



ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE TRÁFEGO E DE PAVIMENTAÇÃO NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO MINEIRINHO (SÃO CARLOS/SP): PROPOSTA DE ALTERNATIVAS PARA MOBILIDADE E PAVIMENTAÇÃO URBANA

**Caio Arlanche Petri¹
Guilherme Theophilo²
Frederico Yuri Hanai³**

RESUMO

No contexto do desenvolvimento urbano, muitas políticas públicas de urbanização são desenvolvidas desconsiderando aspectos relevantes relacionados à questão e temática ambiental. Existem diversas vertentes de tecnologias racionais e atualizadas para o desenvolvimento das cidades, principalmente aquelas que consideram aspectos ecológicos e a integração cidadão-ambiente como fator crucial ao crescimento das cidades. Um exemplo de tecnologia é a consideração de pavimentos permeáveis com a finalidade de melhorar a absorção e diminuir o escoamento de águas pluviais na drenagem urbana. Outra alternativa ao processo de urbanização e desenvolvimento tradicional é o favorecimento de transportes alternativos, promovida pelo estabelecimento de faixas exclusivas e pontos estratégicos de conexão. Neste contexto de planejamento urbano, esforços no campo de pesquisa, tanto na área de Pavimentação Permeável quanto na de Mobilidade Urbana, devem ser empreendidos no sentido de prover cenários mais sustentáveis de urbanização. A presente pesquisa estudou a viabilidade da aplicação de pavimentação permeável na Microbacia do Córrego do Mineirinho, e propõe alternativas de mobilidade urbana para o município de São Carlos, estado de São Paulo. A pesquisa empregou as seguintes etapas metodológicas: a elaboração de mapas temáticos da Microbacia utilizando-se ferramentas de geoprocessamento; a contagem de tráfego de veículos e de pedestres nas principais vias de deslocamento da Microbacia; as observações de campo para o diagnóstico dos tipos de pavimentação existentes nas vias na Microbacia; a estimativa da permeabilidade de água pluvial em diferentes tipos de pavimentos. Os dados obtidos foram trabalhados para a criação dos mapas temáticos da Microbacia, e para a análise da viabilidade e a proposição de alternativas de mobilidade urbana e de pavimentação permeável. A partir do estudo desenvolvido, foi possível estabelecer um diagnóstico preliminar sobre o tráfego e o tipo de pavimentação utilizado na Microbacia, destacando importantes relações simbióticas entre a mobilidade urbana e a drenagem alternativa na consideração de políticas públicas de urbanização.

Palavras-chave: Pavimentação Permeável. Mobilidade Urbana. Microbacia do Córrego do Mineirinho. Tráfego. Planejamento Urbano.

¹ Graduando Gestão e Análise Ambiental, Dep. Ciências Ambientais. E-mail: caioarlanchepetri@gmail.com

² Graduando em Gestão e Análise Ambiental, Departamento de Ciências Ambientais. E-mail: gtheophilo@gmail.com

³ Professor Adjunto, Departamento de Ciências Ambientais. UFSCar. E-mail: fredyuri@ufscar.br

1 INTRODUÇÃO

No contexto do desenvolvimento urbano, muitas políticas públicas de urbanização são desenvolvidas desconsiderando aspectos relevantes relacionados à questão e temática ambiental. Desta forma, lógicas de desenvolvimento ultrapassadas e inadequadas ao contexto brasileiro, que possui uma grande quantidade de Bacias Hidrográficas em seu território, são utilizadas amplamente para o crescimento das cidades. Segundo Araújo et al. (2000), a drenagem urbana tem sido desenvolvida com o princípio de drenar a água das precipitações o mais rápido possível para jusante. Assim, o processo de escoamento superficial é altamente acelerado, causando enchentes, transporte de material (sedimentos, lixo, contaminantes e outros) e erosão nos corpos hídricos e no entorno da Bacia Hidrográfica.

Em contrapartida, existem diversas vertentes de tecnologias racionais e atualizadas para o desenvolvimento das cidades, principalmente aquelas que consideram aspectos ecológicos e a integração cidadão-ambiente como fator crucial ao crescimento das cidades. Um exemplo de tecnologia que pode ser utilizada com a finalidade de melhorar a absorção e o escoamento de águas pluviais é o pavimento permeável. Este tipo de pavimento pode reduzir o escoamento superficial até mesmo para valores menores que os observados antes da urbanização, além de sua relevância em contribuir para a qualidade dos recursos hídricos. (ARAÚJO et al., 2000).

Virgiliis (2009) realizou, em seu estudo, a aplicação de pavimentos permeáveis - os blocos de concreto e o concreto asfáltico poroso - para avaliar a eficiência da redução do escoamento superficial. O concreto asfáltico poroso se diferencia dos pavimentos comuns pelas suas características de infiltração, devido à sua composição superficial permeável com subcamadas de materiais filtrantes intercaladas com membranas (têxteis ou geomembranas).

Em seu estudo, Maus et al. (2007) concluiu que o pavimento permeável reduz substancialmente o escoamento superficial. Porém, a aplicação de tal tipo de pavimento em ruas é difícil devido à sua baixa resistência ao peso. Além disso, a pavimentação em métodos alternativos possui, apesar de a maioria de suas vantagens, um custo inicial de implantação mais elevado.

Nabeshima et al. (2011) apresentam em seu trabalho uma interessante comparação entre a pavimentação de ruas com asfalto e o concreto em blocos. A implantação dos blocos é sugerida em conjunto com o asfalto, mantendo a estrutura tradicional asfáltica para vias de maior fluxo e necessidade de carga. Para vias com menos movimentação, os blocos de concreto se apresentam como uma alternativa aplicável. Apesar disso, a falta de incentivos e visão apenas de custos iniciais de implantação dificulta que a alternativa avance em um período curto de tempo. Segundo os mesmos autores, os blocos de concreto apresentados no trabalho não proporcionam melhora significativa na permeabilidade. Suas vantagens no quesito ambiental se referem à durabilidade e segurança proporcionada com a menor velocidade de circulação de veículos.

Outra alternativa ao processo de urbanização e desenvolvimento tradicional é o favorecimento de transportes públicos e alternativos, como ônibus, pedestres e a bicicleta. Transportes públicos possuem maior capacidade de transporte de pessoas antes do esgotamento das vias, enquanto viagens executadas de bicicleta ou a pé necessitam de uma infraestrutura diferenciada da atual, mas com grande capacidade de suporte em espaços pequenos. Segundo Silva et al. (2005), nas viagens de curta duração, a bicicleta pode substituir o automóvel com vantagens tanto para o ciclista como para a comunidade em geral. Os autores afirmam, ainda, que os deslocamentos de bicicleta são, em geral, inferiores a 8km e acontecem, em grande parte e bem distribuídos, nos espaços urbanos.

Os esforços apresentados pelos autores identificam que há grandes campos de pesquisa, tanto na área de Pavimentação Permeável quanto na de Mobilidade Urbana, e que os mesmos convivem, dentro do contexto urbano, com as decisões do poder público. O campo da pesquisa tem um papel fundamental para a existência das políticas públicas, em diversas áreas, como o elemento de apresentação de alternativas, estimativas de viabilidade e transmissão de conhecimentos teóricos para que, em um momento futuro, haja a utilização prática em prol da qualidade de vida e também, neste caso, do meio ambiente.

Compreendido o fato de que a urbanização é um caminho com poucas opções alternativas, é essencial que existam trabalhos voltados para a melhoria de sua eficiência, encontrando tecnologias aplicáveis para que o impacto ambiental seja

reduzido e a qualidade de vida seja beneficiada nas cidades brasileiras. A disponibilidade de estudos sobre pavimentação urbana e mobilidade sustentável gera subsídios para que a tomada de decisão, pelo poder público ou privado, seja mais segura quando abordadas as questões que envolvem o desenvolvimento sustentável.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

A presente pesquisa teve como objetivo estudar e analisar a viabilidade da aplicação, assim como propor alternativas de mobilidade urbana e de pavimentação permeável na Microbacia do Córrego do Mineirinho, localizada no município de São Carlos, estado de São Paulo.

2.2 Objetivos Específicos:

- Realizar um estudo das condições do tráfego na Microbacia do Córrego do Mineirinho, com atenção para os diferentes tipos de modais de transporte utilizados e sua densidade no território;
- Estimar valores de escoamento superficial e de custo de implantação para diferentes tipos de pavimento, de forma a estabelecer uma comparação entre sua eficiência nestes quesitos;
- Sugerir uma proposta de mobilidade urbana e pavimentação permeável, integrando as formas de transporte de forma harmônica e compatível com a Bacia Hidrográfica.

3 CARACTERIZAÇÃO DA MICROBACIA DO CÓRREGO DO MINEIRINHO

A Microbacia do Córrego do Mineirinho é uma sub-bacia da bacia hidrográfica do Ribeirão do Monjolinho e encontra-se inteiramente inserida no perímetro urbano do município de São Carlos, localizado na porção central do Estado de São Paulo (Figura 1).

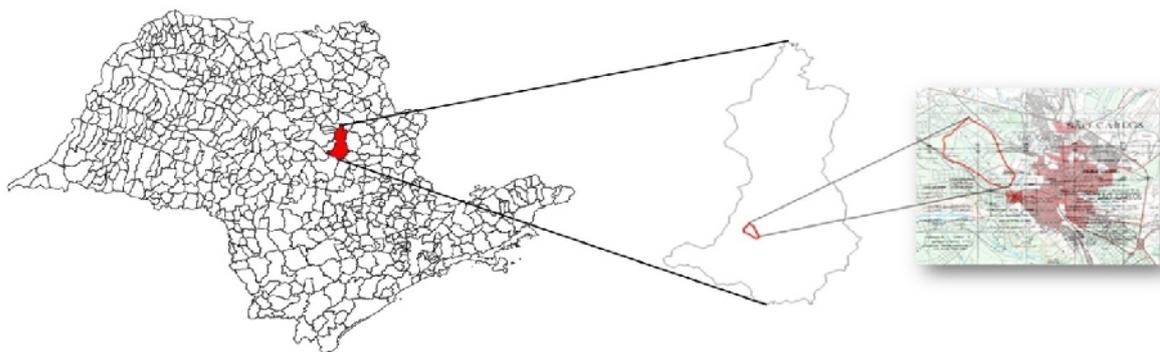


Figura 1: Localização do Município de São Carlos, estado de São Paulo, e identificação da Microbacia do Córrego do Mineirinho. Fonte: Autores (2015).

A Microbacia possui três principais nascentes, que estão inseridas na malha urbana da cidade de São Carlos, possuindo trechos de mata ciliar muito modificados pela ocupação de diversos loteamentos. Segundo Amorim (2004), o processo de urbanização na Microbacia do Córrego do Mineirinho se deu a partir da década de 1970 e se intensificou na década de 1990, levando a um acréscimo de 80% da população residente.

4 CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO ASFÁLTICO POROSO

O concreto asfáltico poroso é uma variação do concreto asfáltico comum, porém com grande porcentagem de vazios em sua composição (cerca de 20%), o que torna seu índice de permeabilidade mais elevado (0,4 cm/s) em comparação com coberturas comuns, onde são preconizadas taxas de permeabilidade nulas. Desta forma, este pavimento se configura como material potencial para a aplicação em locais que sofrem com enchentes, provindas dos períodos de picos de cheia (VIRGILIIS, 2009).

De acordo com o autor, sua composição corresponde a uma mistura entre: ligante betuminoso e agregados de tamanho uniforme, contendo uma quantidade pequena de agregados finos, o que o diferencia dos pavimentos comuns. Sua aplicação deve estar conciliada com subcamadas de material filtrante, como silte ou areia, para aumentar a resistência do conjunto e reduzir a velocidade de infiltração da água. Essas camadas devem ainda estar separadas por uma membrana geotêxtil permeável, que impede a mistura destes materiais filtrantes. A água armazenada, por

sua vez, pode ser conduzida de duas formas: diretamente para o solo, onde ocorrerá sua percolação, ou por meio de geomembranas impermeáveis (figura 2), que irão direcioná-la para uma rede pluvial ou áreas de percolação.

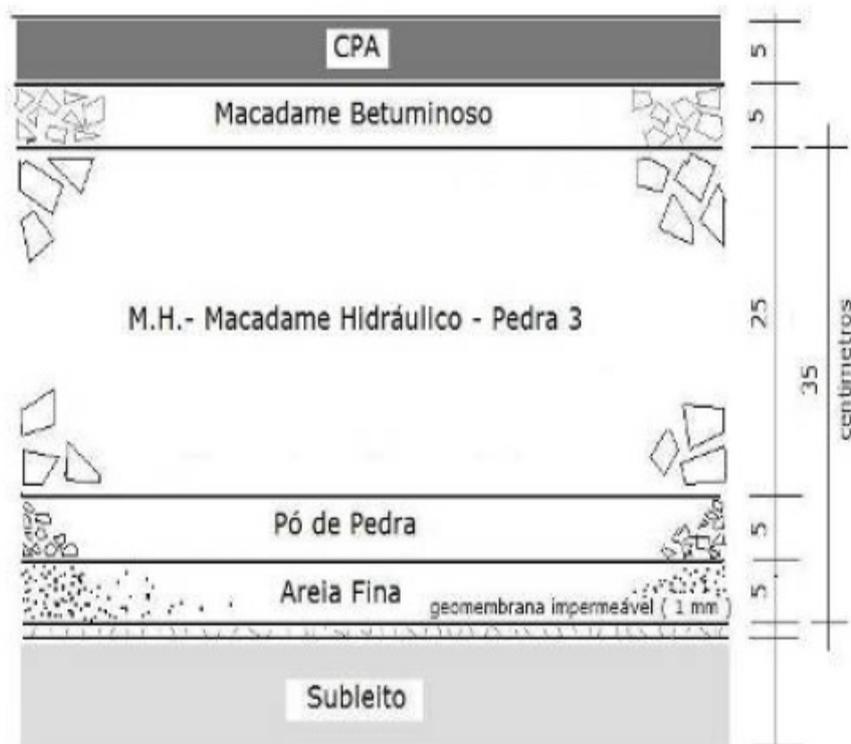


Figura 2: Perfil de pavimentação para uso com concreto asfáltico poroso e geomembrana impermeável. Fonte: Virgiliis, (2009).

5 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho foi constituída, inicialmente, por meio da elaboração de mapas cartográficos da Microbacia do Córrego do Mineirinho. A pesquisa bibliográfica procedeu à obtenção de informações em livros, artigos, teses e outras fontes científicas acerca dos aspectos físicos, sociais e ambientais da área de estudo. As informações foram de crucial importância para a definição da metodologia do projeto, estabelecendo padrões confiáveis já utilizados em outras bases científicas. Estabelecidas estas informações, foram iniciados procedimentos metodológicos específicos: a contagem de tráfego de veículos e de pedestres nas principais vias de deslocamento da Microbacia; as observações de campo para o diagnóstico dos tipos de pavimentação existentes nas vias na Microbacia; e a estimativa da permeabilidade de água pluvial em diferentes tipos de pavimentos. Utilizando-se ferramentas de geoprocessamento, os dados foram trabalhados para a criação dos mapas e a obtenção de informações numéricas sobre a Microbacia (área total e extensão dos

arruamentos), para a realização da análise da viabilidade e proposição de alternativas de mobilidade urbana e de pavimentação.

5.1 Digitalização de dados e mapas em SIG (Sistemas de Informação Geográfica)

A inserção dos dados bibliográficos correspondentes às características físicas, sociais e ambientais da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Mineirinho em um Sistema de Informação Geográfica possibilitou a criação de mapas digitais, contendo o limite da bacia hidrográfica, sua hidrografia e as rotas de tráfego existentes na região onde se insere.

Os tipos de pavimentação presentes na Bacia foram estabelecidos com o uso do Software *Quantum GIS*, com auxílio de imagens do *Google Earth*, utilizando o plug-in *Open Layers* do software. Tais tipologias foram separadas em Asfalto, Terra e Blocos de Concreto (figura 3). Algumas das pavimentações encontradas serão utilizadas como modelo para o desenvolvimento da pavimentação permeável em toda a rede de transportes da Microbacia.

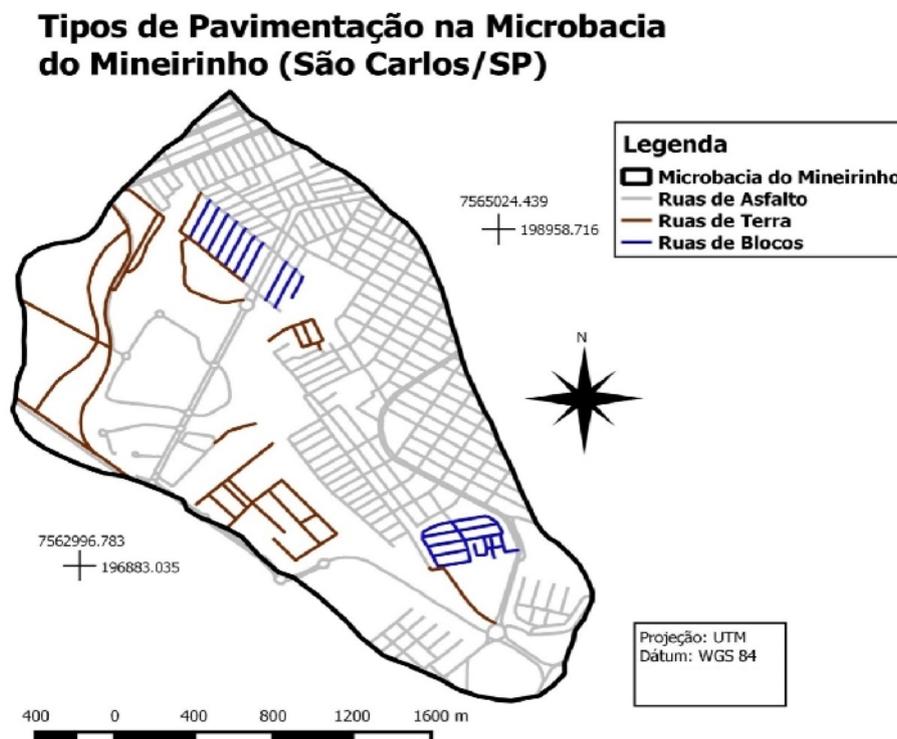


Figura 3: Rede de transportes na Microbacia do Mineirinho, divididas em Asfalto, Terra e Blocos.

Fonte: Autores, (2015).

5.2 Contagem de Tráfego de Veículos e de Pedestres nas principais vias da Microbacia

Para o procedimento de contagem de tráfego, medindo o fluxo de veículos e de pedestres em regiões estratégicas da Microbacia do Córrego do Mineirinho, foi utilizada a “Planilha de Contagem Volumétrica” do Manual de Estudos de Tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (BRASIL, 2006), em procedimento semelhante ao adotado no trabalho de Sousa et al. (2013). Por meio da contagem manual, a obtenção de informações do fluxo foi parte integrante do diagnóstico do tráfego na Microbacia, essencial para as proposições sobre alternativas, visando à mobilidade urbana, integradas com a pavimentação permeável.

Os pontos para medição de tráfego de veículos foram escolhidos da seguinte forma: dois pontos para uma avenida principal (“A”) , dois pontos para uma via local (“B”), totalizando quatro pontos dentro da Microbacia (figura 4). As medições foram realizadas em horários de trânsito leve e em horário de trânsito intenso.

Pontos de Medição do Fluxo de Tráfego na Microbacia do Mineirinho

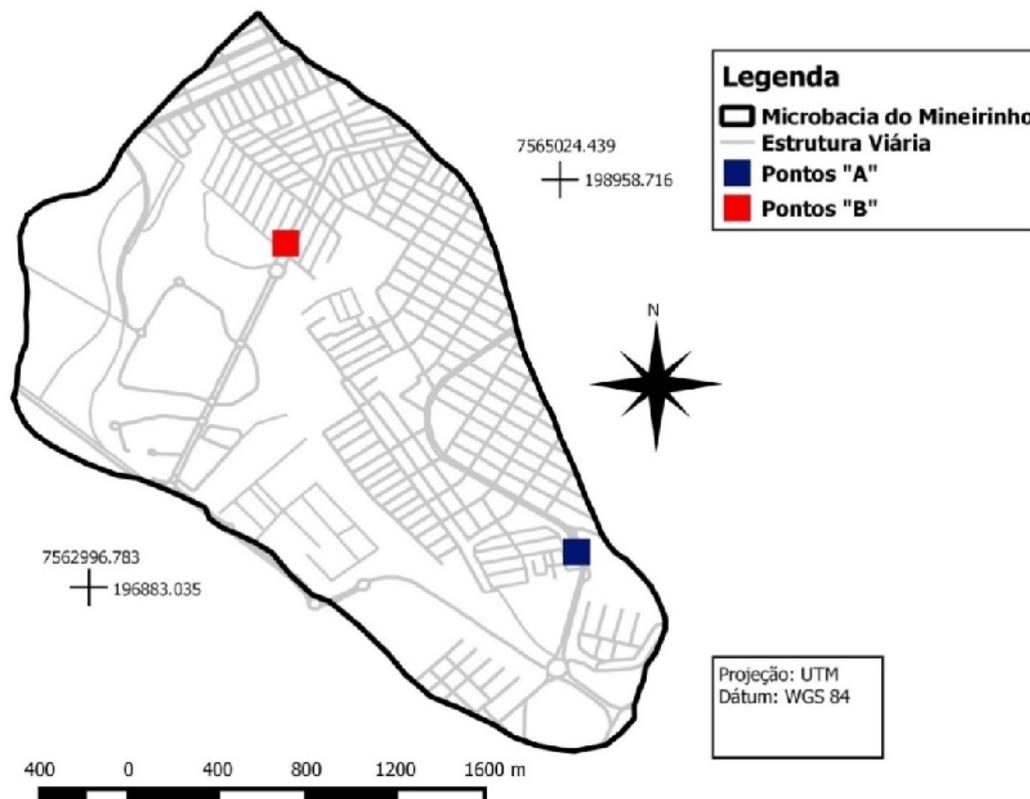


Figura 4: Pontos de medição de fluxo do tráfego na Microbacia do Córrego do Mineirinho. Fonte: Autores (2015).

5.3 Procedimentos para Estimativa da Permeabilidade de Pavimentações:

Em seu estudo, Virgiliis (2009) utilizou geomembranas impermeáveis como método para construção de uma área pavimentada permeável, cujas características são replicáveis para vias com baixa movimentação de veículos, como no presente trabalho.

Para a análise de viabilidade e eficiência da aplicação do concreto asfáltico poroso, se fez necessário a estimativa de vazão desse tipo de pavimento, comparando-a com as estimativas de vazões advindas de três outros tipos de pavimento: o Asfalto Comum, os Blocos de Concreto e a Terra. A seleção dos quatro tipos de pavimentos se deve ao fato de que as últimas coberturas existem na Microbacia, e o concreto asfáltico poroso é o material a ser utilizado na proposta de alteração de parte da cobertura pavimentada.

A estimativa do valor da permeabilidade é realizada obedecendo as seguintes variáveis:

$$Q = C * I * A$$

Em que Q é o valor da vazão a ser estimada, em função de C, o coeficiente de escoamento do pavimento, I, a intensidade pluviométrica em milímetros de chuva por dia, e A, a área abrangida pelo pavimento a ser analisado.

Os coeficientes de escoamento foram determinados no trabalho de Araújo et al. (2000). Os valores de precipitação média foram estimados a partir dos dados da estação meteorológica de São Carlos registrada no INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), para o primeiro semestre do ano de 2015. A área dos pavimentos (A) é obtida pelos valores de comprimento e largura das vias.

5.4 Análise da Viabilidade e Proposição para Mobilidade Urbana e Pavimentação:

A análise da viabilidade para uma proposta de mobilidade urbana integrada com a pavimentação permeável obedeceu aos seguintes aspectos importantes:

- Compilação de informações bibliográficas;
- Obtenção de novas informações a respeito da Microbacia (visitas em campo e trabalho com aplicação de técnicas de geoprocessamento);
- Visão econômica das possíveis alternativas, adequando-as ao contexto da Microbacia;
- Integração: a proposta desenvolvida deve ser de simples aplicabilidade para toda a área do município, criando um sistema viário eficaz e sustentável.

A partir do cruzamento das informações contidas nos mapas elaborados e da inserção dos resultados obtidos na etapa de “contagem de tráfego”, foi possível obter como resultado final o mapa de alternativas viáveis.

6 RESULTADOS

6.1 Estudos do Tráfego:

O estudo de tráfego foi realizado em dois pontos estrategicamente escolhidos na Microbacia do Córrego do Mineirinho. Nestes pontos, foram realizadas as coletas de dados nos dois fluxos de rodagem utilizando-se o Manual de Estudos de Tráfego (BRASIL, 2006) do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte). Os modais de transporte foram simplificados pela não necessidade de descrição da dimensão dos veículos dentro de cada modal, sendo necessário apenas seu tipo.

As tabelas 1 e 2 apresentam os resultados da contagem de tráfego, obtidos em dois pontos de medição na Avenida Bruno Ruggiero (“A1”, num sentido do fluxo de trânsito, e “A2” no outro), e em dois outros pontos na Avenida João Dagnone (“B1” num sentido do fluxo de trânsito, e “B2” no outro).

Tabela 1: Contagem de Tráfego em horário vespertino.

Pontos	Carro	Moto	Ônibus	Caminhão	Pedestre	Ciclista	Total
A1	240 (83%)	27 (9,3%)	0	17 (5,9%)	2 (0,7%)	3 (1%)	289
A2	320 (77%)	69 (16,5%)	6 (1,4%)	14 (3,4%)	4 (1%)	3 (0,7%)	416
B1	65 (77,4%)	6 (7,1%)	1 (1,2%)	3 (3,6%)	8 (9,5%)	1 (1,2%)	84
B2	22 (66,7%)	2 (6,1%)	1 (3%)	1 (3%)	4 (12,1%)	3 (9,1%)	33

Fonte: Autores (2015).

Tabela 2: Contagem de Tráfego em horário de intensa movimentação.

Pontos	Carro	Moto	Ônibus	Caminhão	Pedestre	Ciclista	Total
A1	380 (83%)	64 (14%)	3 (0,7%)	4 (0,9%)	5 (1,1%)	2 (0,4%)	458
A2	535 (84,7%)	81 (12,8%)	3 (0,5%)	7 (1,1%)	3 (0,5%)	3 (0,5%)	632
B1	45 (91,88%)	1 (2,06%)	1 (2,06%)	0	2 (4,08%)	0	49
B2	14 (60,87%)	3 (13,04%)	1 (4,35%)	0	1 (4,35%)	4 (17,39%)	23

Fonte: Autores (2015).

Com estes valores, foi realizada uma digitalização das ruas que possuem potencial para a aplicação do Pavimento Permeável (figura 5). As vias são aquelas que possuem movimentação estimada como próxima ou inferior à observada no ponto B, de baixa movimentação:

Ruas em Pontencial para Pavimentação Permeável na Microbacia do Mineirinho (São Carlos/SP)

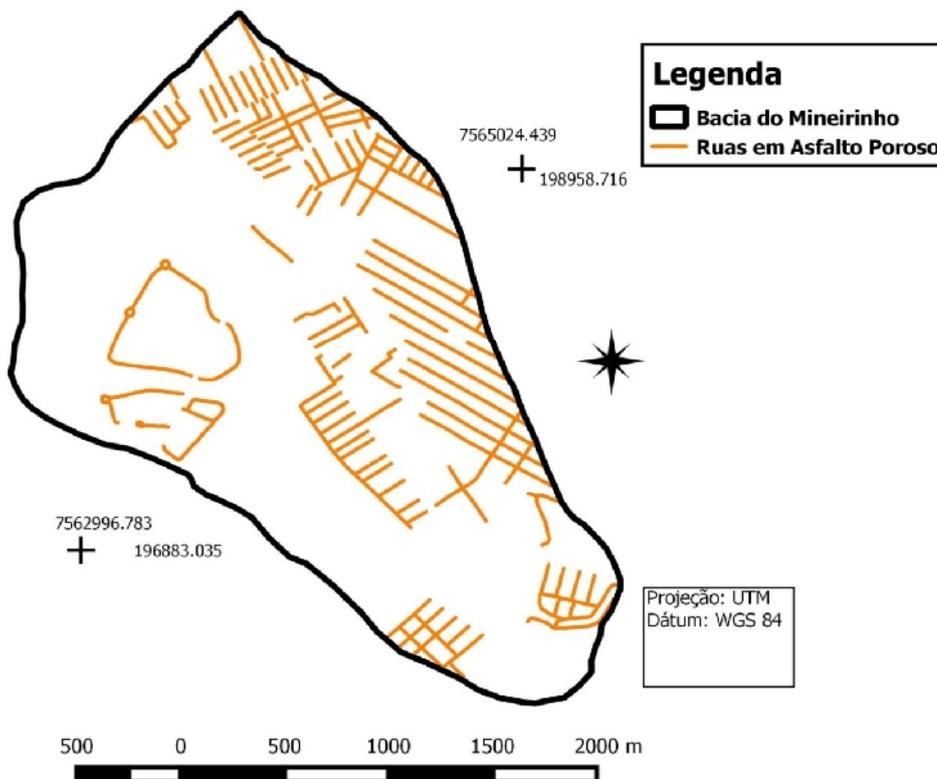


Figura 5: Ruas com potencial para implantação do concreto asfáltico poroso.

Fonte: Autores (2015).

6.2 Estudo de Permeabilidade da Pavimentação:

Para os cálculos de permeabilidade do pavimento, foi adotado um valor de precipitação de 21,2 mm/dia. Este valor é baseado na precipitação média diária no primeiro semestre de 2015, com os dados obtidos pelo INMET (BRASIL, 2015). As tabelas a seguir apresentam as informações de vazão dos tipos de pavimento existentes na Microbacia do Córrego do Mineirinho e uma comparação de vazão do pavimento poroso com o asfalto comum, considerando a mesma área (proposta de implantação do concreto asfáltico poroso).

Tabela 3: Vazão (m^3/s) em cada tipo de pavimento sob intensidade pluviométrica de 21,2 mm/dia.

Pavimento	Área (m ²)	Coefficiente de escoamento	Vazão (m ³ /s) Q = C*I*A
Blocos de Concreto	44.402,49	0,78	0,201
Asfalto Comum	591.934,05	0,95	3,266
Terra	992.181,96	0,66	3,803

Fonte: Autores (2015).

Tabela 4: Comparação da vazão (m³/s), considerando a mesma área e intensidade pluviométrica de 21,2 mm/dia.

Pavimento	Área (m ²)	Coefficiente de escoamento	Vazão (m ³ /s) Q = C*I*A
Asfalto Poroso	228.889,02	0,005	0,007
Asfalto Comum	228.889,02	0,95	1,263

Fonte: Autores (2015).

6.3 Estudo de Viabilidade e Proposta Alternativa de mobilidade urbana e de pavimentação permeável para Microbacia do Córrego do Mineirinho

Para as vias onde atualmente são cobertas por asfalto comum, foram propostos 32 quilômetros a serem substituídos pelo concreto asfáltico poroso. As vias já pavimentadas por blocos ou terra não receberam alterações na proposta pelo fato de já contribuem, de alguma forma, para que haja alguma permeabilidade na Microbacia do Córrego do Mineirinho.

Os custos estimados para implantação do concreto asfáltico poroso, apresentados na Tabela 5, consideram o valor por metro quadrado do pavimento alternativo, comparado com o custo de implantação de Asfalto Comum, sendo considerada a mesma área (referente às vias selecionadas para a proposta) para realizar a estimativa de custo.

Tabela 5: Estimativa de custos para implantação do concreto asfáltico poroso, em comparação com o asfalto comum.

Pavimento	Área (m²)	Custo por m²	Custo total
Asfalto poroso	288.889,02	R\$ 134,70	R\$ 38.913.350,99
Asfalto comum		R\$ 50,03	R\$ 14.453.117,67

Fontes: Nabeshima et al. (2011), Virgiliis (2009) e autores (2015).

A proposta de mobilidade por meio da implantação de ciclovias sugere a instalação de 4,4 quilômetros de faixas exclusivas, unindo pontos estratégicos de referência na Microbacia. Esta consideração é fundamental, pois ciclovias desconectadas em relação às principais regiões de uma cidade tornam-se ineficientes e acabam por não ser utilizadas pela população.

A proposta de intervenção para alteração de parte do pavimento (48,8% das vias asfaltadas e 39,2% das vias totais) da Microbacia do Córrego do Mineirinho, incluindo uma ciclovia com dois bicicletários (em frente ao Shopping Iguatemi, ao sul da Microbacia, e em frente à USP, ao norte da Microbacia), foi desenvolvida considerando as informações de tráfego, vazão, e ainda a conectividade entre pontos com grande movimentação de pessoas para transportes alternativos (figura 6).

Proposta de Mobilidade Urbana e Pavimentação Permeável na Microbacia do Mineirinho (São Carlos/SP)

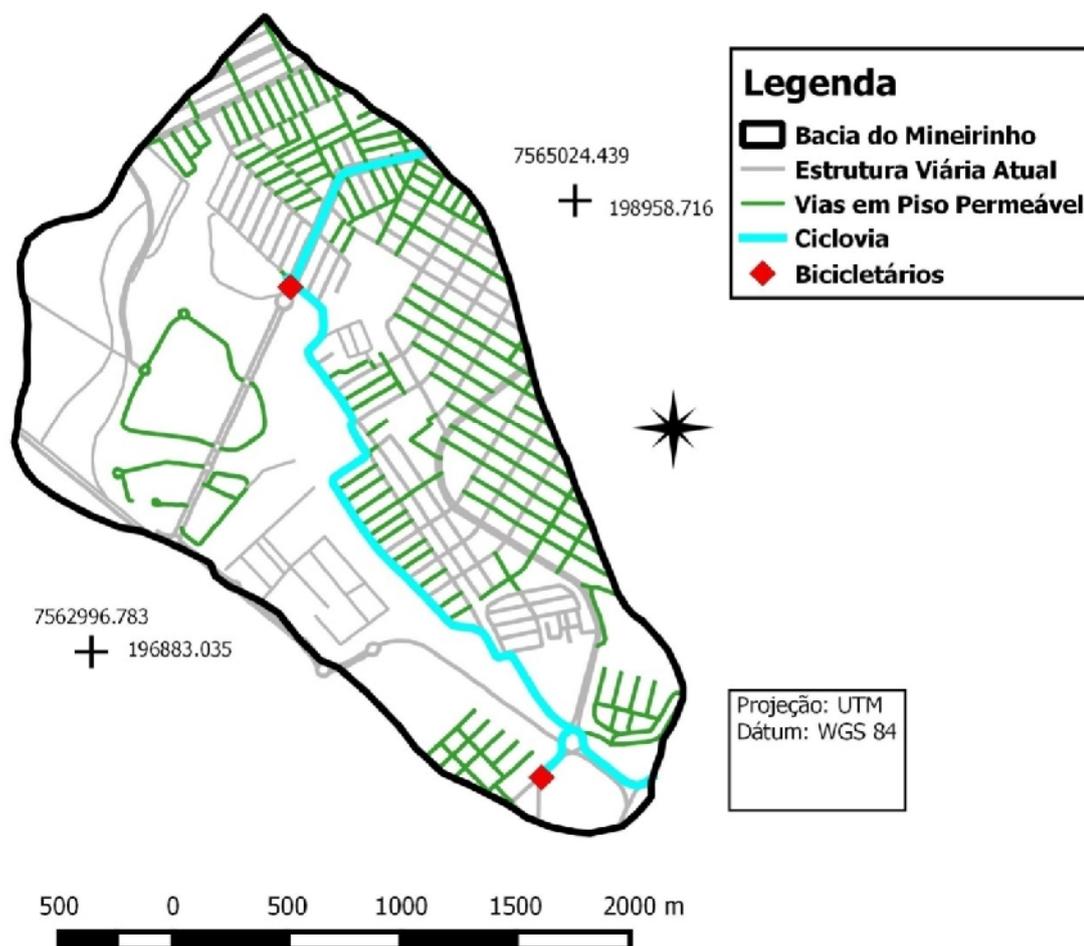


Figura 6: Proposta para melhoria da mobilidade urbana e da permeabilidade das vias.

Fonte: Autores, 2015.

7 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo desenvolvido, foi possível estabelecer um diagnóstico preliminar sobre o tráfego e o tipo de pavimentação utilizado na Microbacia do Córrego do Mineirinho na cidade de São Carlos-SP, estabelecendo importantes relações com a mobilidade urbana.

No contexto da pavimentação de ruas, é importante que novas visões sobre a presença do asfalto sejam introduzidas, com tecnologias alternativas como o concreto asfáltico poroso. A proposição para alteração de parte do pavimento que cobre a Microbacia do Córrego do Mineirinho evidencia que os custos de implantação desta tecnologia ainda são relativamente mais altos comparados ao asfalto comum. A aplicação do material, ainda que promissora, necessita de mais estudos, como indica Virgiliis (2009), para que sua aplicabilidade em áreas de baixo tráfego seja aperfeiçoada.

De maneira planejada, a implantação de vias exclusivas de ciclovia na Microbacia, seguindo uma rota por áreas atualmente desocupadas favorecerá tanto o embelezamento paisagístico do local, permitindo que os cidadãos circulem por essas áreas de maneira mais segura, quanto o incentivo pelo uso de uma forma de transporte mais rápida e sustentável se comparada com o transporte atualmente utilizado.

Juntamente com a aplicação da proposta de alteração da cobertura de pavimentos de vias e o estabelecimento de ciclovias e bicicletários, é fundamental que existam ações e políticas integradas em todo o município. Com a aplicação contínua dessas propostas no território, todos os potenciais resultados são otimizados, e o custo marginal de implantação torna-se menor, elevando propostas como esta para níveis viáveis dentro do orçamento possível para sua efetivação.

ANALYSIS OF THE CONDITIONS OF TRAFFIC AND PAVING IN THE MINEIRINHO STREAM WATERSHED (SÃO CARLOS / SP): PROPOSAL OF ALTERNATIVES FOR URBAN MOBILITY AND PERMEABLE PAVING

ABSTRACT

In the context of urban development, many public urbanization policies are developed disregarding relevant aspects, related to environmental issues. There are several strands of rational and updated technologies for the development of cities, especially those who consider ecological aspects and citizen-environment integration as a crucial factor to the growth of cities. One of these technologies is the consideration of permeable pavements in order to improve the absorption and decrease the flow in urban stormwater drain. Another alternative to the traditional development and urbanization process is favoring alternative transport, promoted by the establishment of

dedicated lanes and strategic connection points. In this context of urban planning, efforts in the search field, both in the area of permeable paving as on urban mobility must be made in order to provide more sustainable scenarios of urbanization. This research studied, analyzed the feasibility of the application and proposed alternatives for urban mobility and permeable paving in the Mineirinho Stream Watershed, in the city of São Carlos, São Paulo. The research used the following methodological steps: the preparation of thematic maps of the Watershed using geoprocessing tools; the vehicular and pedestrians traffic count on the main roads of the Watershed; field observations for the diagnosis of existing types of paving on the roads of the Watershed; an estimated permeability of rainwater into different types of floors. Data were worked for the creation of thematic maps of the Watershed, and to analyze the feasibility and suggesting alternatives for urban mobility and permeable paving. From the study conducted, it was possible to establish a preliminary diagnosis about the traffic and the type of flooring used in the Mineirinho Stream Watershed, highlighting important symbiotic relationships between urban mobility and alternative drainage into consideration of public urbanization policies.

Keywords: Permeable paving. Urban mobility. Mineirinho Stream Watershed. Traffic. Urban planning.

REFERÊNCIAS

AMORIM, L.M. **Ocupação de Fundo de Vale em Áreas Urbanas. Estudo de Caso: Córrego do Mineirinho, São Carlos, SP.** 2004. 232p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

ARAÚJO, P.R.; TUCCI, C.E.M.; GOLDENFUM, J.A. **Avaliação da Eficiência dos Pavimentos Permeáveis na Redução de Escoamento Superficial.** Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS - Porto Alegre – RS, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Estação Automática de São Carlos.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acesso em 10 de Junho de 2015.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestruturas de Transportes (DNIT). **Manual de Estudos de Tráfego**. Rio de Janeiro, 2006. 384 p.

MAUS, V.W.; RIGHES, A.A.; BURIOL, G.A. **Pavimentos Permeáveis e Escoamento Superficial da Água em Áreas Urbanas**. I simpósio de recursos hídricos do norte e centro-oeste, Cuiabá, 2007.

NABESHIMA, C.K.Y.; ORSOLIN, K.; SANTOS, R.K.X. **Análise Comparativa entre Sistemas de Pavimentação Urbana Baseados em Concreto Asfáltico e Blocos de Concreto Intertravados (pavers)**. 2012. 122p. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

SILVA, A.B.; SILVA, J.P. A Bicicleta como Modo de Transporte Sustentável. **Universidade de Coimbra e Instituto Politécnico de Leiria**, Coimbra e Leiria, 2005.

SOUSA, I.; PERES, R.B.; HANAI, F.Y. Proposal of Urban Mobility Model from the Modal Integration Santa Maria do Leme River Basin: Subsidies for the Expansion at São Carlos City, São Paulo State, Brazil. In: **World Sustainable Building 2014 - Barcelona Conference**, 2014, Barcelona, Spain. Conference Proceedings for WSB14 Barcelona. Madrid, Spain: GBCe, 2014. v. 7. p. 118-125.

VIRGILIIS, A.L.C. **Procedimentos de Projeto e Execução de Pavimentos Permeáveis Visando Retenção e Amortecimento de Picos de Cheias**. 2009. 191p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica - Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 2009.