² para a movimentação de carga por carrinho plataforma e/ou de carga. Utilizar o mínimo de 30m para instalar a área de carga e descarga

Tabela 1 Propostas de intervenção para a circulação de carga em Belém

¹ Classificação segundo art.3 Portaria nº146/08, veículo Tipo 3: largura = 2,7m; comprimento = 10m; comprimento mínimo de uma vaga isolada = 12,0m.

² Sinalização horizontal na cor amarela, rebaixada ao longo de toda a extensão do estacionamento destinado às operações de carga e descarga.

Uma outra forma de intervir é melhorar as condições dos pavimentos, pois apesar de sua categorização ser definida como aceitável, há trechos onde é necessário manutenção. A exemplo é o nivelamento da cota do greide da pista em relação a calçada, pois este último encontra-se a um nível abaixo da pista de rolamento, caso observado na rua Senador Manoel Barata e, revitalização das calças, o principal meio de circulação para o transporte alternativo de cargas.

É válido atentar para a questão social envolvida, pois há a existência de inúmeros estabelecimentos do mercado informal e os problemas relacionados a mobilidade e operação logística. Na pesquisa *in loco* observou-se um grande número de barracas instaladas nas calçadas e sob a malha viária, obstruindo o acesso ou por veículos ou operadores logísticos ou por circulação a pé.

É fundamental a atuação e intervenção do Poder Público para o remanejamento de área desses comerciantes informais, onde será possível o exercício do comércio sem interferir nas atividades de abastecimento dos estabelecimentos do centro comercial.

Em tempos remotos, a Prefeitura da cidade de Belém revitalizou um espaço pertencente à área comercial e reorganizou os vendedores ambulante conhecido como Largo da Palmeira, no ano de 2012. Segundo consta, foi realizado um grupo focal que reuniu trabalhadores do Espaço Palmeira, a Secretaria Municipal de Economia (SECON), a Associação dos Trabalhadores Informais do Centro Histórico de Belém, Sindicato dos Trabalhadores do Mercado Informal de Belém e Comissão de Trabalhadores do Espaço Palmeira onde houve a apresentação e aprovação de uma proposta de revitalização com anuência do Instituto do Patrimônio Histórico (IPHAN).

O novo espaço seria contemplado com uma cobertura e telhas termoacusticas em 90% da área visando melhorar as condições de ventilação, luminosidade e minimizar a incidência de calor. Para compor e abrigar da ocorrência de chuvas o espaço abrigaria um sistema de escoamento da água da chuva, rede de drenagem e impermeabilização do piso.

A Figura 5 apresenta a área de estudo e a localização do Espaço da Palmeira. Contudo, o espaço é insuficiente para atender à demanda do mercado informal existente, pois há um aumento deste e inexistente o controle e/ou a fiscalização dos mesmos pelos órgãos competentes.

É sabido que o centro comercial apresenta uma segunda área com possibilidade de readequação para atender ao mercado formal. Trata-se da Praça da Bandeira destacada em amarelo. Nos dias atuais, esta localidade não é utilizada para outros fins que não seja o estacionamento de veículos no entorno e concentração de pedintes, o

que agrava a falta de segurança.



Figura 5: Áreas propostas para intervenção e vagas exclusivas para veículos de carga

Fonte: Adaptado do Google Earth.

Contudo fica o seguinte questionamento: deve-se acabar com a área verde para aumentar o mercado informal? Não. Porém, é necessário ponderar o uso, a finalidade do espaço público e a real utilização do mesmo.

O centro comercial da cidade precisa ser repensado e estar passível de ações que atendam às necessidades dos que ali convivem ou transitam diariamente e de modo que haja a circulação de pessoas e cargas com segurança e eficiência.

E, estas ações perfazem a infraestrutura viária e as políticas específicas para as atividades logísticas uma vez que a região vive intensa e diariamente os conflitos envolvendo transporte e movimentação de cargas, circulação de pessoas, veículos de carga, individual e coletivos.

4 | CONCLUSÕES

As cidades e, em especial, os seus centros comerciais devem apresentar uma infraestrutura mínima para as operações de carga, pois a falta gera congestionamento no tráfego, dificultando o ir e vir de pessoas, comerciantes e operadores logísticos. O entorno é importante por facilitar a movimentação das cargas e dos operadores até as lojas e, neste estudo observou-se a carência de guias rebaixadas, o que pode aumentar os custos logísticos para o consumidor devido ao problema da última milha.

Das questões legais listadas no Decreto N° 66.368, de 31 de março de 2011, a rua Frutuoso Guimarães apresenta restrição de acesso por veículos de carga, porém, esta informação não consta no referido decreto. É notório que na maior parte do Centro Comercial, a entrega das mercadorias é realizada por meio de transporte de cargas alternativos, veículos de menor capacidade e em paradas ilegais, a fila dupla.

A qualidade da infraestrutura do local de estudo, na maior parte, tem as condições do pavimento aceitáveis ao uso, no entanto, nota-se a inexistência de uma faixa exclusiva para o tráfego de veículos de cargas. Vale ressaltar que em apenas uma quadra foi observada a destinação da vaga de estacionamento para a atividade de carga e descarga - na Av. Castilho França.

Por sua vez, as sinalizações verticais indicam, apenas, a restrição de acesso por veículos de carga em conformidade ao decreto municipal, exceto pela existência de sinalização em péssimo estado de conservação e má localização situada na Av. Castilho França. As sinalizações horizontais são inexistentes e apenas uma quadra possui a vaga de estacionamento para atividade de carga e descarga, e nela não há sinalização identificando a especificidade da vaga.

Ações como a criação de vagas para carga e descarga deveriam ser aplicadas e priorizadas na região assim como a faixa exclusiva para o tráfego de veículos específicos para haver um menor impacto no trânsito, mais segurança e fluidez nas vias. Em questões de manutenção, padronização e oficialização das sinalizações verticais ou horizontais, estas devem ser implantadas para transmitir a informação ao usuário, revitalizar as calçadas e criar guias rebaixadas (rampas) para dar acesso às mesmas.

Por fim, essas ações resultariam em um equilíbrio entre a eficiência requerida pelo transporte urbano de carga e os custos sociais envolvidos, pois o custo da última milha ditam as regras ao consumidor em uma visão mais operacional da distribuição. Um centro comercial como o identificado em Belém-PA, situado às margens de um rio, pode ainda ser melhor aproveitado com a inclusão do transporte aquaviário por pequenas embarcações, as quais conseguem utilizar o espaço já existente para realizar o transporte urbano de carga.

A otimização global dos sistemas logísticos dentro da área urbana prevê a instalação de centros de distribuição mais próximos da área comercial, contudo, é necessário ponderar os custos e benefícios para os setores público e privado, incluindo os do consumidor. Nenhuma proposição de solução será perfeita o suficiente se não houver integração e fiscalização das partes interessadas, o que parece longe da realidade da cidade de Belém-PA.

REFERÊNCIAS

Agência Curitiba (2011). Curitiba será cidade modelo em Logística Urbana. Disponível em: <http://www.agencia.curitiba.pr.gov.br/>. Acesso em 01 jan. 2017.

Arantes, T. G. F. (2012) Base conceitual e metodológica do Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT): uma leitura geográfica. 258f. (Dissertação) Programa de Pós- Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG.

Belém, Decreto nº 66.368, de 31 de março de 2011. Estabelece horários de entrada e circulação de veículos rodoviários de carga no perímetro urbano do município de Belém. Disponível em: <http://leismunicipa.is/ifcmj> Acesso em 02 set. 2017.

BHTRANS. LOGBH - Logística de Carga Urbana em Belo Horizonte. 2012. Disponível em: <http://www.bhtrans.pbh.gov.br>

Brasil. Política Nacional de Mobilidade Urbana, Lei 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/> Acesso em: 08 set. 2017.

Cestari, W. e Martins, C. H. (2017) Restrição de transporte de cargas em áreas urbanas estudo de caso: avenida morangueira, Conhecimento Interativo, São José dos Pinhais, PR, v.11 (n.1), p. 99 - 113.

Centro Logístico Urbano de Carga – CLUB (2014) Relatórios técnicos, Campinas, SP. Disponível em www.clubbrasil.org.br Acesso em 25 abr. 2018.

Lindholm, M.; Behrends, S. (2012) Challenges in urban freight transport planning – a review in the Baltic Sea Region. *Journal of Transport Geography*. Manchester, v. 22, p. 129 -136.

Vilela, L. de O., Pennisi, R., Arantes, T. e Rodrigues, W. (2013) Transporte urbano de cargas: reflexões à luz da geografia dos transportes. *Observatorium, Revista Eletrônica de geografia*, v.5 (n.14), p. 103-120.

SOBRE A ORGANIZADORA

Marcia Regina Werner Schneider Abdala: Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação lato sensu; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.

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

