



Exacta

ISSN: 1678-5428

exacta@uninove.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

Benitez Nara, Elpidio Oscar; Tiggemann Sehn, Kleber; Emmel Silva, André Luiz; Alvise Alberti, Rafael; Schwingel, Guilherme Augusto

Análise de mobilidade do sistema viário do campus sede da Universidade de Santa Cruz do Sul

Exacta, vol. 14, núm. 2, 2016, pp. 221-233

Universidade Nove de Julho

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81046356006>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Análise de mobilidade do sistema viário do campus sede da Universidade de Santa Cruz do Sul

Mobility analysis of the road system of the main campus of the University of Santa Cruz do Sul

Elpidio Oscar Benitez Nara

Doutor em Qualidade e Produtividade e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação de Sistemas e Processos Industriais pela Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Santa Cruz do Sul, RS [Brasil] elpidio@unisc.br

Kleber Tiggemann Sehn

Graduando do curso de Engenharia de Produção na Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Santa Cruz do Sul, RS [Brasil]

André Luiz Emmel Silva

Mestre em Tecnologia Ambiental e Professor do curso de Engenharia de Produção da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Santa Cruz do Sul, RS [Brasil]

Rafael Alvise Alberti

Mestre em Sistemas e Processos Industriais na Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Santa Cruz do Sul, RS [Brasil]

Guilherme Augusto Schwingel

Graduando do curso de Engenharia de Produção na Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Santa Cruz do Sul, RS [Brasil]

Resumo

O estudo da mobilidade é mundialmente considerado uma área de fundamental importância para a administração das cidades por exercer influência direta no acesso aos serviços, no desenvolvimento econômico, na preservação ambiental e na qualidade de vida da população. A deficiência dos serviços de transporte público e a falta de incentivo aos meios não motorizados levam à dificuldade do fluxo de veículos nas cidades e à formação de congestionamentos. Assim, neste trabalho, apresenta-se um projeto de otimização do fluxo de veículos dentro do campus da Universidade de Santa Cruz do Sul para melhorar as condições de mobilidade. Desse modo, realizou-se um levantamento de dados da área de estudo, do tráfego, dos serviços de transporte local e do comportamento dos usuários, e a partir das informações coletadas simularam-se o fluxo de veículos e a identificação dos pontos críticos e das mudanças que possam ser realizadas para melhorar o sistema viário do campus.

Palavras-chave: Congestionamentos. Mobilidade. Simulação computacional.

Abstract

Throughout the world, the study of mobility is considered an area of fundamental importance for the management of cities by exerting direct influence on access to services, on economic development, on environmental conservation, and on the quality of life of the population. Deficiencies in public transport services and lack of incentives for non-motorized means of transport create difficulties for the flow of vehicles in cities and lead to gridlock. Hence, in this study we present a project for optimizing the flow of vehicles within the campus of the University of Santa Cruz do Sul to improve mobility. We gathered data of the area under study – local transport services, traffic, and user behavior – and used this information to simulate the flow of vehicles and identify critical points and improvements that can be made to improve the road system on campus.

Key words: Traffic congestion. Mobility. Computational simulation.

1 Introdução

O rápido crescimento da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) tornou obsoleto seu sistema viário, que não se desenvolveu na velocidade necessária, causando transtorno a alunos, professores e funcionários que frequentam o campus desta instituição de ensino.

Conforme Pizzol (2006, p. 1),

[...] os problemas que as cidades enfrentam a partir de um determinado estágio de crescimento são bem conhecidos, como o déficit habitacional, a poluição do ar, das águas e visual, carência de infraestrutura básica, dificuldades de locomoção e, consequentemente, diminuição da qualidade de vida dos habitantes.

A mobilidade é vista hoje como fator de importância fundamental nas cidades quando se aborda a questão da qualidade de vida de seus moradores, devido à rápida expansão desses centros urbanos e ao aumento do número de pessoas vivendo nesses locais. Além disso, à ascensão da renda das famílias e a situação de baixo desemprego permitiram a elevação da quantidade de veículos por habitante. Tudo isso acarretou sérios problemas de mobilidade em todo o Brasil. Analisando-se a complexidade desse quadro, deve-se levar em conta a opinião de Roberts (2011), que enfatiza que todas as partes interessadas devem participar na tomada de decisão, seja ela qual for, visando a um desenvolvimento sustentável.

A mobilidade é um complexo fenômeno social que ultrapassa as dimensões físicas, corporais e econômicas, envolvendo também as culturais, afetivas, imaginárias, espaciais e individuais (URRY, 2007). Dessa forma, ela deve ser abordada não apenas baseando-se na movimentação

das pessoas, mas também no motivo pelo qual ela ocorre e no que leva os indivíduos a utilizarem qualquer meio de transporte.

A simulação computacional é considerada o desdobramento da pesquisa operacional e permite, a partir dos dados coletados, que sejam analisadas as condições de uma atividade ou um processo e testadas inúmeras hipóteses para a solução de um problema com maior rapidez e custo bastante reduzido, como mencionam Pedgen, Shannon e Sadowski (1991). De acordo com estes autores, a simulação complementa quando se utiliza um modelo computacional, sendo possível, a partir da experimentação, avaliar o que aconteceria se determinadas alterações fossem feitas no sistema real, podendo, assim, observar o comportamento deste em diversas situações e comparar quais seriam as melhores alternativas para a correção dos seus problemas ou mudanças que poderiam ser adotados para aumentar a sua eficiência.

Segundo Prado (1999), o conceito mais adotado atualmente define simulação como uma técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema utilizando-se um computador.

Desse modo, utilizaram-se os conhecimentos de mobilidade, dentro do campus principal da Universidade de Santa Cruz do Sul, no intuito de analisar a situação atual, a partir da coleta de dados, e estudar maneiras de proporcionar aos seus frequentadores melhores condições de acesso e segurança às instalações. Condições essas que estão de acordo com o seu estado atual e já visando à expansão que se espera que ela alcance com base num ritmo de crescimento planejado. Assim, o objetivo neste trabalho é apresentar um projeto de otimização do fluxo de veículos no campus da Universidade de Santa Cruz do Sul para melhorar as condições de mobilidade, analisando o comportamento dos usuários e utilizando métodos de simulação computacional.

2 Metodologia

Este estudo desenvolveu-se em quatro etapas. Na primeira etapa, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre os temas mobilidade urbana, congestionamentos, gerenciamento da mobilidade e simulação computacional mediante pesquisas em livros, artigos e publicações a respeito deste assunto. Na segunda, caracterizou-se a área de estudo com levantamento de dados de tráfego, serviços de transporte, uso do solo e informações dos usuários, além do monitoramento do fluxo de veículos que acessam o campus pelos portões e da quantidade de vagas disponível nos estacionamentos; também foram realizadas entrevistas estruturadas usando-se um questionário fechado. Na terceira, efetuou-se a simulação, utilizando-se o *software* Arena, para melhor entendimento do fluxo de veículos e conhecimento dos pontos críticos. Na quarta e última etapa, foram feitas análises dessas informações e identificação das alternativas que poderiam ser adotadas para melhorar a mobilidade no campus. Neste trabalho, estudaram-se somente as características atuais da mobilidade nos estacionamentos dos blocos 51, 52 e 53 do campus da Universidade de Santa Cruz do Sul (Figura 1), no período de março a novembro de 2013.



Figura 1: Campus da Universidade de Santa Cruz do Sul

Fonte: Arquivos da Universidade de Santa Cruz do Sul (2013).

3 Fundamentação teórica

3.1 Mobilidade urbana

O Ministério das Cidades define mobilidade urbana como a integração entre os diferentes modos de transporte e a melhoria da acessibilidade e mobilidade de pessoas e cargas. Assim, a mobilidade urbana é o conjunto organizado e coordenado dos modos de transporte, de serviços e de infraestruturas que garante os deslocamentos de pessoas e cargas no município (BRASIL, 2012).

Também a política Nacional de Mobilidade Urbana do Brasil trata do acesso universal à cidade, do fomento e dos objetivos da política urbana (BRASIL, 2012).

A mobilidade pode ser definida como a disponibilidade de serviços e modos de transporte (automóvel, ônibus, trem, bicicleta, entre outros) para qualquer destino e horário, com informação sobre seu funcionamento, sua forma de utilização e seus meios de pagamento (SCHMITT, 2006). A mobilidade compreende o movimento de pessoas e bens, movimento esse que é derivado da estrutura física e socioeconômica da cidade, sendo controlado pelos desejos e necessidades dos indivíduos. É um instrumento de planejamento urbano que engloba sistema viário, meios de transporte e trânsito (SILVA, 2009).

A noção de mobilidade supera a ideia de deslocamento, pois abrange também suas causas e consequências. Ao invés de separar o ato de deslocar-se dos vários comportamentos individuais e de grupo, no conceito de mobilidade, tenta-se integrar a ação ao conjunto de atividades cotidianas do indivíduo. A mobilidade cotidiana pode ser interpretada, então, como base de trocas e relações sociais. Nesse contexto, a pessoa que se desloca é ator social, com suas reivindicações e práticas próprias, sujeito de estudos, diretrizes e planificações.

um agente da produção do espaço de circulação (BALBIM, 2003).

De acordo com Costa M. (2008), a mobilidade é influenciada por diversos fatores, como as dimensões do espaço urbano, a complexidade das atividades nele desenvolvidas, a disponibilidade de serviços de transporte e as características da população, como renda, faixa etária e gênero. O autor complementa dizendo que essas condições de mobilidade afetam diretamente o desenvolvimento econômico das cidades, a interação social e o bem-estar de seus habitantes.

Em razão das melhorias que podem proporcionar às cidades e à qualidade de vida dos cidadãos, têm sido promovidos diversos estudos com o intuito de melhor compreender a situação real da mobilidade nos centros urbanos (MAGAGNIN, 2008; MIRANDA, 2010).

Problemas relacionados ao deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano existem desde o surgimento das cidades; no entanto, esses acabam tornando-se cada vez mais graves com o crescimento desenfreado das cidades (MIRANDA, 2010). Tais problemas provêm tanto de escolhas históricas, como da falta de planejamento e investimentos, quanto atuais, decorrentes da extrema dependência dos meios motorizados (SILVA; COSTA; MACEDO, 2008).

O problema da mobilidade urbana pode ser caracterizado como sendo ocasionado devido às políticas de desenvolvimento que priorizam a circulação de automóveis privados, o que acaba por prejudicar grande parte da população que utiliza os transportes coletivos (SILVA, 2009). Muitas pessoas escolhem viajar sozinhas por causa do conforto, da privacidade, da flexibilidade e da rapidez, diferentemente do que elas experimentariam se tivessem de usar o transporte público (RESENDE; SOUZA, 2009). Essa preferência pelo transporte individual aumenta de maneira significativa o número de veículos nas ruas.

A experiência de vida de todo ser humano origina-se diretamente da condição inata de movimentar-se. Nas cidades, o homem utiliza o sistema de circulação, fazendo parte dele, e exerce sua condição individual de mobilidade para ter acesso aos serviços, equipamentos, convívio com outros indivíduos, troca de informação e oportunidade de usufruir e fazer parte dos espaços por onde passa. Medidas de comunicação, informação e educação influenciam nos hábitos e escolhas das pessoas sobre seus meios de deslocamento, mitigando problemas relacionados aos atuais padrões de mobilidade (SCHMITT, 2006; BARCZAK; DUARTE, 2012).

Pode-se apontar como fatores propulsores dos congestionamentos o fácil acesso à compra de um carro, o excesso de veículos em horários específicos e os acidentes ou as ocorrências que podem bloquear a pista (SCHWEITZER; TAYLOR, 2008) e a presença de veículos pesados que, por apresentarem um desempenho inferior aos veículos leves, ditam o ritmo nas rodovias (DOWNS, 2004).

As principais perdas financeiras decorrentes de um congestionamento são ocasionadas pelo tempo perdido na viagem, pelo custo adicional de combustível, pela manutenção e depreciação dos veículos e pelo custo da poluição sonora e atmosférica. Porém, alerta-se que os custos advindos dos congestionamentos são transferidos para a população, e vão além do prejuízo financeiro, uma vez que a exposição aos riscos gradualmente reduz a qualidade de vida das pessoas (COYLE; BARDI; NOVACK, 2006).

Diante de um crescente número de automóveis, os congestionamentos tornam-se inevitáveis e, consequentemente, aumenta o estresse, os acidentes viários, a poluição e o tempo perdido nos trajetos, fatores esses que impactam negativamente no cotidiano das pessoas.

3.2 Gerenciamento da mobilidade

A precariedade do sistema de transportes nas grandes cidades causa atraso no desenvolvimento da nação brasileira (VALENTE, 2012). Pensar na mobilidade urbana é, portanto, pensar sobre como organizar os usos e a ocupação da cidade e a melhor forma de garantir o acesso das pessoas e a bens que a cidade oferece e não apenas pensar os meios de transporte e trânsito (VAZ, 2005).

A mobilidade sustentável no contexto socioeconômico da área urbana pode ser identificada pelo uso e ocupação do solo e pela gestão dos transportes, visando a proporcionar acesso aos bens e serviços de uma forma eficiente para todos os habitantes e, assim, mantendo ou melhorando a qualidade de vida da população atual sem prejudicar a geração futura (CAMPOS, 2006).

Dentre as medidas de gerenciamento da mobilidade, destacam-se as estratégias que dão prioridade ao tráfego de veículos com maior número de passageiros, incentivando o uso do transporte coletivo e o compartilhamento de veículos (BARCZAK; DUARTE, 2012).

3.3 Gerenciamento de estacionamentos

Para Filosa (2006), o estacionamento é uma peça-chave nas estratégias de transporte das grandes cidades, afetando a maneira de viver dos indivíduos, a acessibilidade e o sucesso econômico de uma estratégia de desenvolvimento sustentável. Além disso, a oferta e o custo desse estabelecimento podem desempenhar um papel elementar na mudança de um sistema dependente do automóvel para modos de transportes mais ecológicos, tais como vias para pedestres, ciclismo e transportes coletivos.

Conforme Shoup (2005), a procura de um lugar de estacionamento livre cria congestionamento de veículos que estão à espera ou à procura de

uma vaga. Quase ninguém percebe a quantidade de veículos que estão inseridos neste ciclo, pois esses mesmos condutores encontram-se misturados com os outros que realmente procuram circular para determinada localização, tornando-se um catalisador dos grandes congestionamentos.

Segundo Costa J. (2008), a utilização de um conceito amplo de estacionamento vai muito além da simples tentativa de aproximar a oferta de estacionamento da procura existente, cada vez mais é necessário diminuir, canalizar e gerir o tráfego urbano, devendo ser aplicadas medidas de estacionamento individualizadas e adaptadas a cada situação. Assim, os lugares de estacionamento devem ser criteriosamente dimensionados e localizados. O *layout* de um parque de estacionamento depende, sobretudo, do número de lugares de estacionamento previsto e da sua disposição. A escolha de uma determinada disposição é imprescindível no aproveitamento do espaço e na facilidade de manobra dos veículos.

3.4 Simulação computacional

Na simulação, utilizam-se modelos para representar sistemas, visando a aperfeiçoar ambientes e serviços, que permitem analisar a realidade de forma simplificada e obter informações para a tomada de decisões (PRADO, 1999). A simulação ou modelagem computacional pode ser definida como uma técnica de estudo do comportamento de reações por meio de modelos, que são construídos em meios digitais e imitam, na totalidade ou em parte, as propriedades e comportamentos de um sistema real em uma escala menor, permitindo sua manipulação e estudo detalhado (LEITE, 2006).

De acordo com Carneiro (2008), a simulação computacional se refere a métodos para estudar uma ampla variedade de modelos de sistemas do mundo real mediante avaliação numérica. Para isso, utiliza-se de um *software* projetado para im-

tar as operações deste sistema ou suas características, geralmente por um período de tempo superior ao real. De um ponto de vista prático, a simulação é o processo de projetar e criar um modelo computadorizado de um sistema real ou um sistema proposto com a finalidade de administrar experiências numéricas para dar um entendimento melhor do comportamento daquele sistema para um determinado conjunto de condições.

Prado (1999) relata que é preciso definir as variáveis que serão consideradas na criação de um modelo, visto que um problema real sofre influência de muitas delas. Diante disso, cabe ao modelador decidir qual o grau de detalhamento necessário para a criação do modelo visando à obtenção dos resultados desejados, pois quanto mais variáveis maior é o seu grau de complexidade. A partir de um determinado objetivo o estudo permite identificar os gargalos, ou seja, os pontos nos quais ocorrem filas, e definir a quantidade de equipamentos e pessoas necessários em cada atividade, bem como o melhor *layout* e o melhor fluxo.

Botter (2001) explica que se pode utilizar a simulação de duas formas distintas, pela análise do *status* atual de funcionamento do sistema, identificando o modo como os recursos estão sendo utilizados ou pelo teste de hipóteses, em que se consegue fazer alterações e ensaios com cenários possíveis antes de se fazer alguma modificação no sistema real.

Segundo Leite (2006), os altos custos para a realização de experimentos práticos e o fácil acesso a programas de simulação podem servir como atrativos para o uso da simulação de sistemas por meio da utilização de modelos computacionais. Além disso, Pedgen, Shannon e Sadowski (1991) complementam que se trata de uma técnica segura, na qual experimentos podem ser realizados sem qualquer risco à segurança das pessoas.

4 Desenvolvimento

4.1 Análise dos estacionamentos atuais

O campus sede da universidade tem dois estacionamentos (Figura 2) para atender a demanda dos usuários dos blocos 51, 52 e 53. O primeiro ao lado do bloco 51, que foi recentemente ampliado, possui 164 vagas; o segundo, ao lado do bloco 53, 99 vagas. Atendem quase exclusivamente as pessoas que se dirigem a esses blocos, pois ficam no extremo leste do campus com alguma distância em relação aos outros prédios e às áreas para estacionamento da universidade. Os estacionamentos encontram-se em excelentes condições, com acesso facilitado, boa pavimentação e adequada sinalização e demarcação das vagas. Além disso, estão bem distribuídos pelo campus facilitando o acesso às suas diversas dependências. Todos os estacionamentos da universidade permitem que qualquer pessoa estacione seu veículo conforme sua necessidade e sem nenhum custo, independentemente de ser aluno, funcionário, professor ou apenas visitante.

Os usuários dos referidos blocos que os utilizam nos períodos manhã e tarde tem suas necessidades de estacionamento plenamente atendidas; entretanto, à noite, com o aumento do fluxo de pessoas e veículos devido a maior quantidade de aulas oferecidas, os estacionamentos da instituição ficam sobrecarregados, levando os motoristas a buscar alternativas para estacionar.

São grandes os transtornos que podem ser ocasionados pela falta de vagas nos estacionamentos, além da distância a pé que os usuários precisam percorrer se pararem em outros estacionamentos, alguns deles deixam seus carros na via de circulação próxima, dificultando o fluxo de veículos, outros param em locais inapropriados dentro do próprio estacionamento, de modo que estes ficam superlotados e não se consegue manobrar

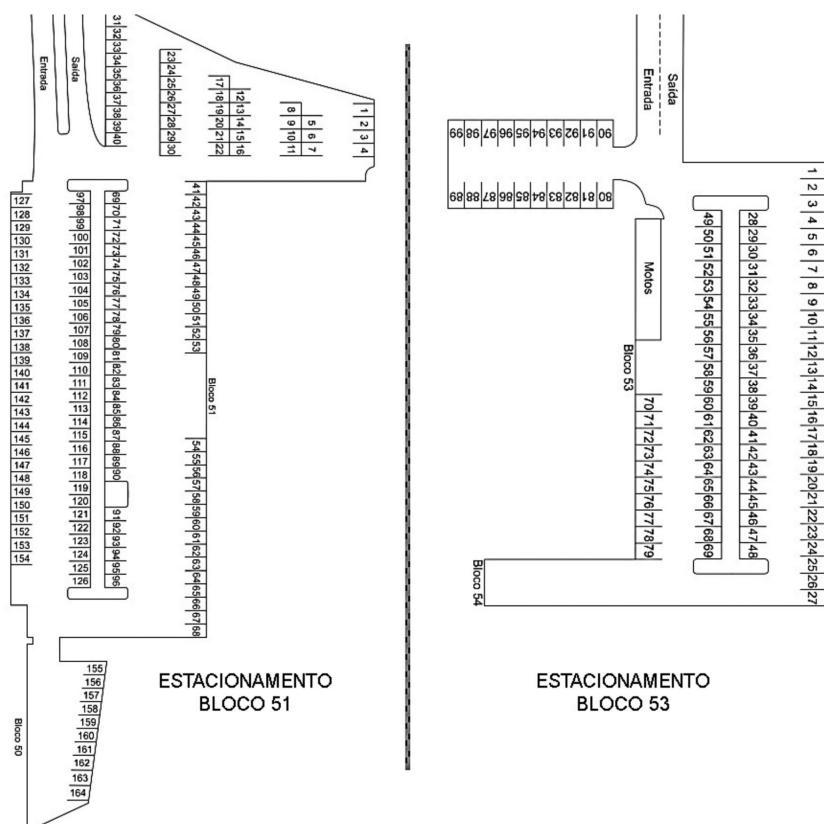


Figura 2: Estacionamentos dos Blocos 51 e 53

Fonte: Arquivos da Universidade de Santa Cruz do Sul (2013).

os veículos que, muitas vezes, acabam até mesmo ficando trancados nas vagas.

4.2 Informações dos usuários – aplicação do questionário

Baseando-se no número total de condutores que se beneficiam destes estacionamentos e utilizando-se um grau de confiança de 90%, com uma margem de erro de 5%, identificou-se a necessidade de obter uma amostra de cem motoristas entrevistados.

A pesquisa realizada revelou informações importantes a respeito do perfil e características dos frequentadores destes estacionamentos, conforme os gráficos da Figura 3.

A partir dos dados levantados, percebe-se a grande quantidade de veículos que acessam os estacionamentos dos blocos 51 e 53 com baixa

taxa de ocupação, mais de 90% destes chegam com apenas um ou dois passageiros, agravando os problemas de falta de vagas nesses locais.

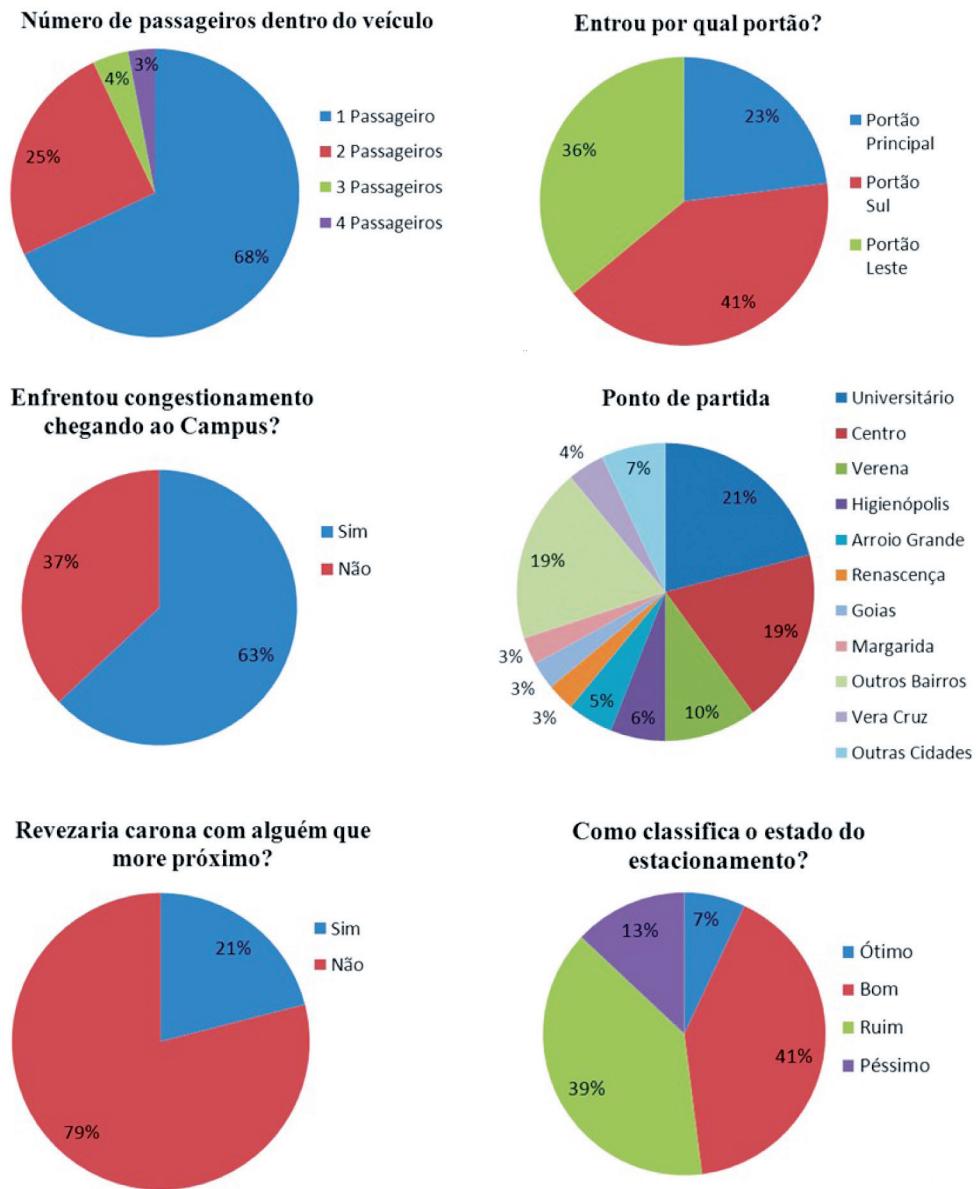
Embora muitos usuários partam de lugares próximos entre si, não houve grande aceitação de um programa de carona programada. Isso ocorre devido à praticidade em usar veículo próprio e em razão das atuais características do sistema viário, como a boa estrutura existente e os estacionamentos gratuitos, que acabam por incentivar a sua utilização.

4.3 Simulação do fluxo de veículos

Os dados foram coletados entre às 18 h 30 min e às 19 h 15 min, de segunda a sexta, considerando-se que as aulas do período iam às 19 h, em condições variadas de temperatura. Para a realização da simulação, foram utilizados os dados que houve o maior fluxo de veículos.

Dessa maneira, foram cronometrados os intervalos de chegada entre cada um dos veículos para identificar a frequência com que eles chegavam à universidade. Também foram mensurados os intervalos entre o acesso de cada um destes à via de circulação que leva aos estacionamentos, visto que muitas vezes os veículos chegam ao campus e demoram a se movimentar por motivo dos congestionamentos.

Com a utilização do *software* Arena 10, da empresa Rockwell Software, criou-se um modelo computacional do sistema viário em estudo, no qual se inseriram as equações obtidas a partir do levantamento de dados realizado previamente,

**Figura 3: Gráficos dos resultados da pesquisa realizada**

Fonte: Os autores.

possibilitando a simulação do fluxo de veículos de forma rápida e prática, sob diversas condições, e com bom grau de confiabilidade. No programa, utilizam-se equações específicas para simular a frequência de cada entidade. Estas são obtidas a partir da inserção dos dados coletados em uma das ferramentas disponíveis, chamada Input Analyzer, que realiza uma análise estatística dos dados e gera uma equação que permite emular o comportamento real dos usuários.

Com o levantamento de dados e a posterior simulação, identificaram-se os gargalos do sistema viário, ou seja, os pontos em que há grande movimento de automóveis e o cruzamento no qual o fluxo de veículos em uma das vias acaba trancando o fluxo da outra, gerando os congestionamentos.

Verificou-se também que nos dias mais frios e naqueles com chuva o número de automóveis aumenta. Isso ocorre em virtude de os usuários preferirem utilizar veículo próprio em vez do

transporte público ou de outros meios alternativos. O período de maior movimento compreendeu 17 minutos, entre às 18 h 42 min e 18 h 59 min, observando-se que os congestionamentos ocorrem neste intervalo de tempo pela maior quantidade de veículos que chegam ao local. Com a realização da simulação, foram obtidos os tempos médios de espera para acessar o campus, sendo de 63,68 segundos, no acesso sul, e de 42,48 segundos, no leste, para cada veículo. Também foi possível calcular a quantidade média de automóveis parados nos congestionamentos, 9,41 e 6,89 veículos nos acessos sul e leste, respectivamente.

4.4 Gestão dos estacionamentos

De acordo com o levantamento realizado nos blocos 51, 52 e 53 do campus da UNISC, em Santa Cruz do Sul, foi possível mapear as vagas de estacionamento existentes em cada um deles e a quantidade que seria necessária para atender plenamente seus frequentadores, baseando-se na estrutura existente e no volume total de usuários deste sistema. Assim, verificou-se a necessidade de criação de mais 110 vagas. Este número foi encontrado relacionando-se as vagas existentes e a quantidade de condutores que utilizam outros estacionamentos ou locais inapropriados para deixarem seus automóveis.

Em decorrência da rápida expansão que a universidade enfrentou nos últimos anos e a previsão de que ela continue a crescer em um ritmo acelerado, o que fica evidenciado pelas obras de construção de novos prédios que já estão sendo realizadas, precisam ser analisadas alternativas para a resolução dos problemas dos estacionamentos. Ainda que elas exijam mudanças de comportamento importantes e investimentos elevados. A seguir, são referidas algumas sugestões:

- Ampliação do estacionamento do bloco 53: uma das alternativas mais indicadas seria a

ampliação do estacionamento do bloco 53, que possui área livre do lado oeste e ainda uma área arborizada na parte norte que poderia ser pavimentada aumentando o número de vagas.

- Estação de controle de entrada e saída: a universidade poderia adotar um sistema de admissão aos estacionamentos baseado em estações de controle de entrada e saída, de modo a impedir a entrada de mais veículos do que a quantidade de vagas existentes em cada estacionamento. Assim, ao chegar à entrada do estacionamento, o condutor pressionaria um botão na estação que lhe forneceria um *ticket* e liberaria a cancela e, no momento em que estivesse saindo, o usuário inseriria o *ticket* no espaço para leitura e a cancela abalaria liberando sua saída. Se em algum momento o número de automóveis for igual ao total de vagas, a estação localizada na entrada do estacionamento não permitiria que ninguém mais entrasse até que algum veículo saísse, liberando uma das vagas.
- Parquímetros e sistema de vigilância: o parquímetro, um equipamento que vem sendo muito utilizado para o controle de estacionamentos urbanos também poderia ser uma alternativa interessante para amenizar os problemas. De modo que apenas no período da noite, quando há maior circulação de usuários, fosse instituído um sistema de pagamento onde o usuário adquire um *ticket* – com dinheiro ou cartão magnético que possa ser carregado com créditos – conforme o tempo de ocupação da vaga. Este deve ser deixado à vista dentro do veículo enquanto um funcionário responsável faz a conferência e também se responsabiliza pela segurança dos automóveis, auxiliado por um circuito de câmeras de monitoramento instalado no local. Isso desencorajaria o uso de veículo próprio para o

- deslocamento à Universidade, incentivando o uso de transporte público, caronas e outros meios de locomoção.
- Sistema de detecção de lugares livres: uma das tecnologias mais recentes em termos de gestão de parques de estacionamento são os painéis informativos. Utilizando-se sensores que reconhecem quais vagas estão desocupadas, eles indicam aos usuários quais estacionamentos ou partes destes possuem vagas livres ou a quantidade disponível em cada estacionamento, possibilitando ao motorista o deslocamento direto para estas vagas. A instalação deste sistema reduziria consideravelmente a necessidade de circulação dos automóveis em busca de vagas, o que prejudica bastante o fluxo de veículos e causa engarrafamentos.
 - Edifício garagem: uma alternativa que exigiria investimentos elevados seria a construção de um prédio para o estacionamento de veículos. Isto resolveria os problemas de falta de vagas existentes e, conforme seu projeto, atenderia também a demanda de crescimento estimada. Além disso, ocuparia uma área muito reduzida em relação ao modelo atual e permitiria que fosse mantido o mesmo padrão já adotado atualmente para o sistema de estacionamentos, ou a sua utilização em conjunto com qualquer uma das alternativas previamente explicitadas.

4.5 Gestão do fluxo de veículos

Visando a melhoria do fluxo de veículos no campus sede da Universidade de Santa Cruz, que vem enfrentando diversos problemas de congestionamentos e dificuldade de acesso devido a sua rápida expansão e grande número de usuários que se utilizam de veículos próprios e com baixa taxa de ocupação, foram propostas algumas alternativas que poderiam reduzir os problemas existentes:

- Programa de carona programada: em virtude da existência de muitos usuários que vem de locais próximos entre eles, poderiam ser incentivados programas de carona programada. Este, apesar de não possuir uma grande aceitação por parte dos usuários, conforme demonstrou a pesquisa que foi realizada, poderia ser mais aceito caso fosse realizada uma campanha de inventivo ou tomada alguma medida que desestimule o uso de veículos.
- Proibir o estacionamento na via de circulação: atualmente muitos condutores utilizam-se da via de circulação para estacionarem seus automóveis, desse modo o fluxo de veículos é prejudicado porque somente um automóvel consegue passar por vez enquanto dois poderiam transitar lado a lado. Entretanto, essa medida tornaria caótica a situação dos estacionamentos, pois o déficit de vagas seria muito maior e faltariam muitas vagas. Portanto, esta alternativa poderia ser adotada apenas se fossem realizadas melhorias importantes na gestão dos estacionamentos, criando-se mais vagas para os veículos que então poderiam desocupar as vias de circulação.
- Mudança de sentido para o fluxo de veículos na entrada leste: a partir da simulação realizada constatou-se que a origem dos congestionamentos na entrada leste se dá em decorrência do tempo que os condutores levam para conseguir um espaço para converter à esquerda por necessitarem que não venham carros nos dois sentidos. Este problema poderia ser reduzido se fosse alterado o sentido do fluxo de veículos neste acesso, de modo que fosse permitida a entrada de veículos nas duas pistas no período entre as 18 h 30 min e às 19 h 15 min, atualmente uma pista serve para entrada, e outra para saída de veículos.

- Criação de mais uma entrada de acesso ao campus: uma nova entrada no campus poderia facilitar a movimentação dos usuários, pois reduziria a quantidade de veículos nos outros acessos. Assim, a abertura do portão próximo ao bloco 35, que hoje se encontra desabilitado, mostra-se uma alternativa viável. Entretanto, considerando a adequada distribuição dos pontos de acesso ao campus, a criação de mais entradas não traria muitas melhorias, somente a ampliação dos pontos de acesso já existentes.

5 Conclusão

O grande número de veículos com baixa taxa de ocupação pode ser o resultado de incentivo, ainda que não proposital, ao uso do automóvel, que acaba criando diversos transtornos. Na Instituição estudada, isso prejudica a mobilidade no campus, seja na dificuldade de acesso seja na superlotação dos estacionamentos.

Quem se utiliza de veículo próprio tem toda a praticidade proporcionada por ele, apropriada estrutura do sistema viário do campus, a presença de equipe de vigilância circulando pela Universidade, o acesso facilitado às salas de aula e o estacionamento gratuito. Vantagens estas que estimulam o uso do automóvel em detrimento de outros meios de transporte. Além disso, o fato de as aulas não terminarem sempre nos mesmos horários faz crescer o número de usuários que optam pelo uso de veículo próprio.

O transporte com veículo próprio é a maneira mais dispendiosa de locomoção dentre os meios disponíveis. Torna-se mais onerosa que o transporte coletivo e o revezamento de carona, por exemplo. Assim, quem se utiliza desse meio o faz em busca da praticidade que ele permite e não da redução de gastos ou outros benefícios. Desse

modo, medidas que venham a reduzir as vantagens do uso dos automóveis seriam uma boa alternativa para a redução de problemas como os congestionamentos e falta de vagas para estacionamento.

Mesmo com os problemas de engarrafamentos e dificuldades para estacionar seus veículos, muitos usuários utilizam-se de veículos próprios. Assim, qualquer medida que venha a reduzir estes problemas provavelmente logo se tornará ineficiente, pois uma maior quantidade de pessoas optaria pela utilização de seus automóveis, em vez de escolher outros meios. Isso vem a enfatizar que a melhor alternativa para a redução dos problemas ainda seria a cobrança para a utilização dos estacionamentos.

O uso do transporte público poderia ser incentivado, partindo-se da divulgação dos horários de ônibus disponíveis e exposição das suas vantagens em relação aos outros meios de transporte, tais como menor custo de deslocamento, benefícios ambientais e outros que amenizem a desvantagem do transporte público em relação ao uso do automóvel que proporciona maior comodidade ao usuário.

Diante do exposto, concluiu-se que, embora o campus sede da Universidade possua uma boa estrutura em seu sistema viário, a demanda é muito alta, e o comportamento dos usuários leva a criação de diversos problemas de mobilidade. Além disso, com a manutenção do ritmo de expansão que vem apresentando-se tudo indica que em breve a mobilidade das pessoas ficará ainda mais fragilizada.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Os estudos relacionados à mobilidade podem ser ampliados partindo-se do trabalho realizado para abranger todo o sistema viário e os estacionamentos do campus da UNISC em Santa Cruz do Sul. A pesquisa aplicada na área dos blocos 51,

52 e 53 serve de base para a melhoria total do modelo de mobilidade do campus. Vale destacar que se a investigação for realizada em todo o campus, esta poderá gerar soluções integradas que serão otimizadas por levar em conta fatores comuns às diversas partes da Universidade.

Referências

- BALBIM, R. *Práticas espaciais e informatização do espaço da circulação: mobilidade cotidiana em São Paulo*. 2003. Tese (Doutorado em Geografia Humana)–Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- BARCZAK, R.; DUARTE, F. Impactos ambientais da mobilidade urbana: cinco categorias de medidas mitigadoras. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 4, n. 1, p. 13-32, 2012.
- BOTTER, R. C. *Introdução às técnicas de simulação e ao programa Arena*. São Paulo: PECE, 2001.
- BRASIL. Projeto de Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da política de mobilidade urbana Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto Lei no 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 4 de janeiro 2012. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12587-3-janeiro-2012-612248-norma-pl.html>>. Acesso em: 7 abr. 2016.
- CAMPOS, V. B. G. Uma visão da mobilidade urbana sustentável. *Revista dos Transportes Públicos*, São Paulo, v. 2, p. 99-106, abr./jun. 2006.
- CARNEIRO, W. M. Experimentação em um sistema de filas utilizando a simulação computacional: um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Enegep, 2008.
- COSTA, J. F. P. da. *Projecto de um parque de estacionamento*. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)–Universidade do Porto, Porto, 2008.
- COSTA, M. S. *Um índice de mobilidade urbana sustentável*. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes)–Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- COYLE, J. J.; BARDI, E. J.; NOVACK, R. A. *Transportation*. 6. ed. Ohio United States: South Western Cengage Learning, 2006.
- DOWNS, A. *Still stuck in traffic: coping with peak-hour congestion*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press, 2004.
- FILOSA, G. *Carsharing: establishing its role in the parking demand management*. 2006. Dissertação (Urban and Environmental Policy and Planning)–Tufts University, 2006. Medford, MA. Disponível em: <www.vtpi.org/filosa_carsharing.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2013.
- LEITE, V. R. *Simulação de cenários em um modelo computacional: a otimização do planejamento estratégico da gestão de estoques em uma empresa de importação de equipamentos de ginástica*. 2006. Monografia (Curso de Engenharia de Produção)–Universidade de São Paulo, 2006.
- MAGAGNIN, R. C. *Um sistema de suporte à decisão na internet para o planejamento da mobilidade urbana*. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)–Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- MIRANDA, H. F. *Mobilidade urbana sustentável e o caso de Curitiba*. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes)–Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
- PEDGEN, C. D.; SHANNON R.E.; SADOWSKI, R.P. *Introduction to simulation using SIMAN*. New York: McGraw-Hill, 1991.
- PIZZOL, K. M. S. A. A dinâmica urbana: uma leitura da cidade e da qualidade de vida no urbano. *Caminhos de Geografia – Revista eletrônica*, v. 7, n. 17, fev. 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15266/8567>>. Acesso em: 6 jun. 2013.
- PRADO, D. S. *Usando o Arena em simulação*. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.
- RESENDE, P. T. V.; SOUZA, P. R. Mobilidade urbana nas grandes cidades brasileiras: um estudo sobre os impactos do congestionamento. In: SIMPÓSIO DE ADM. DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 12., 2009. São Paulo. Anais... São Paulo: FGV-EAESP, 2009.
- ROBERTS, S. An exploratory analysis of factors mediating community participation outcomes in tourism. *Community Development*, v. 42, n. 3, p. 377-391, 2011.
- SCHMITT, R. S. *Impactos da implantação de medidas de gerenciamento da mobilidade em uma área urbana com múltiplos polos atratores de viagens*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia da informação)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- SCHWEITZER, L.; TAYLOR, B. D. Just pricing: the distributional effects of congestion pricing and sales taxes. *Transportation*, v. 35, n. 6, p. 797-812, 2008.
- SHOUP, D. C. *The high cost of free parking*. Berkeley: American Planning Association, 2005.

SILVA, A. N. R.; COSTA, M. S.; MACEDO, M. H. Multiple views of sustainable urban mobility: the case of Brazil. *Transport Policy*, v. 15, n. 6, p 350-360, 2008.

SILVA, C. O. da. *Cidades concebidas para o automóvel*. 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)–Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.

URRY, J. *Mobilities*. London: Polity, 2007.

VALENTE, A. M. et al. *Gerenciamento de transporte e frotas*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

VAZ, J. C. *Cartilha mobilidade urbana é desenvolvimento urbano!* Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2005. Disponível em: <<http://www.polis.org.br/uploads/922/922.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2013.

Recebido em 7 mar. 2016 / aprovado em 15 abr. 2016

Para referenciar este texto

NARA, E. O. B. et al. Análise de mobilidade do sistema viário do campus sede da Universidade de Santa Cruz do Sul. *Exacta - EP*, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 221-233, 2016.

