

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

JOÃO VICTOR FONTENELLE CARNEIRO DE CASTRO

CIDADES INTELIGENTES: utilização de pavimentação permeável na praça da lagoa em São Luís/MA

São Luís
2019

JOÃO VICTOR FONTENELLE CARNEIRO DE CASTRO

CIDADES INTELIGENTES: utilização de pavimentação permeável na praça da lagoa em São Luís/MA

Monografia apresentada ao Curso Superior de Administração de Empresas da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Walber Lins Pontes

São Luís

2019

Castro, João Victor Fontenelle Carneiro de.

CIDADES INTELIGENTES: utilização de pavimentação permeável na praça da lagoa em São Luís/MA / João Victor Fontenelle Carneiro de Castro. – 2019.
61 f.

Orientador(a): Walber Lins Pontes.
Monografia (Graduação) - Curso de Administração,
Universidade Federal do Maranhão, 2019.

1. Mobilidade Urbana. 2. Pavimento. 3. Concreto Permeável.
4. Impactos.

I. Pontes, Walber Lins. II. Doutor em ciência e informática em educação.

JOÃO VICTOR FONTENELLE CARNEIRO DE CASTRO

CIDADES INTELIGENTES: utilização de pavimentação permeável na praça da lagoa em São Luís/MA

Monografia apresentada ao Curso Superior de Administração de Empresas da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Administração.

Aprovador em: 02 / 07 / 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Walber Lins Pontes (orientador)
Dr. em Ciência e Informática em Educação
Universidade Federal do Maranhão

Prof. João Maurício Carvalho Beserra
Me. em Administração e Controladoria
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Laércio Benedito de Sousa Júnior
Esp. em Gestão Empresarial e Marketing
Universidade Federal do Maranhão

RESUMO

Atualmente, grande parte dos brasileiros moram nos centros urbanos, contudo, a maioria destes locais, por conta do crescimento desordenado, sofrem com problemas como de mobilidade urbana. As chamadas cidades inteligentes são as cidades que promovem o crescimento e a melhoria na qualidade de vida de seus cidadãos por meio de tecnologias. Sendo assim, o trabalho tem como principal objetivo identificar quais as contribuições da aplicação do pavimento em concreto permeável para tornar uma cidade em cidade inteligente, por meio do estudo de caso da praça da lagoa da Jansen em São Luís do Maranhão. Para isso, fez-se uso do processo decisório com a utilização de ferramentas como o diagrama de Ishikawa, *brainstorming*, e análise das vantagens e desvantagens da solução escolhida para o problema de mobilidade urbana, onde a solução foi a utilização de pavimento permeável para o pavimento dos passeios públicos. Este trabalho foi baseado nas publicações de Castro (2017), da USP (2010), do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Mato-Grosso do Sul - CREA-MS (2008), Marchioni et al. (2011), Batezini (2013), DNIT (2006). Nos âmbitos sociais e ambientais, a solução do pavimento permeável foi muito interessante tendo em vista que promove a melhoria do conforto térmico para os pedestres, aumento da segurança (devido a sua superfície rugosa), possível meio de sinalização dos limites da praça para os deficientes visuais, recarregamento dos aquíferos, diminuição da poluição das águas pluviais que infiltram no solo, possibilitar a reutilização da água pluvial drenada para a irrigação e limpeza da praça, entre algumas outras vantagens em relação ao pavimento de concreto convencional utilizado para as calçadas. Contudo, no âmbito econômico, o pavimento em concreto permeável é 33% mais dispendioso que o convencional. Vale ressaltar que, ainda é importante se contar com o custo de manutenção periódica, para que ele mantenha permeabilidade, mas o orçamento utilizado como base não levou em consideração este custo. Concluiu-se que o pavimento em concreto permeável contribui vastamente para uma cidade se tornar mais inteligente tendo em vista os impactos sociais e ambientais. Contudo, o local de sua aplicação deve ser bem estudado para que não se tenha altos custos referentes a manutenção devido ao entupimento de seus poros, por excessos de sedimentos, prejudicando a sua permeabilidade.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana. Pavimento. Concreto Permeável. Impactos.

ABSTRACT

Currently, Brazilians live in urban centers, however, a city of localities, due to the disorderly growth, with problems of urban mobility. Cities are cities that promote growth and improvement in the quality of life of citizens through technologies. Therefore, the main objective of this work is to identify the applications of pavement in permeable concrete to make the city in São Luís do Maranhão. For this, a decision process was made using tools such as the Ishikawa diagram, brainstorming, and analysis of the advantages and disadvantages of the solution chosen for the problem of urban mobility, where a permeable pavement solution was used of the tours. This work was based on the publications of Castro (2017), USP (2010), Mato Grosso do Sul Regional Council of Engineering and Agronomy - CREA-MS (2008), Marchioni et al. (2011), Batezini (2013), DNIT (2006). In the social and environmental environments, the solution of the permeable pavement was very interesting in order to promote the improvement in the performance standards, the elevation of the safety, The volume of the rainwater that seeps into the soil, allows the reutilization of the rainwater drained for the irrigation and blade cleaning, and alternatives to conventional concrete pavement are used for sidewalks. However, the permeable concrete floor is 33% more expensive than the conventional. It is worth mentioning that, even so, it is important to keep the cost of maintenance periodic, so that it maintains the permeability, but it has contributed to the fact that the base is not demolished in this cost. It is concluded that the permeable concrete floor is very important for a city closer to the social and environmental impacts. However, the site of its application must be well studied so that a maintenance index is not produced due to the clogging of its pores, by excess of sediments, impairing its permeability.

Keywords: Urban Mobility. Floor. Pervious Concrete. Impacts.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT:	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE:	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
SINDUSCON:	Sindicato das Indústrias de Construção Civil
INMET:	Instituto Nacional de Meteorologia
DNIT:	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte
CTB:	Código de Trânsito Brasileiro
SINAPI:	Sistema Nacional de Pesquisa de custos e índices da Construção Civil
BRT:	<i>Bus Rapid Transport</i>
CEF:	Caixa Econômica Federal
UNDB:	Unidade de Ensino Superior Dom Bosco
UFMA:	Universidade Federal do Maranhão
EIA:	Estudo de Impacto Ambiental

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Definição de Cidades Inteligentes.....	13
Figura 2 – Esquema de estrutura e comportamento do pavimento flexível quando solicitado.	15
Figura 3 – Esquema de estrutura e comportamento de um pavimento rígido quando solicitado.	15
Figura 4 – Esquema da estrutura de um pavimento permeável com drenagem total.	18
Figura 5 – Esquema da estrutura de um pavimento permeável com infiltração Parcial.	19
Figura 6 – Esquema da estrutura de um pavimento permeável com infiltração total.	20
Figura 7 – Calçada em concreto convencional moldada <i>in loco</i>	21
Figura 8 - Calçada executada com placas de concreto permeável.	22
Figura 9 – Vista da praça da lagoa de um edifício.	27
Figura 10 – Fotografia da praça após uma chuva.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo de orçamento, resumido, para a execução de calças em concreto simples e concreto permeável – Brasil – abril de 2017.....	40
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	CIDADES INTELIGENTES.....	13
2.1	Pavimentos e a Mobilidade Urbana	14
2.2	Concreto Permeável	17
2.3	Comparativos dos pavimentos de concreto: Convencional vs permeável	21
2.4	Orçamentos de Projetos Urbanos.....	23
2.5	Impactos Ambientais.....	24
3	DESCRIÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA	26
4	METODOLOGIA DA PESQUISA	30
5	RESULTADO DA PESQUISA	32
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
	REFERÊNCIAS	46
	APÊNDICE	50
	APÊNDICE A – DIAGRAMA DE ISHIKAWA	51
	ANEXOS.....	53
	ANEXO A – ORÇAMENTO PARA EXECUÇÃO DE CALÇA EM CONCRETO SIMPLES (LARGURA DE 2,5 M).....	54
	ANEXO B – ORÇAMENTO PARA EXECUÇÃO DE CALÇA EM CONCRETO PERMEÁVEL (LARGURA DE 2,5 M)	57
	ANEXO C – PLANTA TOPOGRÁFICA DA REGIÃO DA PRAÇA DA LAGOA DA JANSEN	61

1 INTRODUÇÃO

Para o desenvolvimento das cidades, um tema que tem sido bastante abordado é o de cidades inteligentes onde se procura proporcionar um ambiente com melhor qualidade de vida, crescimento econômico para os seus cidadãos e facilitar as transações de serviços. A cidade inteligente pode ser atingida basicamente de duas formas, a primeira é realizando um bom planejamento da cidade e a segunda é verificando quais as principais necessidades da população e melhorar os processos existentes na cidade. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005)

Uma das ferramentas mais utilizadas para um bom planejamento da cidade é o plano diretor, além deste, é de suma importância, também, a lei de uso e ocupação do solo e o estatuto da cidade. A partir destes documentos, são definidas, por exemplo, as zonas da cidade, a área mínima livre, os gabaritos dos edifícios, a taxa de ocupação e áreas de possível alagamento (SABOYA, 2007). Com estes dados, é possível, assim, a definição do traçado das pistas de rolamento (vias expressas, avenidas, vias secundárias etc.), calçamentos, áreas onde devem ficar as escolas, hospitais, praças públicas, áreas residenciais entre outras estruturas.

Contudo, nem toda cidade foi construída com essa visão de cidade inteligente, grande parte delas foi construída e depois foi realizado um plano diretor ou qualquer tipo de planejamento. Por conta disso e do crescimento, em sua maioria, desordenado destas cidades, elas vêm enfrentando problemas como grandes engarrafamentos, drenagem insuficiente ou ineficiente, poluição, entre outros.

Existem diversas formas de se deslocar dentro das cidades, em sua maioria por meio do transporte terrestre, entretanto encontra-se também os deslocamentos por meio aéreo e aquático. Dentre os transportes terrestres se tem o trem, os ônibus, os caminhões, carros, motos, e a pé. Vale ressaltar, que boa parte da população ainda se desloca por meio do transporte público (ônibus) ou a pé, mas nem todos tem uma parada de ônibus em sua porta de casa ou do trabalho e por isso precisam caminhar até a parada ou terminal mais próximo.

Desta forma, para se ter uma boa mobilidade urbana destes pedestres é importante que as calçadas sejam bem-feitas, sinalizadas, iluminadas, acessíveis e que sejam bem conservadas. Além dos usuários por necessidade, se tem aqueles

que utilizam as calçadas para a prática de exercícios físicos, como a caminhada e corrida.

Mas, infelizmente, nem sempre as calçadas estão disponíveis principalmente nos períodos chuvosos, visto que grande parte das cidades possuem problemas de drenagem, seja por mal dimensionamento de seus dispositivos ou por conta de mal-uso/manutenção e assim ocasionando alagamentos e inundações nos centros urbanos o que gera muito transtornos, principalmente para os pedestres.

Uma das soluções desenvolvidas para os problemas de alagamentos, inundações e enchentes foi um pavimento com concreto permeável, onde este permite que fluidos, seja o ar ou água, atravessem sua estrutura desobstruindo total ou parcialmente a superfície do pavimento. Estes pavimentos podem ser executados de forma que possuam um sistema de drenagem embutido em suas camadas, ou que sirva de um grande reservatório (dependendo de seu tamanho), ou pode possuir um sistema de drenagem que direcione a água para um reservatório local para que seja utilizada posteriormente para irrigação, por exemplo. (Senço, 2007; CASTRO,2017)

No crescimento das cidades, o pavimento que foi mais adotado, foi o pavimento asfáltico e de concreto convencional, são vastamente utilizados para as pistas de rolamento e calçadas. Contudo estes pavimentos são executados para que não haja infiltração de líquidos em suas subcamadas, pois se houver poderá causar problemas nos mesmos, como as fissuras, recalques, rupturas, entre outras. (

Além disso, com o crescimento desordenados das cidades, uma das consequências é que a quantidade de área verde reduziu consideravelmente nos centros urbanos e com a impermeabilidade dos pavimentos, se torna um ambiente bastante propício para o desenvolvimento de ilhas de calor. Ao se aliar-se com a poluição das cidades e ao período chuvoso, a cidade fica mais suscetível, também, a alagamentos e inundações por conta da obstrução dos dispositivos e sistemas de drenagem.

A capital maranhense é um bom exemplo de cidade com tais problemas supracitados. Nos períodos chuvosos, os mais prejudicados são os pedestres por conta da precariedade dos sistemas de drenagem e da infraestrutura das calçadas. Geralmente, as vias de veículos inundam pela falta de limpeza das galerias de águas pluviais ou pelo mal dimensionamento dos sistemas de drenagem.

Desta forma as pistas ficam cobertas por água o que deixa em xeque a utilização das calçadas, como no caso da praça da Lagoa da Jansen, que os pedestres correm o risco de serem molhados, ou haver depósitos de água, poças, ou chega a ponto de não conseguir ver a calçada por conta da quantidade de água.

A praça da lagoa da Jansen é utilizada pelos mais diversos públicos e propósitos, seja para o deslocamento diário (rotina, casa-trabalho etc.), prática de exercícios físicos e esportes (skate, bicicleta, patins, patinetes etc.) e encontros sociais.

Contudo, a praça sofre nos períodos chuvosos por conta de uma série de fatores (mal dimensionamento, falta de manutenção, topografia local etc.), e acaba sendo dificultada a sua utilização nos períodos de chuva. Tendo isso em vista, uma alternativa interessante para a localidade é a utilização do pavimento de concreto permeável, já que o mesmo pode ser utilizado em áreas de baixa demanda de cargas solicitantes (passagem de pedestres ou baixo tráfego de veículos). Além disso, é um pavimento na qual possibilitará a redução na velocidade de escoamento das águas pluviais (em sua maioria).

Sendo assim, o presente trabalho tem como principal objetivo identificar quais as contribuições da aplicação do pavimento em concreto permeável para tornar uma cidade em cidade inteligente, por meio do estudo de caso da praça da lagoa da Jansen em São Luís do Maranhão.

Para isso, será necessário explicar o pavimento com concreto permeável, identificar quais são os sistemas de utilização deste pavimento, apontar quais serão os impactos sociais, ambientais e econômicos acarretados pela utilização deste sistema e por fim elencar as contribuições deste sistema de pavimento para o título de cidade inteligente.

Atendendo a isso, o trabalho foi dividido em 6(seis) capítulos. Este primeiro – a introdução – se buscou contextualizar o tema proposto, justificando o porquê da relevância deste tipo de pavimentos e aponta os objetivos que deram o Norte para o desenvolvimento deste trabalho.

Em seguida no capítulo 2 – Cidades Inteligentes – são apresentados tópicos que são necessários para a construção do presente trabalho e o cumprimento de seus objetivos. Sendo assim, serão abordados os conceitos e características das

Smart Cities, apresenta-se os pavimentos e sua relação com a mobilidade urbana, em seguida se trata sobre o pavimento de concreto permeável e suas características e os tipos de sistemas que o mesmo pode ser aplicado. Além destes, se realiza uma breve comparação entre o sistema de concreto convencional para a calçadas e sistema com concreto permeável e, por fim, fala-se sobre os orçamentos urbanos e os conceitos de impactos socioambientais.

No tópico 3 – Descrição do campo de estudo – é realizado uma apresentação e caracterização do local de estudo de caso. No Capítulo seguinte, capítulo 4, – Metodologia da pesquisa – se descreve a metodologia adota para o presente trabalho e como ele foi desenvolvido, salientando alguns dos trabalhos e ferramentas utilizadas ao longo do desenvolvimento deste.

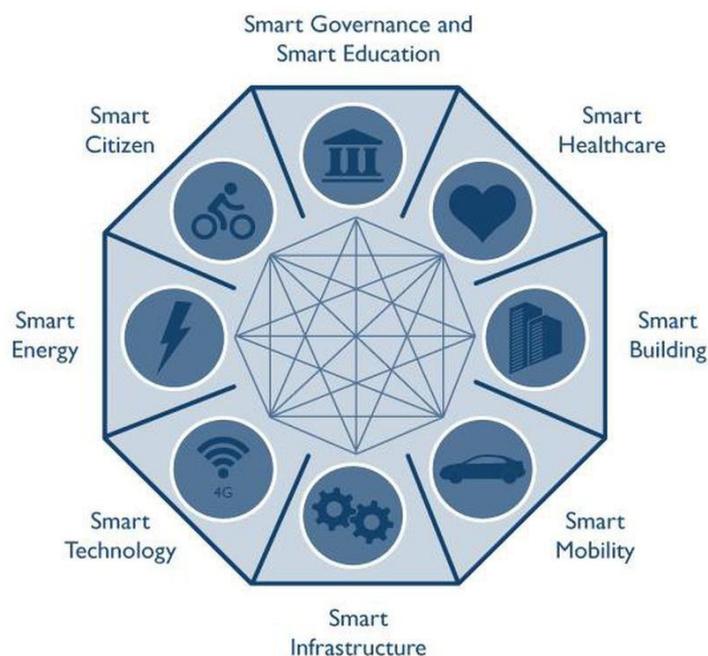
Em seguida, se tem quinto capítulo – Resultado da pesquisa – se tem apresentação do produto da pesquisa acompanhado por uma análise do mesmo com o intuito de atingir os objetivos traçados e identificando quais as contribuições eu o pavimento com concreto permeável proporciona para uma cidade se tornar mais inteligente. Por último, se tem, é claro, as considerações finais – capítulo 6 – onde se realiza o resumo do trabalho, elenca-se os principais pontos da pesquisa e se apresenta um parecer a respeito do tema proposto.

2 CIDADES INTELIGENTES

Durante as últimas décadas, o êxodo rural foi um grande agente no processo de urbanização do Brasil. Segundo o Censo de 2000, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, o Brasil possui cerca de 81,2% de sua população sendo habitante do meio urbano, enquanto em 1940 e 1970, essa população era apenas 30% e 55,9%, respectivamente. (IBGE, 2001) Por conta desse crescimento populacional e a falta de planejamento dos centros urbanos, a maioria das cidades brasileiras sofrem com diversos problemas, como os congestionamentos nas ruas, avenidas e rodovias.

Quando se trata de cidades inteligentes, como fora dito no tópico anterior, se refere ao fato de tornar a cidade em um local que propicie o crescimento econômico, melhor qualidade de vida para seus cidadãos.

Figura 1 – Definição de Cidades Inteligentes.



Fonte: Frost & Sullivan (2017)

De acordo com Frost & Sullivan (2017), para uma cidade ser considerada inteligente (“*Smart Cities*”), ela deve possuir presença e projetos em pelo menos cinco das oito características: governo e educação inteligentes, saúde inteligente, cidadão

inteligente, construção inteligente, mobilidade inteligente, infraestrutura inteligente, tecnologia inteligente e energia inteligente.

É interessante ressaltar que o autor ele aponta o Cidadão inteligente, como uma característica e, com isso, ele está se referindo a, basicamente, as escolhas que o mesmo faz, como por exemplo a adoção sistemas de deslocamentos mais sustentáveis, ou seja, menos poluentes e o consumo de energia de forma consciente.

Frost & Sullivan salientam a importância do gerenciamento de água e rejeitos de forma inteligente e digital. Além disso, ao se referir a mobilidade inteligente, ele busca abordar a multimodalidade dos transportes, baixa emissão de poluentes e soluções integradas de mobilidade.

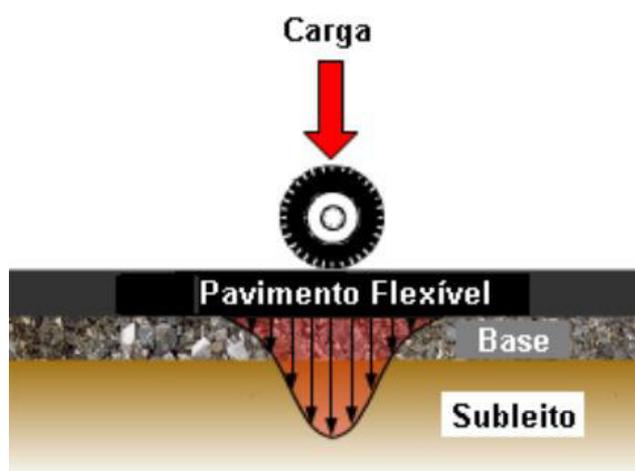
2.1 Pavimentos e a Mobilidade Urbana

Para a integração dos modais de transporte dentro dos centros urbanos é interessante compreender um pouco sobre a infraestrutura do meio mais utilizado na cidade que são os pavimentos de avenidas, ruas e calçadas.

O pavimento é uma estrutura na qual se realiza o deslocamento de pedestres ou veículos, sejam eles públicos ou privados, individuais ou coletivos. Existem diversos tipos de pavimentos, onde sua escolha para a aplicação está diretamente relacionada ao tipo de tráfego, tipo de solo, tipo de relevo etc. Segundo o Departamento Nacional de Trânsito - DNIT, existem três tipos de pavimentos sendo estes os pavimentos: rígidos, semi-rígidos e flexíveis. (DNIT, 2006)

A diferença entre estes pavimentos é, principalmente, em função de sua resistência e deformação, mas, vale ressaltar que, possuem, também, diferença nas camadas que compõem a sua estrutura. No caso dos pavimentos flexíveis (Figura 1), todas as suas camadas deformam quando aplicada uma determinada carga.

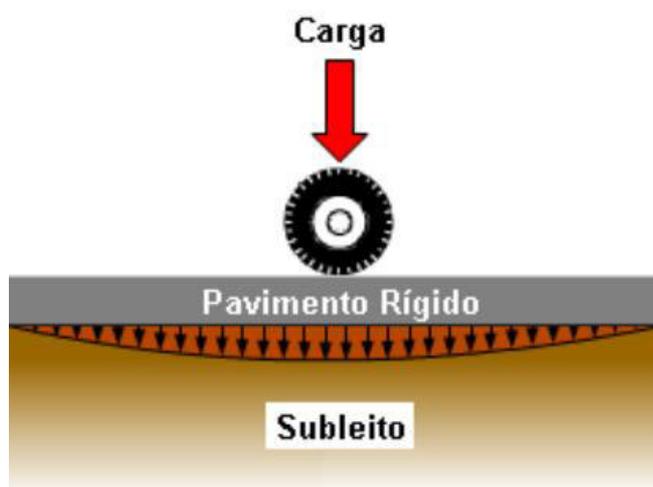
Figura 2 – Esquema de estrutura e comportamento do pavimento flexível quando solicitado.



Fonte: Araújo et. Al. (2016).

Enquanto nos pavimentos rígidos (Figura 2), a camada superficial tem elevada rigidez, e por isso absorve maior parte das deformações e distribui melhor as cargas para as camadas abaixo e assim não sofrem grandes deformações. Já os pavimentos semi-rígidos são pavimentos intermediários entre os dois tipos. (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT, 2006, p.106)

Figura 3 – Esquema de estrutura e comportamento de um pavimento rígido quando solicitado.



Fonte: Araújo et. Al. (2016).

Outra diferenciação dos pavimentos flexíveis e os pavimentos rígidos é a aplicação de cimento Portland na camada de revestimento (camada mais superficial do pavimento, onde ocorre o deslocamento propriamente dito).

De acordo com o Ministério das Cidades (2005), a Mobilidade urbana se refere a quão facilmente as pessoas e os bens se deslocam dentro do espaço urbano. Esse deslocamento pode ser por meio de veículos, vias e calçadas, que possibilitem exercer o direito previsto no artigo 5º da Constituição Federal de 1988, que estabelece:

Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes:

(...)

XV - é livre a locomoção no território nacional em tempo de paz, podendo qualquer pessoa, nos termos da lei, nele entrar, permanecer ou dele sair com seus bens;

Neste, fica claro que todos são iguais perante a lei, e possuem livre movimentação dentro do território nacional. Portanto, é de suma importância as cidades possuam infraestrutura que permita tal movimentação. Tendo isso em vista, muitas cidades têm feitos seus planejamentos incentivando a utilização dos serviços públicos de transportes, por meio da implantação do *Bus Rapid Transport* – BRT e melhora dos sistemas de ônibus existente, construção ou ampliação das ciclovias, melhoria da infraestrutura de calçadas e diversas outras ações.

As calçadas são diferentes das pistas de rolamentos (avenidas, vias secundárias e coletoras) e geralmente, estas devem estar elevadas em relação ao nível do pavimento das pistas de veículos. De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro – CTB, as calçadas são vias em nível diferente, que não são destinadas ao tráfego de veículos e reservadas para o trânsito de pedestres. Além disso, nelas são permitidos a implantação dos mobiliários urbanos, vegetação, sinalização etc. (Código de Trânsito Brasileiro – CTB, Lei nº 9.503,1997)

2.2 Concreto Permeável

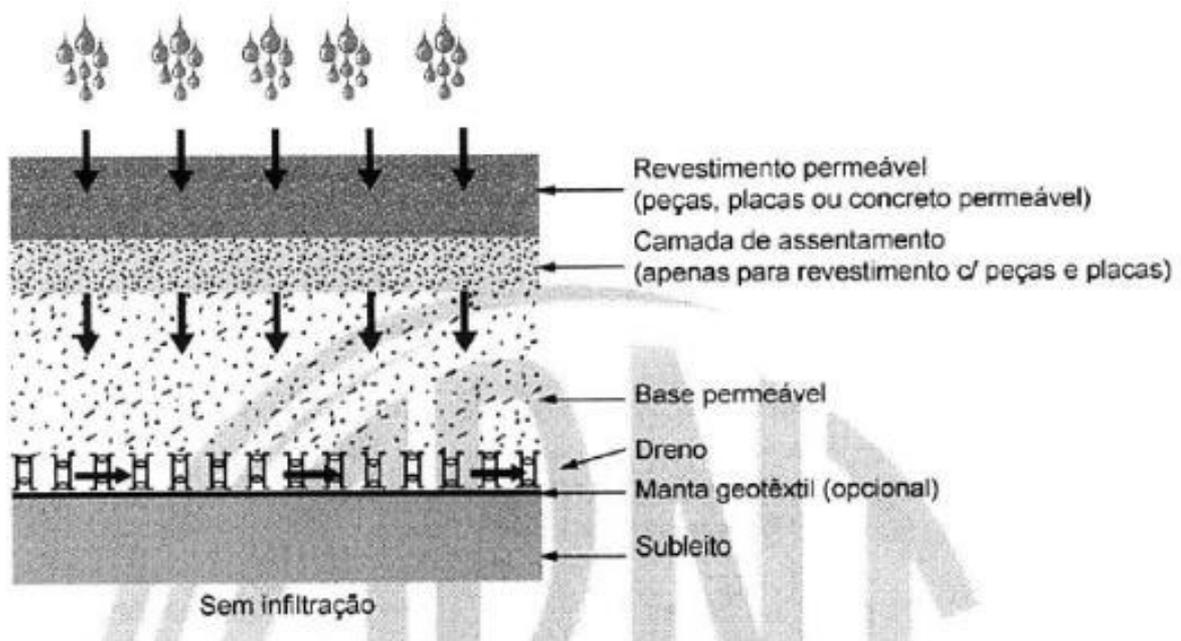
Atualmente, existem vários tipos de pavimentos de concreto, mas o pavimento com concreto permeável tem sido bastante explorado tendo em vista suas propriedades e os problemas com os quais os centros urbanos têm enfrentado, como as ilhas de calor e os alagamentos. De acordo com a NBR 14.416:2015, o concreto permeável é definido como “concreto com vazios interligados que permitem a percolação de água por ação da gravidade”. Os pavimentos permeáveis podem ser aplicados com 3 funcionalidades: (i) Drenagem total; (ii) Infiltração parcial e (iii) Infiltração total.

Infelizmente, este material ainda não foi muito utilizado no Brasil, mas a Universidade de São Paulo, em 2009, executou um estacionamento com 1600 m² de área em pavimento permeável, com o intuito de verificar a eficiência tanto como pavimento, visto que este tipo de pavimento é mais frágil mecanicamente, como dispositivo de drenagem. Dentro de seus 10 anos, os únicos problemas encontrados foram o de preenchimento dos seus poros – fenômeno chamado de colmatção. (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP, 2010).

Em traços de concreto permeável, geralmente encontra-se a quantidade do agregado miúdo (areia) nulo ou muito reduzido. Tendo em vista a resistência, alguns autores sugerem não ultrapassar a porosidade de 20%. Isso se dá devido ao fato de quanto mais poroso mais vazios ele terá e com isso menor a resistência. (BATEZINI, 2013 *Apud* CASTRO, 2017)

É possível dizer que o sistema de pavimentação com o concreto permeável pode ser classificado em função do nível de infiltração da água, que percola por dentro do pavimento, no solo onde se encontra. A primeira classificação é drenagem total, o fluido é 100% drenado, não há infiltração dele no solo.

Figura 4 – Esquema da estrutura de um pavimento permeável com drenagem total.



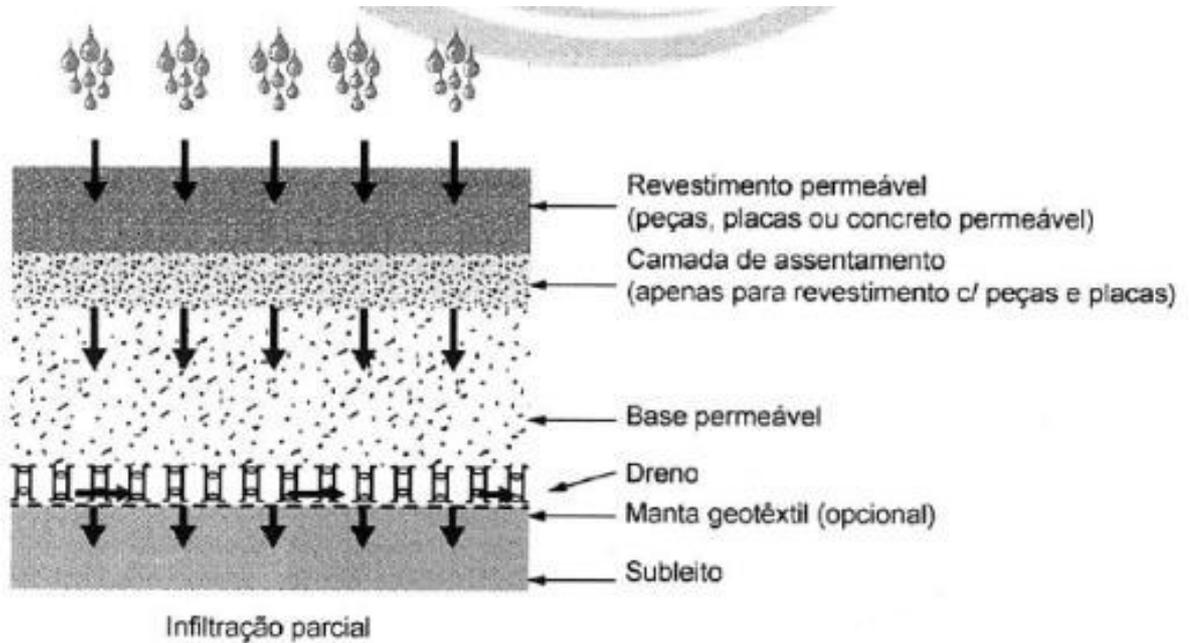
Fonte: ABNT (2015, adaptado pelo autor).

Isto se dá pelo fato do pavimento ser impermeabilizado na superfície de contato com o solo natural, fronteira entre o pavimento e o solo (camada de subleito), e toda a água ser direcionada por um tubo perfurado, ou pelo próprio caimento executado sem necessariamente utilize-se uma tubulação para o direcionamento, para uma cisterna para armazenamento ou para o sistema de drenagem público, como pode ser observado na figura acima.

Geralmente, este tipo de sistema é adotado caso o proprietário não queira que haja a infiltração no solo ou por conta da baixa permeabilidade do solo natural e por isso ficaria muito tempo armazenado dentro do pavimento.

Logicamente, no modelo de infiltração parcial, se tem parte do fluido drenado pelo pavimento infiltrando no solo e parte sendo drenado e devidamente destinado, seja está para o descarte ou para armazenamento.

Figura 5 – Esquema da estrutura de um pavimento permeável com infiltração Parcial.

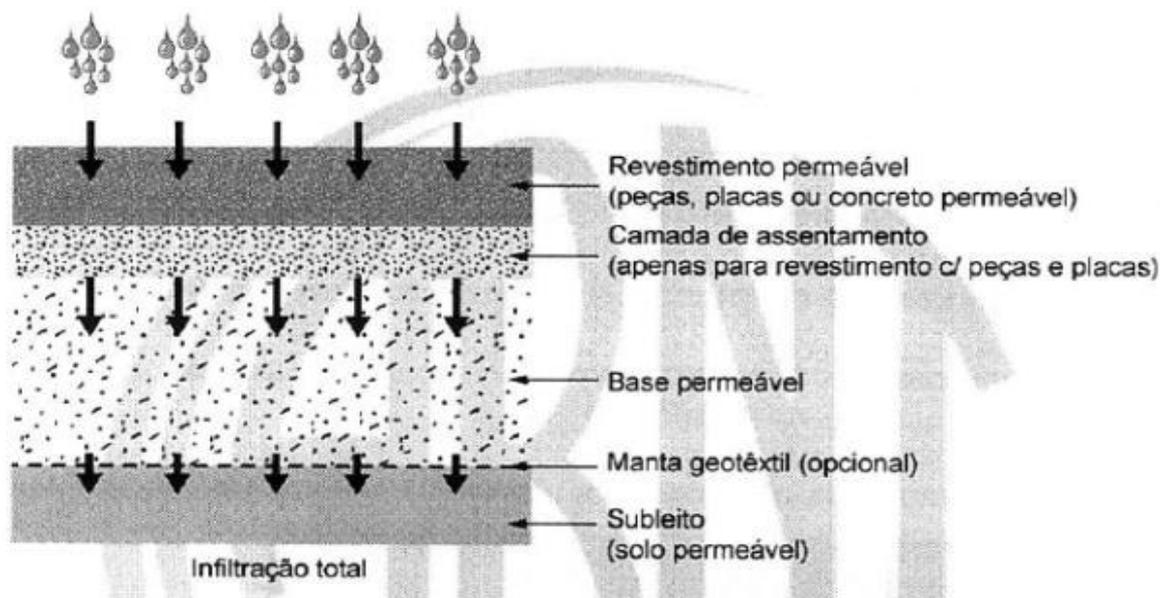


Fonte: ABNT (2015, adaptado pelo autor).

A partir da figura 5, verifica-se para esse sistema é essencial que pavimento possua caimento na camada de subleito, podendo utilizar ou não uma tubulação para o direcionamento mais rápida da água drenada. Vale ressaltar que neste modelo a taxa de infiltração do solo já não é muito baixa nem nula.

Por fim, no sistema de infiltração total, podemos comparar o mesmo com um grande reservatório, com sistema dreno “aberto”, pois nele, a água seria armazenada dentro da estrutura do pavimento e o dreno seria o próprio solo.

Figura 6 – Esquema da estrutura de um pavimento permeável com infiltração total.



Fonte: ABNT (2015, adaptado pelo autor).

Neste sistema apresentado acima, verifica-se que é um sistema simples, visto que não tem necessidade de caimento ou tubulações de drenagem. No pavimento de concreto permeável, na camada de base permeável emprega-se material com granulometria variante, ou seja, contendo material com tamanho grande e pequeno, sem material intermediário.

Dependendo do nível de precipitação e do volume de água drenada pelo pavimento, inicialmente o solo absorverá uma certa quantidade do fluido mais rapidamente e quando este ficar saturado (ou seja, ficar com seus vazios preenchidos pelo fluido), a taxa de infiltração reduzirá e a camada permeável funcionará como reservatório, isto se dá pelo fato do tipo de material adotado para a camada permeável, pelo seu dimensionamento e das condições locais onde será implantado.

Segundo Marchioni et al. (2011, p. 6 *Apud* Castro, 2017), o escoamento superficial onde é utilizado o concreto permeável pode ser reduzido em até 100%. Vale ressaltar que por conta da estrutura do pavimento, estes sistemas funcionam como filtro visto que ficará retido grande parte das impurezas presentes no líquido, entretanto, por conta dessa filtração do líquido é provável que ocorra a colmatagem dos poros do pavimento.

O dimensionamento deste pavimento se dá baseado em informações como a precipitação, avaliação de risco de contaminação da água (distância para os aquíferos e lençóis freáticos), além de dados sobre o solo. (BATEZINI, 20133; ACIOLI, 2005, *Apud* CASTRO,2017). É importante lembrar que, este pavimento é regulamentado pela NBR 16.416:2015, mas também pode ser utilizado outras formas de dimensionamentos como a utilizada por Tucci (1995) e Castro (2017).

2.3 Comparativos dos pavimentos de concreto: Convencional vs permeável

Existem diversos tipos e formas de pavimentos de concreto, como já fora dito, contudo, o mais comum é a execução de piso em concreto convencional que, por sua vez, é caracterizado pela superfície lisa e pouco porosa, como em calçadas, quadras esportivas etc. Os pisos em concreto convencional, são executados com o objetivo de possuir o mínimo de falhas, poros ou fissuras para que não ocorra a entrada de fluidos em sua estrutura. Caso haja, ela pode gerar problemas estruturais, podendo levar a sua ruptura, ou abertura de buracos na superfície.

Por conta desse objetivo, quando chove geralmente a água escorre sobre o pavimento e, dessa forma, podendo criar uma lâmina de água, o que não é seguro caso haja fluxo de veículos ou pedestres. No caso de veículos, essa lâmina de água pode causar o fenômeno de aquaplanagem e no caso de pedestres é possível a ocorrência de quedas e acidentes.

Figura 7 – Calçada em concreto convencional moldada *in loco*.



Fonte: Prefeitura de Guaíra – SP (2017).

Além disso, esses pavimentos em concreto convencional possuem, teoricamente, dependendo da qualidade de sua produção/execução, uma boa resistência mecânica.

Quando comparado com o concreto permeável, também conhecido como concreto poroso, uma grande diferença se encontra na quantidade de vazios presente em sua estrutura e em sua estética (aparência), como pode ser observado na figura abaixo (Figura 7) e comparando com a Figura 6, acima.

Figura 8 - Calçada executada com placas de concreto permeável.



Fonte: Cimento Mauá (2017).

Por conta de sua característica porosa, este pavimento é recomendado para locais onde não há trânsito pesado, mas pode ser utilizado em áreas para o deslocamento de pedestres ou veículos leves (passeio). Esta característica porosa, que pode ser de 15 a 30%, possibilita, como já foi dito no tópico anterior, a passagem de fluidos como ar e água. (BATEZINI,2011, *Apud* Castro,2017)

Contudo, caso este percentual seja maior que os 30%, é possível que torne sua estrutura muito frágil o que não é interessante para pavimentos, pois fica mais suscetível a ruptura, podendo causar acidentes. Por conta desta superfície porosa, o deslocamento sobre este pavimento é mais seguro que o deslocamento sobre o pavimento de concreto convencional, visto que o primeiro possui mais aderência. (BATEZINI, 2011; ACIOLI, 2005 *Apud* CASTRO,2017).

Vale ressaltar que as diferenças desses pavimentos vão desde a superfície até a sua composição e estrutura do pavimento. Em termos de composição, o pavimento de concreto convencional possui os seguintes elementos: cimento, agregado miúdo (geralmente, areia), agregado graúdo (componente que varia de região para região) e água. Já o concreto permeável não possui o agregado miúdo, o que faz com que haja tantos vazios em sua estrutura. (Castro, 2017)

Outro detalhe interessante, a respeito da estrutura do pavimento de concreto permeável, são as camadas que o compõem. Nos modelos apresentados pela NBR 16.416:2015 (figuras 4, 5 e 6), o pavimento pode possuir, de maneira geral, 3 camadas que são: revestimento em concreto permeável, camada de assentamento e base granular.

De acordo com Castro (2017), não se tem normatizado uma estrutura definida para um pavimento de calçada, e por isso, para produzir o orçamento desenvolvido em seu trabalho, o mesmo adotou uma estrutura baseada em modelos desenvolvidos pelo programa de desenvolvimento urbano sustentável de Londrina, pela prefeitura de Bela Vista de Goiás e em um guia prático para construção de calçadas publicado pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Mato Grosso do Sul (CREA-MS). As estruturas recomendadas para o pavimento de concreto convencional simples também eram compostas por 3 (três) camadas, revestimento, base e subleito. (PREFEITURA DE LONDRINA, 2012; CREA-MS, 2008; *Apud* CASTRO, 2017)

2.4 Orçamentos de Projetos Urbanos

Para o desenvolvimento e crescimento adequado e ordenado das cidades é importante que ela possua projetos urbanos para possibilitar que ela trace um planejamento para o seu desenvolvimento e que fique dentro do orçamento disponível da cidade. Sendo assim, aqui no Brasil, o decreto 7983/2013 estabelece que:

Art. 3º - O custo global de referência de obras e serviços de engenharia, exceto os serviços e obras de infraestrutura de transporte, será obtido a partir das composições dos custos unitários previstas no projeto que integra o edital de licitação, menores ou iguais à mediana de seus correspondentes nos custos unitários de referência do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - Sinapi, excetuados os itens caracterizados

como montagem industrial ou que não possam ser considerados como de construção civil.

Ou seja, para qualquer serviço de engenharia de projetos urbanos, é obrigatório que o valor dos componentes do custo global seja menor ou, no máximo, iguais ao valor de referência fornecido pelo SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de custos e índices da Construção Civil. Entretanto, é possível encontrar orçamentos de empresas baseados em bancos de dados próprios, desenvolvido a partir dados históricos da própria empresa, ou baseado nos valores fornecidos pelo SINDUSCON – Sindicato das Indústrias Construção Civil.

Tendo isso em vista, quando Castro (2017) desenvolveu seu orçamento para a execução de calçadas, tanto em pavimento de concreto convencional (simples) como o permeável, ele se baseou nos dados fornecidos pelo SINAPI. Este banco de dados é mantido pela CEF – Caixa Econômica Federal e pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, com isso, cada estado possui seu catálogo de preços e índices e é atualizado de forma mensal.

2.5 Impactos Ambientais

É comum, ao escutar as palavras, impactos e socioambientais juntas, pensar apenas nos impactos negativos que são originados a partir de alguma atividade ou ação, mas, felizmente, nem sempre os impactos são somente negativos. Para o Estudo de Impactos Ambientais – EIA, o impacto ambiental é, segundo Barbieri (2016, p.281), “qualquer mudança no ambiente natural ou social decorrente de uma atividade ou um empreendimento proposto”.

Contudo, quando falamos sobre impactos, é possível tratar como impacto real ou potencial. O real se trata de uma coisa que é certa de sofrer ou ter sofrido alteração, enquanto os potenciais são oriundos de ações que ainda serão executadas, sendo que, como já foi falado, podem ser impactos positivos ou negativos. (BARBIERE, 2016)

Já quando se trata dos impactos sociais, é necessário focar na sociedade, ou seja, o que ou como uma determinada ação influenciará na qualidade de vida dos cidadãos e com isso, faz lembrar bastante da caracterização de *Smart City*. O que

torna evidente a relação direta de cidade inteligente com impactos tanto sociais, como ambientais também. No tópico 4, será discutido os possíveis impactos e contribuições que o pavimento em concreto permeável possa trazer para a sociedade e o local onde foi feito o estudo de caso.

3 DESCRIÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA

Este trabalho foi desenvolvido através do estudo de caso da praça da lagoa da Jansen em São Luís do Maranhão. Ela é localizada no bairro do Renascença, mais precisamente, próximo ao Parque Ecológico da Lagoa da Jansen, um dos vários pontos turísticos da capital. O parque foi criado pela Lei Estadual nº 4.870, de 23 de junho de 1988, e sua área é de 150 hectares. (GOVERNO DO MARANHÃO, 2017)

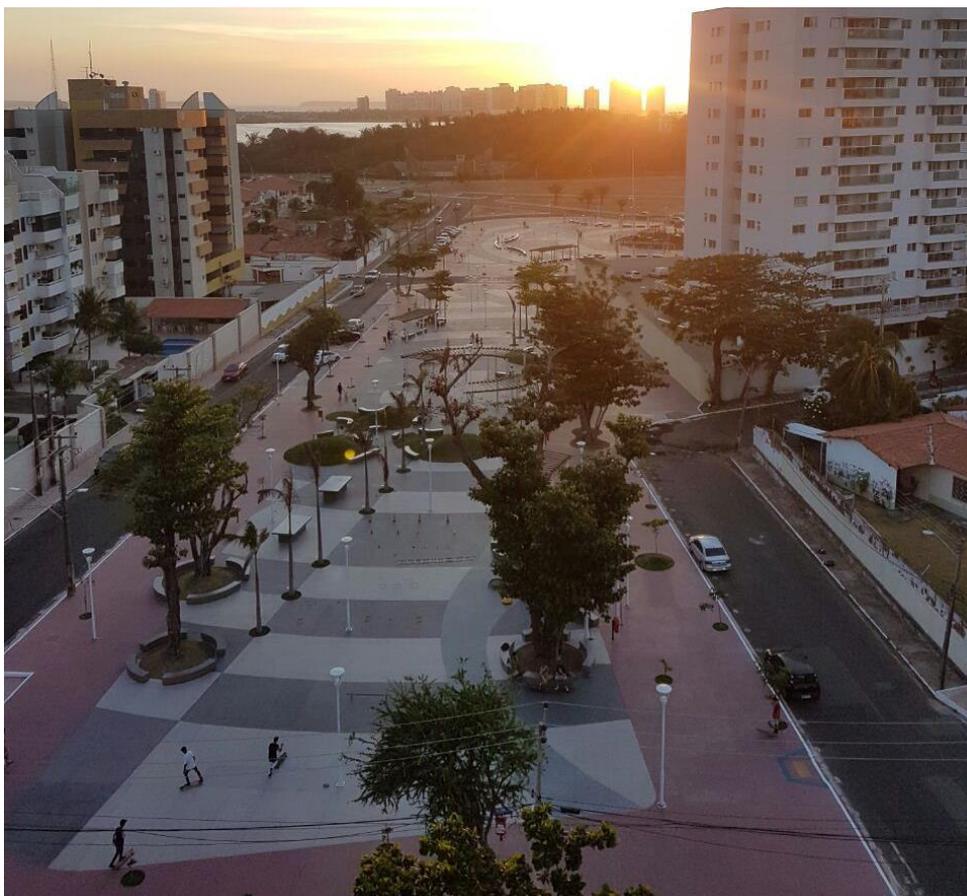
Infelizmente, mesmo compondo um importante ponto turístico da capital, a lagoa da Jansen sofreu por muitos anos por conta do crescimento populacional ao seu redor, de forma que todos os rejeitos (esgotos e lixos) foram destinados para a lagoa por um longo período.

Segundo o Governo do estado em uma matéria de 2017, já haviam sido retirados cerca de 70 pontos de lançamento de esgoto *in natura*, com isso a lagoa deixou de receber o equivalente a 3 piscinas olímpicas graças ao processo de despoluição que se deu início. (GOVERNO DO MARANHÃO, 2017)

Ao redor do parque encontra-se inúmeras estruturas de calçamentos, quadras poliesportivas (basquete, futsal e vôlei), pistas de skate e patins, pistas de bicicross, quadra de beach soccer e de tênis. Vale ressaltar que se tem a estrutura da Concha Acústica onde são realizados alguns eventos e show culturais e academias públicas para a prática de exercícios físicos.

A região onde se encontra a lagoa é cercada, em sua maioria, por casas e prédios residenciais, restaurantes, bares e edificações comerciais, é uma região com grande fluxo de pessoas e veículos, além de ser um local com alta densidade demográfica. Em 2016, inaugurou-se a nova praça da lagoa, figura abaixo, com brinquedos para crianças, parquinhos e área para a comunidade interagir, fazer piqueniques, praticar esportes ou exercícios. Na verdade, a praça possui duas áreas, uma com mesas para piqueniques e área livre e a outra com os brinquedos e parques para as crianças.

Figura 9 – Vista da praça da lagoa de um edifício.



Fonte: Acervo do autor.

Entretanto, o estado apenas construiu a praça, quem é responsável / interessado pela manutenção dela é a comunidade. Esta possui uma associação de moradores das proximidades e arrecadam mensalmente fundos para a limpeza, poda, recuperação das plantas etc. Mas, de acordo com alguns moradores da região, a comunidade não realiza manutenções técnicas, como reparo das calçadas e demais serviços mais complexos e onerosos.

Segundo Castro (2017), a região da praça é um dos pontos mais rebaixados da região e com isso a água das chuvas acabam se direcionando para o local. Durante o período chuvoso, a praça passa por dificuldades visto que as galerias de drenagem pluvial estão obstruídas ou foram subdimensionada para a demanda que realmente se tem. Como pode se observar na figura abaixo.

Figura 10 – Fotografia da praça após uma chuva.



Fonte: Acervo do autor.

A partir da imagem acima, é compreensível supor que não há dispositivos de drenagem na região, mas infelizmente existe sim, e vários como bocas de lobo, caixas de passagem, sarjetas etc. De acordo com Castro (2017), a capital maranhense é caracterizada por possuir duas estações no ano, a de verão com e sem chuvas, tendo isso em vista, ele realizou um estudo hidrológico para conseguir dados que retratassem o volume de chuva que se tem em média na capital.

Por meio de seus estudos, o autor chegou a uma média de 311,70 mm no período chuvoso, de acordo com os dados das series históricas fornecidas pelo INMET, e a média anual sendo 170 mm de chuva. Este valor pode ser interpretado da seguinte forma, em 1 (hum) metro quadrado de área, se acumulou 170 mm de chuva, ou seja, 17 cm de água em 1 m².

Vale ressaltar que a praça fica um pouco mais elevada para que tenha um bom caimento (inclinação mínima necessária para que ocorra o escoamento da água em sua superfície, mas, mesmo assim, a água consegue invadir a mesma e dificultar a sua utilização por parte da comunidade. Quando se trata do solo da região, em um estudo realizado em 2017, foram avaliados ensaios de solo e chegou à conclusão que o solo possui uma boa taxa de infiltração e se tem presença de água a partir de 2 metros da superfície. (CASTRO, 2017)

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a classificação do presente trabalho, adotou-se as definições estabelecidas por Prestes (p. 29-31, 2016) e Gil (1999, *apud* RAUPP, 2006), sendo classificado como exploratório, descritivo e bibliográfico. A característica exploratória dele, se deu pelo fato de ser realizada uma pesquisa prévia antes de se iniciar, para que se tivesse mais informações sobre o assunto abordado e se realizar uma busca a respeito das características do sistema de pavimento em concreto permeável.

A classificação deste trabalho como descritivo se deu pois este tem como objetivo identificar as características do sistema de pavimento em concreto permeável e os impactos que poderão ser gerados, assim como Gil (1999, *apud* RAUPP, 2006) pesquisa descritiva visa, principalmente, descrever as características de uma população ou fenômeno.

Ainda, segundo Gil (1999, *apud* RAUPP, 2006), este tipo de pesquisa busca conhecer e analisar as contribuições do passado existente sobre um determinado assunto, tema ou problema, logo, como serão identificados os impactos gerados de uma maneira teórica, se faz necessário um estudo sobre as utilizações anteriores deste sistema de pavimento para poder avaliar quais impactos serão gerados ou evitados pela adoção de tal pavimento no estudo de caso. Sendo assim, como este estudo será baseado na análise do caso da praça localizada na Lagoa da Jansen, logo este é identificado, também, como estudo de caso.

Serão realizados estudos bibliográficos em livros, artigos, revistas e teses sobre concreto permeável, projetos de pavimentos, calçadas e espaços públicos, para que, a partir destas, seja realizado a identificação e avaliação dos impactos gerados pelo sistema com o concreto permeável para pavimentos de calçadas.

O trabalho será desenvolvido a partir de análises da dissertação de Rafael Batezini que retrata sobre a utilização do sistema com concreto permeável para pavimentos com baixas cargas solicitantes, além deste, a monografia de Castro (2017) é bastante interessante e de suma importância pois o mesmo realiza o dimensionamento do pavimento e aborda a análise de viabilidade econômica da utilização do pavimento de concreto permeável como solução para o pavimento de calçadas.

Os estudos bibliográficos foram desenvolvidos na biblioteca da Unidade de Ensino Superior – UNDB e da Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Todos os dados utilizados serão coletados por meio de literaturas, bibliografias sendo, principalmente, de livros, artigos, monografias, dissertações e teses. Os dados da região de estudos serão coletados por meio de pesquisas realizadas anteriormente pela prefeitura e estado, e do instituto meteorológico nacional, além de visitas técnicas a região.

Sendo assim, a primeira parte deste trabalho foi desenvolvida usando artifícios como visitas a campo, depoimentos de moradores pelas mídias e reportagens dos governos, além, é claro, das pesquisas bibliográficas como já foi supracitado. Para a análise, foi desenvolvido o diagrama de Ishikawa, com o intuito de identificar o problema e realizar o diagnóstico.

Em Seguida, realizou-se um *Brainstorming* para elencar as possíveis soluções para o problema, salientando suas vantagens e desvantagens, e, por fim, serão analisados os impactos gerados pela solução escolhida. Sendo que, estes impactos, foram identificados por meio de diversas pesquisas e análises de bibliografias e, ao, final será avaliada a escolha.

5 RESULTADO DA PESQUISA

Ao longo deste trabalho, se percebe que um dos principais problemas das cidades, na atualidade, é a questão de mobilidade urbana. Como foi falado no tópico anterior, será utilizado a ferramenta chamada de Diagrama de Ishikawa, também conhecido como “espinha de peixe”. Esta é uma ferramenta de identificação e diagnóstico de um problema, nele o problema que se analisa fica na “cabeça do peixe”. No apêndice A, se tem o diagrama desenvolvido para a análise no presente trabalho e desta forma encontra-se como o problema a ser diagnosticado a mobilidade urbana.

Na espinha do peixe, são apresentadas macro causas e dentre elas estão: drenagem urbana, população urbana, transporte público e infraestrutura urbana. Mas avaliando as 4 macro causas, a que possui maior peso, é a população urbana visto que seu desenvolvimento/crescimento foi extremamente desordenado e sem planejamento. Além disso, é importante ressaltar que algumas das outras causas da existência de problemas de mobilidade urbana é a falta de consciência da população.

Podemos observar tal fato, pelo dado apresentado ao início do presente trabalho, onde se cita uma reportagem do Governo do Estado do Maranhão, na qual ele afirma que, em processo iniciado a pouco tempo, já foram retirados 70 pontos de despejo de esgoto que lançavam na Lagoa da Jansen, na capital Maranhense. Essa medida, ocasionou a diminuição de lançamento de, aproximadamente, 3 piscinas olímpicas de esgoto.

Outro fator que é crucial e que afeta diretamente as outras macro causas, principalmente a de drenagem, é o lançamento de lixo diretamente ao chão das calçadas, pistas e praças públicas. Essa poluição pode causar o entupimento das galerias e dispositivos de drenagem o que, por consequência, causa alagamentos quando se tem precipitação nestas regiões.

Já que estamos no tópico de drenagem urbana, podemos afirmar que estas raramente passam por processos de manutenção, e quando passam é devido algum acidente ou visto que não tem mais condições de se frequentar um determinado local, quando chove, pela falta de drenagem.

Vale ressaltar também que, por conta da pavimentação adotada na região, o volume de água pluviais direcionadas para as galerias pode ser bem mais elevada

do que a demanda para a qual ela fora dimensionada, o que causa uma sobrecarga do sistema e, conseqüentemente, demora para a drenagem do local.

Falando em pavimentação adotada, entramos no tópico de infraestrutura, outra macro causa para o problema de mobilidade urbana. Ao abordar esse tema, é necessário apontar características como: falta de acessibilidade, pistas e calçadas mal executadas e a pavimentação inadequada.

Quanto a falta de acessibilidade, se tem vários problemas como a falta de sinalização necessária, nível das calçadas muito abaixo do patamar para embarcar nos ônibus, calçadas estreitas demais e falta de rampas e pisos tátil para a sinalização para os deficientes físicos e visuais.

Além disso, no processo de urbanização, o pavimento mais adotado nos ambientes urbanos são os pavimentos classificados como impermeáveis, sendo eles de asfalto ou concreto. O inconveniente destes pavimentos, diminuem a infiltração direta no solo e, além disso, aceleram o escoamento das águas pluviais, ou seja, a velocidade de deslocamento da água.

Outro problema gerado por este tipo de pavimento é que, caso não tenha o sistema de drenagem ou caimentos adequado, se tem a concentração de água no pavimento e conseqüentemente, dependendo do volume de água, um alagamento, podendo causar acidentes e inviabilizando o deslocamento de pedestres e veículos naquele local. Vale ressaltar que a execução de tais pavimentos pode ter sido falha e, com isso, haver a penetração de água em sua estrutura, comprometendo-a. Tais falhas podem ter sido também pelo mal planejamento ou uma eventual redução de custo.

Por fim, na última espinha do diagrama de Ishikawa se tem o transporte público, nela os principais pontos são os de acessibilidade, conforto, sobrecarga da frota, e sucateamento dos coletivos. Como já fora dito anteriormente, a acessibilidade é um quesito de extrema importância, não só em questão dos cidadãos com algum tipo de deficiência, mas também no quesito de preço.

Na capital maranhense, é comum haver manifestação contra o aumento das passagens. De acordo com a reportagem do jornal O Estado, os passageiros reclamam da segurança e do fato dos ônibus demorarem demais, mesmo em rotas curtas. (JUNIOR, 2018) Felizmente, segundo a Reportagem da Agência São Luís

(2018), já foi renovada cerca de 75% da frota de coletivos da capital. A idade média dos veículos da frota que era de 10 anos, agora é apenas de 4,5 anos e, além disso, 30% da frota já é climatizada.

Com todas as informações trabalhadas até agora, é possível verificar que é necessário encontrar uma solução para a mobilidade dentro dos centros urbanos, para que se possa melhorar a qualidade de vida dentro deles. Desta forma, agora por meio de uma *Brainstorming* serão elencadas uma serie de ideias para atingir tal objetivo.

A priorização do planejamento da cidade é o mais indicado, por meio, por exemplo, de um plano diretor que, segundo Saboya (2007, p. 39, *Apud* CASTRO, 2017, p. 11),

[...] é um documento que sintetiza e torna explícitos os objetivos consensuados para o Município e estabelece princípios, diretrizes e normas a serem utilizadas como base para que as decisões dos atores envolvidos no processo de desenvolvimento urbano convirjam, tanto quanto possível, na direção desses objetivos.

Por meio deste documento, são definidas, a título de exemplo, cada zona da cidade, quais os tipos de construção de cada zona, onde devem ficar os hospitais, escolas, praças e outras edificações. Além deste, é importante fazer uso, também, da lei de uso e ocupação do solo, taxa de ocupação, gabarito das edificações de cada zona.

Desta forma, possibilitando melhor, o planejamento das vias de acesso, avenidas, calçadas sistemas de drenagem, paradas para coletivos, terminais etc. Em paralelo haveria uma redução nos gastos com retrabalho, adaptações e possíveis problemas de infraestrutura que possam surgir pelo crescimento desordenado como alagamentos, enchentes, congestionamentos etc. Contudo, para a realização de tal planejamento, é necessário recursos tanto financeiro como de pessoas, para o desenvolvimento deste documento e levaria certo tempo para sua produção e, portanto, o seu retorno seria em médio ou longo prazo.

Se considerarmos que não se tenha como esperar o desenvolvimento ou ajustes destes documentos, é interessante a cidade buscar estudar técnicas de manutenção, revitalização, recuperação de sua infraestrutura urbana, sistemas de

alimentação energética, drenagem, tratamento de água e esgoto e transportes coletivos. Entretanto, para isso, será necessário recursos para o desenvolvimento de tais projetos de recuperação e para a execução de uma licitação para execução da obra, tão logo seria necessário prever estes serviços no orçamento anual da prefeitura ou do estado.

Dentro da infraestrutura urbana, é pertinente o estudo de alternativas e de pavimentos para cada avenidas, vias coletoras, rodovias e a realização de manutenção dos seus pavimentos viários, de forma que propiciem o deslocamento seguro e confortável para os seus cidadãos. Em parceria com essa melhoria do pavimento, é vantajoso realizar a manutenção e atualização/adaptação dos sistemas de drenagem pluvial da cidade. Nesta alternativa, depende também da liberação de verbas para a execução, mas seria possível também requerer que a companhia de água e esgoto do estado se responsabilize por tais procedimentos.

A respeito do transporte público, talvez seja rentável o investimento em sistemas de transporte tipo BRT – Bus Rapid Transport, onde se tem faixas exclusivas para os coletivos se deslocarem. Além disso, seria conveniente a expansão das avenidas e principais vias da cidade para descongestionar um pouco a cidade no horário de pico. Infelizmente, essa seria uma obra que demandaria grandes investimentos por parte do estado, mas se tem a possibilidade, também, de incentivar que as próprias concessionárias que fornecem os serviços de transporte público tivessem interesse em financiar tal investimento.

Em paralelo com esse investimento no sistema de transporte público, voltando um pouco no quesito de pavimentos, seria interessante investir nas calçadas, recuperando, adaptando, sinalizando e iluminando para que incentivasse a população a realizar mais caminhadas e utilizar mais os transportes coletivos, o que reduziria ainda mais os congestionamentos.

Outra alternativa, seria a implantação de sistemas de metrô e trem, pois o volume de pessoas que poderiam usufruírem deste modal seria enorme, contudo, estes requerem altos investimento iniciais o que, infelizmente, o governo, provavelmente, não teria condições de fazer muito rapidamente em comparação com as demais opções.

Observando as alternativas apresentadas, a melhor maneira para se melhorar a mobilidade urbana, é o investimento em calçadas e no incentivo da utilização do transporte público. O segundo o governo da capital e do estado já veem realizando com uma série de melhorias como citadas anteriormente.

Quanto ao primeiro, talvez seja interessante a recuperação das calçadas ou, quem sabe, até a implantação de um pavimento alternativo para calçada de forma que ele permitisse a utilização durante qualquer período do ano, tanto no chuvoso quanto na seco. Além disso, em comparação com as demais alternativas (metro, trem, investimento em pavimentação das pistas de rolamento etc.) é a que tem o menor custo de implantação, ficando atrás apenas para o replanejamento da cidade.

Sendo assim para definir a melhor escolha, será realizada uma comparação de vantagens e desvantagens entre a aplicação do pavimento tradicional de calçadas com o concreto convencional e o permeável. Além disso, serão apontados os impactos socioambientais e econômicos destes pavimentos para a definição de qual a melhor alternativa.

A estrutura das calçadas tradicionais é simples e, em grande parte das vezes, tendem a ser impermeáveis. Neste pavimento, a proposta é que o concreto não possua fissuras, trincas ou qualquer falha em sua estrutura, para que tenha o maior tempo de vida possível.

Estes pavimentos são bastante confortáveis para se caminhar, pois sua superfície, teoricamente, é lisa, nivelada, impermeável, pouco porosa e possui um bom caimento para o escoamento das águas pluviais. Contudo, dependendo da qualidade e objetivo de execução da calçada, o caimento é mal executado e se tem fissuras no pavimento.

Além disso, é possível que, por conta do acabamento do piso de concreto, a pessoa sofra algum tipo de acidente ao tentar se deslocar pela mesma, após uma precipitação, por não possuir tanta aderência (característica lisa). Vale ressaltar, também, caso a execução não seja bem realizada e, por algum motivo, haja falhas no pavimento, como trincas ou fissuras, futuramente é possível que sejam abertos buracos na superfície do pavimento, ou comprometer a sua estrutura.

É importante lembrar que, quanto mais impermeável, mais as águas pluviais são direcionadas para o sistema de drenagem pluvial público, podendo

sobrecarregá-lo e causar um alagamento. Fora isso, como o pavimento não possui um sistema de resfriamento, circulação do ar dentro de sua estrutura, e os pavimentos das ruas e avenidas, também são impermeáveis, com isso a temperatura se eleva nos centros urbanos, gerando as famosas ilhas de calor.

Outro problema no sistema de pavimento tradicional é a questão de acessibilidade. Nos pisos das calçadas tradicionais (com o concreto convencional moldado no local) a acessibilidade é implantada por meio de piso tátil. Estes possuem designs que auxiliam o deficiente visual a saber onde se encontram obstáculos, passagens, limitações de áreas e os caminhos pelo os quais ele pode se deslocar. Infelizmente, na praça da lagoa, ainda não se encontra o piso tátil para os deficientes visuais, o que, conseqüentemente, deixa em xeque a segurança dos mesmos e afeta a qualidade de vida dele no local.

Segundo as orientações fornecidas pelo guia de construção de calçadas, comentado anteriormente e pelos programas de soluções para as cidades, é necessário que as calçadas promovam e disponibilizem segurança (como a aderência do piso, superfície regular, espaço livre e, claro, está distante da vias como as ruas e avenidas, para o deslocamento dos pedestres de maneira confortável e com bom conforto térmico (se referindo a sombras e às ilhas de calor).

Tendo estas características em vista e analisando a calçada com o pavimento com concreto permeável, pelas informações já apresentadas ao longo do trabalho, é uma alternativa com vários pontos positivos. Vamos analisá-lo inicialmente pela sua estrutura e como ele pode ser implantado, em termos de sistema.

O concreto permeável é caracterizado pela capacidade de haver travessia de fluidos, como ar e a água, pela sua estrutura. Devido a essa característica, é possível apontar duas vantagens, a primeira se dá pelo fato de vários centros urbanos sofrem om as Ilhas de Calor, onde as temperaturas são elevadas, e por isso, como sua estrutura permite o fluxo de ar por dentro de sua estrutura, a superfície do pavimento não ficaria tão quente quanto os pavimentos impermeáveis, visto que seria possível a troca de calor com o meio.

O segundo ponto interessante é que, após a precipitação, o escoamento superficial da água pluvial poderia a ser reduzido em até 100%, e dependendo do sistema adotado de aplicação deste pavimento, a carga que os sistemas de drenagem

pluvial da cidade recebem após precipitações também haveria uma certa redução. Mas para isso, o pavimento deverá ser executado de uma das três formas apresentadas no item 2.2, sistema com drenagem total, infiltração parcial ou infiltração total.

O pavimento de concreto permeável pode funcionar como um grande reservatório, onde a água que penetrasse no pavimento, ficaria armazenada e seria drenada por um sistema de drenagem o próprio, sendo direcionada para uma cisterna ou para um córrego, lago ou até o próprio sistema de drenagem público.

A segunda maneira é que o pavimento continua como um reservatório / sumidouro, onde a água que fosse drenada pelo mesmo, poderia parte infiltrar no solo e parte ser direcionada para outro local para despejo ou reutilização. E a terceira opção ele funciona apenas como um grande sumidouro, onde toda a água que entrar na estrutura ficará armazenada dentro do pavimento e drenada pelo próprio solo pela infiltração.

Se pararmos para analisar mais afundo estes sistemas, podemos identificar algumas consequências para o meio ambiente local, como o possível recarregamento dos aquíferos e lençóis freáticos, por meio da infiltração da água armazenada no solo. Além disso, por conta da estrutura do pavimento, o mesmo serviria como um filtro artificial das águas que são drenadas, visto que esse fluido passará pela camada de concreto, manta geotêxtil (bidim), camada de brita e areia, retendo assim, grande parte dos poluentes que possam vir a estar misturados com a água.

Ao utilizar este pavimento como padrão de calçada é possível que as áreas onde se tem perigo de alagamentos ou enchentes podem ser menos afetadas quando acontecerem, visto que este pavimento diminui a velocidade de escoamento superficial.

Desta forma verifica-se inúmeros ganhos para o meio social e ambiental no qual este pavimento será implantado. Contudo é importante avaliar também a questão de orçamento de execução dele. Baseando-se pelo estudo realizado por Castro (2017), onde ele desenvolveu o orçamento a partir dos coeficientes, composições e valores indicados pelo catálogo do SINAPI, e ele utilizou os dados direcionados para a execução no estado do maranhão.

Contudo, o autor necessitou realizar adaptações na composição, mas com valores de insumos e coeficientes do próprio SINAPI, de alguns serviços para calcular o orçamento mais próximo da realidade. Além disso, outro lado bom dele ter se baseado pela tabela SINAPI é que este orçamento é adaptável para qualquer estado.

Neste orçamento, não foram incluídos custos de mobilização, manutenção ou desmobilização do canteiro de obras, estão inclusos apenas, os insumos, mão de obra e equipamentos, como é possível verificar na Tabela 1. Nos Anexos A e B, encontram-se os orçamentos de forma detalhada.

Tabela 1 - Comparativo de orçamento, resumido, para a execução de calças em concreto simples e concreto permeável – Brasil – abril de 2017.

ID	CÓD. SINAPI	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Unid.	VALOR UNIT.	VT - Conc. Simples	VT - Conc. Perm.
1	90091	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3/111 HP), LARG. DE 1,5M A 2,5 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	M3	R\$ 4,82	R\$ 684,12	R\$ 1.488,95
2	83667	CAMADA DRENANTE COM AREIA MEDIA	M3	R\$ 62,60	R\$ 0,00	R\$ 2.613,55
3	94099	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	M2	R\$ 1,91	R\$ 1.594,66	R\$ 1.594,66
4	83683 - Adaptada	CAMADA HORIZONTAL DRENANTE C/ PEDRA BRITADA 1 E 2	M3	R\$ 98,56	R\$ 6.583,02	R\$ 0,00
5	73902/1	CAMADA DRENANTE COM BRITANUM 3	M3	R\$ 90,34	R\$ 0,00	R\$ 18.102,33
6	74005/1	COMPACTAÇÃO MECANICA, SEM CONTROLE DO GC (C/COMPACTADOR PLACA 400 KG)	M3	R\$ 3,71	R\$ 3.097,48	R\$ 3.097,48
7	83665	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE MANTA BIDIM RT - 14	M2	R\$ 7,56	R\$ 0,00	R\$ 6.311,84
8	94990 - Adaptada	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, NÃO ARMADO. AF_07/2016	M3	R\$ 548,01	R\$ 36.602,97	R\$ 0,00
9	94990 - Adaptada	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO PERMEÁVEL MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, NÃO ARMADO. AF_07/2016	M3	R\$ 469,91	R\$ 0,00	R\$ 31.385,29
Valor total do pavimento					R\$ 48.562,25	R\$ 64.594,10
Valor do pavimento por metro linear					R\$ 145,41	R\$ 193,42

Fonte: Castro (2017, adaptado pelo autor)

Verifica-se que o pavimento em concreto convencional simples possui 5 atividades para ser executado, enquanto o pavimento em concreto permeável é composto por 7 etapas, não é uma diferença tão gritante em termos de quantidade de etapas de execução. É observar que algumas atividades estão presentes em ambos os tipos de pavimentos, como é o caso da escavação, preparo de fundo de vala e compactação mecânica.

Entretanto, dentre as atividades citadas, a única que apresentou diferença foi a de escavação que, de acordo com o dimensionamento realizado por Castro (2017), se justifica pela diferença, principalmente, na camada de base, onde no concreto convencional simples possui 8 cm e o do concreto permeável possui 24 cm.

Ao se tratar da produção dos concretos, propriamente dito, se tem uma diferença de 5.217,68 reais, sendo que o mais oneroso foi o concreto convencional. Isso fica claro ao analisar a composição do custo destes concretos que se encontra nos anexos A e B deste trabalho. Nele fica evidente que esta diferença se deu principalmente pelo fato do concreto permeável não possui areia em sua composição.

O custo por metro linear de execução do pavimento em concreto convencional, tendo como base a composição do SINAPI é de R\$ 145,41, enquanto o outro pavimento foi de R\$ 193,42, ou seja, uma diferença de 33%. Para a execução do pavimento em torno do contorno da praça como mostrado na planta que se encontra no anexo C, o custo seria de R\$ 48.502,25 e R\$ 64.594,10, respectivamente.

Portanto, este pavimento já não é mais barato para implantação como falado ao se propor esta alternativa, mas ficou evidente que o pavimento em concreto permeável possui muito mais impactos socioambientais positivos que o pavimento em concreto convencional que é mais utilizado.

É importante ressaltar que, para o estudo de caso da praça da lagoa, o pavimento em concreto permeável não é tão interessante por conta do excesso de sedimentos que são levados pelas águas, como pode ser observado na Figura 10, pois, por conta destes sedimentos, poderia ocorrer o processo de colmatação dos poros do pavimento, ou seja, o entupimento dos poros reduzindo sua eficiência.

Além disso, caso este fosse implantado na praça, ainda por conta destes sedimentos, o custo de manutenção seria muito elevado, pois de acordo com

Marchioni et al (2011), é recomendado que um pavimento permeável, em um bom local de implantação, tenha regime de manutenção anual.

Conclui-se que, mesmo com todos os benefícios socioambientais elencados, o pavimento de concreto permeável é mais oneroso para implantação e possui a necessidade de manutenção contínua para garantir sua funcionabilidade como permeável e com isso, não sendo tão vantajoso a sua utilização.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos fatos apresentados ao longo do presente trabalho, fica evidente que as cidades devem se desenvolver de forma planejada e, à medida que há crescimento de sua população, é necessário que ela melhore uma série de características para que promova a melhoria na qualidade de vida de seus cidadãos. Tendo isso em vista, foi desenvolvido o conceito de cidades inteligentes, que são cidades geralmente planejadas, que aplicam diversas tecnologias com o objetivo de propiciar a melhoria da qualidade de vida dentro dos centros urbanos.

Para uma cidade ser classificada como *Smart City* é necessário que ela possua algumas características como, por exemplo, construções inteligentes, boa infraestrutura urbana, mobilidade urbana facilitada e melhorada, cidadãos inteligentes e ecologicamente conscientes, utilização de energias renováveis etc. Contudo, devido ao crescimento desordenado das cidades, várias delas sofrem com diversos problemas, mas muitos ligados a mobilidade urbana, como dificuldade de acesso aos transportes públicos, falta de conforto e segurança no deslocamento dentro do perímetro urbano.

Desta forma, é possível verificar a necessidade de melhoria na infraestrutura urbana das cidades, o que inclui os calçamentos e drenagem. Tendo isso em vista, este trabalho foi desenvolvido baseado no estudo de caso na cidade de São Luís, mais precisamente, na praça da Lagoa da Jansen que é localizada no bairro do Renascença. Esta região sofre bastante nos períodos chuvosos, como pode ser observado no tópico 3.

Para esta tomada de decisão foram seguidas as seguintes etapas: Identificação do problema, diagnóstico, geração de alternativa, escolha de uma solução e avaliação desta. O principal problema identificado foi o de mobilidade urbana e sabendo disso, foi desenvolvido o diagrama de Ishikawa, onde nele foram divididas as áreas principais de origem do problema, onde no caso foi infraestrutura urbana, população urbana, drenagem urbana e transporte público. Dentro dessas áreas, foram identificadas várias possíveis causas para tal problema.

Em seguida, foi realizado o procedimento de *Brainstorming*, onde foram sugeridas diversas alternativas como: melhoria do transporte público, investimento na pavimentação das pistas de rolamento, implantação de sistema de BRT, de metro ou

trem, e investimento nos pavimentos de passeios públicos. Esta última foi a alternativa mais atraente, tendo em vista o valor de investimento necessário para a execução dos pavimentos de calçadas tanto em concreto convencional, como em concreto permeável.

Desta forma, para a escolha da melhor solução, foram explicitadas as características de cada pavimento e quais os impactos, positivos e negativos, nos âmbitos social, ambiental e econômico. A cerca dos impactos sociais, o pavimento permeável se destacou pelo fato de proporcionar maior conforto térmico para os pedestres e a redução das ilhas de calor dentro do centro urbano, visto que seu pavimento permite que os fluidos como ar e água atravessem a sua estrutura, fazendo com que não esquite tanto o pavimento.

É importante salientar que, como este pavimento possui a superfície rugosa, portanto ele possui mais aderência e, com isso, reduzindo a ocorrência de acidentes, tornando o deslocamento em locais com este tipo de pavimento mais seguro e confortável para os cidadãos.

Além disso, vale ressaltar que, por sua estrutura permitir a percolação de fluidos nela, este pavimento auxiliaria no combate a ocorrência de alagamentos e concentração de água na superfície das calçadas. Desta forma, esta solução permitiria que os pedestres tivessem acesso ao transporte público e que pudessem se deslocar livremente. Outra característica, que somou para a viabilização de sua utilização, foi a possibilidade de, caso este pavimento fosse utilizado, ele poderia servir de sinalização para os deficientes visuais indicando os limites da praça pela diferenciação do piso da praça para a calçada.

No quesito ambiental, podemos apontar a atuação do pavimento como um filtro artificial para as águas pluviais, possibilitando o direcionamento dessas águas para corpos de água como a lagoa. Outro lado positivo do ponto de vista ambiental, é o possível recarregamento dos aquíferos e lençóis freáticos da região e possibilitar a reutilização da água drenada pelo pavimento para a irrigação e lavagem da praça.

Contudo, quando se trata do âmbito econômico, o pavimento não é tão atrativo, pois o custo de execução de um passeio, com 2,5 m de largura, com esta tecnologia é 33% mais oneroso que pavimento convencional, sem considerar os custos de manutenção e limpeza.

Para finalizar, atendendo ao estudo de caso proposto, o pavimento em concreto permeável, infelizmente, não é interessante para regiões como da praça da Lagoa da Jansen, pois nela há grande quantidade de sedimentos escoando com as águas pluviais. Por esse motivo, sua aplicação nestas regiões fica em xeque, por conta do custo de manutenção e no aumento significativo na frequência desta.

Conclui-se que, o pavimento com concreto permeável é um pavimento com grande potencial para auxiliar uma cidade se tornar mais inteligente, visto que ele proporciona uma série de melhorias na qualidade de vida dos cidadãos e, além disso, é uma tecnologia considerada verde, por não prejudicar significativamente o meio ambiente. Entretanto, a cidade que escolher aplicá-lo deve estar disposta a investir um pouco mais em sua infraestrutura urbana e assim se ficar mais próxima de ser uma cidade inteligente.

REFERÊNCIAS

ACIOLI, Laura A. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Instituto de pesquisas hidráulicas. Porto Alegre, 2005 Disponível em: < http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5843/0005_21171.pdf?sequence=1 >. Acesso em: < 05.10.2018 >.

AGENDA SÃO LUÍS. **Prefeitura insere novos ônibus com ar-condicionado no transporte público da capital**. / Redação da Agência São Luís. São Luís, 2018. Disponível em: < <http://www.agenciasaoluis.com.br/noticia/22370/> >.

ARAÚJO, Marcelo Almeida. SANTOS, Martha Jussara Paixão dos. PINHEIRO, Heunbner Pereira. CRUZ, Zoraide Vieira. **Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto)**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento, ANO 1. VOL. 10, Pp. 187-196, 2016.

ARAÚJO, Paulo R. de. TUCCI, Carlos E. M. GOLDENFUM, Joel A. **Avaliação da Eficiência dos Pavimentos Permeáveis na Redução de Escoamento Superficial**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS – Porto Alegre, RS. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH: 9 p. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. **Guia Prático para a Construção de Calçadas**. Associação Brasileira de Cimento Portland e Crea-BA. Disponível em: < http://www.crea.org.br/Imagens/FCKImagens/12-2009/Guia_Pratico_web_Construcao_de_Calcadas_CREA.pdf >. Acesso em:< 20.03.2017 >.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – procedimento**. 7 p. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16416:2015 - Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos**.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão Ambiental: conceitos, modelos e Instrumentos** / José Carlos Barbieri. – 4ª edição – São Paulo / Saraiva, 2016.

BATEZINI, Rafael. **Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimento para áreas de veículos leves** / R. Batezini. – ed. rev. – São Paulo, 2013. p.133

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado, 2011.

BRASIL. Decreto-lei nº7983, de 8 de abril de 2013. Diário: coletânea de legislação. São Paulo, v.5, 2013.

BRASIL, Código de Trânsito Brasileiro. **Código de trânsito brasileiro: instituído pela Lei nº 9.503.** de 23-9-97-3ª edição-Brasília: DENATRAN, 2008.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. **Manual de pavimentação.** Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação do instituto de Pesquisas Rodoviárias. 3. Ed. Rio de Janeiro, 2006. 274p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. **Manual de Pavimentos Rígidos.** Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação do instituto de Pesquisas Rodoviárias. 2. Ed. Rio de Janeiro, 2004. 233p.

CASTRO, João V. F. C. de. **Análise econômica da aplicação de concreto permeável como alternativa para pavimento de calçadas: estudo de caso da Lagoa da Jansen, em São Luís - MA.** Curso de Engenharia Civil - Unidade de Ensino Superior Dom Bosco / João Victor Fontenelle Carneiro de Castro. São Luís, 2017. 86f.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DE MATO GROSSO DO SUL – CREA – MS. **Guia prático para a construção de calçadas.** Vanda Alice Garcia Zanoni - Engenheira Civil, Mestre / UNIDERP. 28 p. 2008.

CUBOPRO. **Mapas de São Luís.** Disponível em: < <https://www.cubopro.com/download> >. Acesso em: < 05.05.2017 >.

FROST&SULLIVAN. **Smart Cities.** Disponível em: < https://ww3.frost.com/files/8715/1248/3558/SmartCities_-_Nov_2017.pdf >. Acesso em: < 05.05.2019 >.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5ªed. São Paulo: atlas, 1999.

GOVERNO DO MARANHÃO. **São Luís 405 anos: com despoluição, Lagoa da Jansen deixa de receber 3 piscinas olímpicas de esgoto por dia.** Governo do maranhão. 2016. Disponível em: < <http://www.ma.gov.br/agenciadenoticias/desenvolvimento/meio-ambiente/sao-luis-405-anos-com-despoluicao-lagoa-da-jansen-deixa-de-receber-tres-piscinas-olimpicas-de-esgoto-diariamente> >. Acesso em: <15.11.2018>.

Infraestrutura Urbana. **Concreto Permeável: Alternativa para aumentar a permeabilidade de pavimentos submetidos a cargas reduzidas, sistema demanda cuidados de especificação, instalação e manutenção.** Disponível em: < <http://infraestruturaurbana.pin.i.com.br/solucoes-tecnicas/13/artigo254488-2.aspx> >. Acesso em: <01.11.2018>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Tendências Demográficas: Uma análise dos resultados da amostra do Censo Demográfico 2000**. Disponível em: < https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default_tendencias.shtm >. Acesso em: < 15.05.2019 >.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php >. Acesso em: < 01.04.2019 >.

MARCHIONI, Mariana. SILVA, Cláudio Oliveira. **Pavimento Intertravado Permeável - Melhores Práticas**. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 2011. 24p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Mobilidade urbana é desenvolvimento urbano!** / Marcio Fortes de Almeida, José Carlos Xavier, Alexandre de Ávila Gomide, Luiz Carlos Bertotto, Renato Boareto. – Brasil / Tipografia Conduit ITC, 2005. Disponível em: < <http://www.polis.org.br/uploads/922/922.pdf> >. Acesso em: < 14.05.2019 >.

JÚNIOR, Daniel. **Estudantes se manifestam contra reajuste de tarifas em São Luís**. / Jornal O Estado. São Luís, 2018. Disponível em: < <https://imirante.com/oestadoma/noticias/2018/01/23/estudantes-se-manifestam-contra-reajuste-de-tarifas-em-sao-luis/> >.

Pavimento antinchente. Universidade de São Paulo: Escola politécnica, 2010. Disponível em: < <https://www.poli.usp.br/noticias/829-pavimento-antienchente.html> >. Acesso em: < 01.11.2018 >.

PREFEITURA DE LONDRINA. **Componente Mobilidade Urbana: análise funcional e avaliação econômica**. Programa de Desenvolvimento Urbano Sustentável de Londrina. Londrina, julho de 2012.

PRESTES, Maria Luci de Mesquita. **A pesquisa e a construção do conhecimento científico: do planejamento aos textos, da escola à academia**/ Maria Luci de Mesquita. 5ª ed. – São Paulo: Rêspel, 2016. 312 p.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. Metodologia da Pesquisa Aplicável às Ciências. _____ **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2006. Disponível em: < https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33863767/metodologia_de_pesquisa_aplicavel_as_ciencias_sociais.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1543263369&Signature=jRlek%2FNggKKuO%2BahumCyphq9Tvk%3D&response-content-disposition=inlne%3B%20filename%3DMetodologia_de_pesquisa_aplicavel_as_cie.pdf >. Acesso em: <19/11/2018>.

SABOYA, Renato. **Concepção de um sistema de suporte à elaboração de planos diretores participativos**. Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2007.

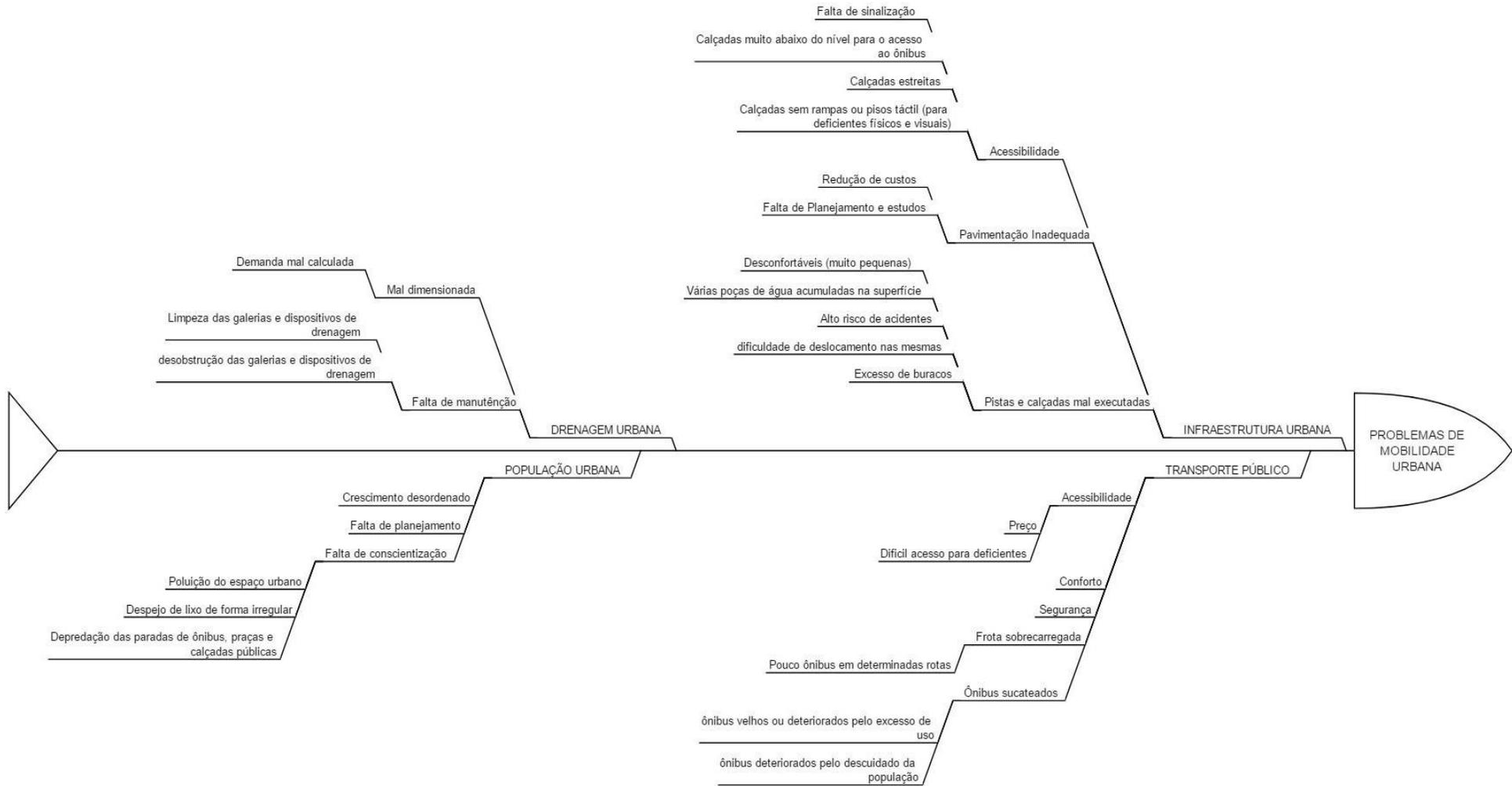
SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação: volume 1/** Wlastermiler de Senço. – 2 ed. ampl. – São Paulo: Pini, 2007.

SINDUSCON- MT. **Guia Prático para a Construção de Calçadas.** Disponível em: < www.sindusconms.com.br/guia_calcada/guia_calçadas.pdf >. Acesso em: < 20.05. 2017 >.

TUCCI, C. E. M. GENZ, F. **Controle do Impacto da Urbanização.** in: Drenagem Urbana, ABRH, 428p, 1995.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Acervo do Autor.

ANEXOS

ANEXO A – Orçamento para Execução de Calça em Concreto Simples (Largura De 2,5 M)

Orçamento para execução de calçada em concreto simples (largura de 2,5 m)								
Id	Classe/tipo	Código SINAPI	Descrição dos serviços	Unid.	Coef.	Valor unit.	Quant.	Valor total
1.	MOVT	90091	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3/111 HP), LARG. DE 1,5M A 2,5 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	M3		R\$ 4,82	141,93	R\$ 683,89
1.1	COMPOSICAO	5631	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,0260	R\$ 126,90		
1.2	COMPOSICAO	5632	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	0,0190	R\$ 46,25		
1.3	COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0530	R\$ 12,08		
2.	MOVT	94099	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	M2		R\$ 1,91	834,90	R\$ 1.591,25
2.1	COMPOSICAO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0520	R\$ 16,25		
2.2	COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0780	R\$ 12,08		

2.3	COMPOSICAO	91533	COMPACTADOR DE SOLOS DE PERCUSSÃO (SOQUETE) COM MOTOR A GASOLINA 4 TEMPOS, POTÊNCIA 4 CV - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,0030	R\$ 21,89		
2.4	COMPOSICAO	91534	COMPACTADOR DE SOLOS DE PERCUSSÃO (SOQUETE) COM MOTOR A GASOLINA 4 TEMPOS, POTÊNCIA 4 CV - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,0030	R\$ 17,67		
3.	DROP	83683 - Adaptada	CAMADA HORIZONTAL DRENANTE C/ PEDRA BRITADA 1 E 2	M3		R\$ 98,56	66,79	R\$ 6.583,27
3.1	INSUMO	4718	PEDRA BRITADA N. 2 (19 A 38 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	M3	-	-	-	-
3.2	INSUMO	4721	PEDRA BRITADA N. 1 (9,5 a 19 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	M3	1,1400	R\$ 54,67		
3.3	COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	3,0000	R\$ 12,08		
4.	MOVT	74005/1	COMPACTACAO MECANICA, SEM CONTROLE DO GC (C/COMPACTADOR PLACA 400 KG)	M3		R\$ 3,71	834,90	R\$ 3.100,61
4.1	COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2500	R\$ 12,08		
4.2	COMPOSICAO	91277	PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, FORÇA CENTRÍFUGA DE 25 KN (2500 KGF), POTÊNCIA 5,5 CV - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,1250	R\$ 5,55		
5.	PISO	94990 - Adaptada	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, NÃO ARMADO. AF_07/2016	M3		R\$ 548,01	66,79	R\$ 36.602,97

5.1	COMPOSICAO	68053	FORNECIMENTO/INSTALACAO LONA PLASTICA PRETA, PARA IMPERMEABILIZACAO, ESPESSURA 150 MICRAS.	M2	12,5000	R\$ 4,63		
5.2	INSUMO	4460	SARRAFO DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 10 CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	2,5000	R\$ 9,83		
5.3	INSUMO	4517	PECA DE MADEIRA NATIVA/REGIONAL 2,5 X 7,0 CM (SARRAFO-P/FORMA)	M	2,0000	R\$ 1,10		
5.4	COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,2560	R\$ 16,14		
5.5	COMPOSICAO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,9830	R\$ 16,25		
5.6	COMPOSICAO	88316	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	4,2390	R\$ 12,08		
5.7	COMPOSICAO	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	M3	1,2130	R\$ 283,20		
Valor total do pavimento								R\$ 48.562,00
Valor do pavimento por metro linear								R\$ 145,50

Fonte: CASTRO (2017, adaptado pelo autor)

ANEXO B – Orçamento para Execução de Calça em Concreto Permeável (Largura De 2,5 M)

Orçamento para execução de calçada em concreto permeável (largura de 2,5 m)								
Id	Classe/tipo	Código SINAPI	Descrição dos serviços	Unid.	Coef.	Valor unit.	Quant.	Valor total
1.	MOVT	90091	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M(MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3/111 HP), LARG. DE 1,5M A 2,5 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	M3		R\$ 4,82	308,91	R\$ 1.488,46
1.1	COMPOSICAO	5631	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,02600	R\$ 126,90		
1.2	COMPOSICAO	5632	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	0,01900	R\$ 46,25		
1.3	COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,05300	R\$ 12,08		
2.	DROP	83667	CAMADA DRENANTE COM AREIA MEDIA	M3		R\$ 62,60	41,75	R\$ 2.613,07
2.1	INSUMO	370	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	1,1000	R\$ 30,00		
2.2	COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,4500	R\$ 12,08		

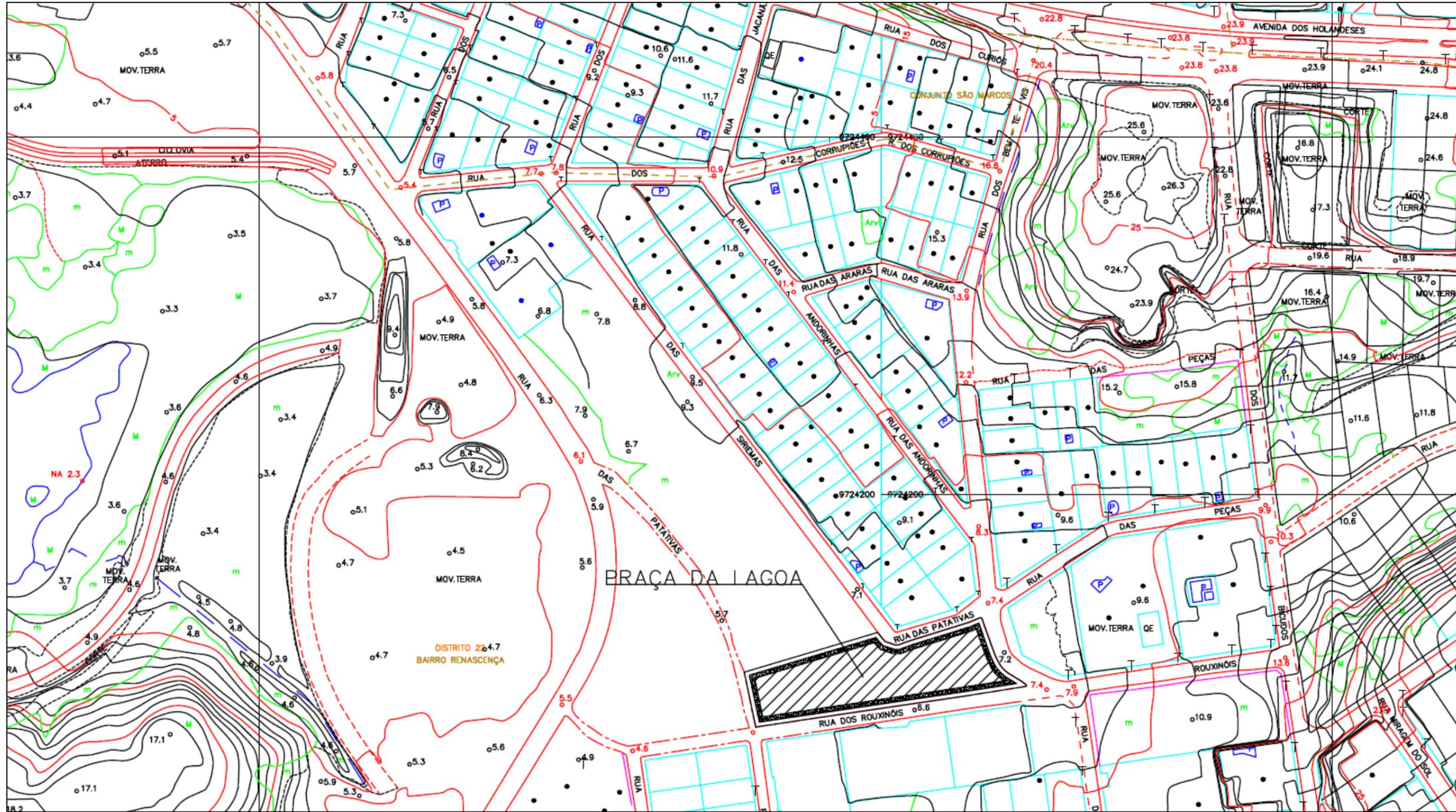
3.	MOVT	94099	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	M2		R\$ 1,91	834,90	R\$ 1.591,25
3.1	COMPOSICAO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0520	R\$ 16,25		
3.2	COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0780	R\$ 12,08		
3.3	COMPOSICAO	91533	COMPACTADOR DE SOLOS DE PERCUSSÃO (SOQUETE) COM MOTOR A GASOLINA 4 TEMPOS, POTÊNCIA 4 CV - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,0030	R\$ 21,89		
3.4	COMPOSICAO	91534	COMPACTADOR DE SOLOS DE PERCUSSÃO (SOQUETE) COM MOTOR A GASOLINA 4 TEMPOS, POTÊNCIA 4 CV - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,0030	R\$ 17,67		
4.	DROP	73902/1	CAMADA DRENANTE COM BRITA NUM 3	M3		R\$ 90,34	200,38	R\$ 18.101,37
4.1	INSUMO	4722	PEDRA BRITADA N. 3 (38 A 50 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	M3	1,1000	R\$ 54,67		
4.2	COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,5000	R\$ 12,08		
5.	MOVT	74005/1	COMPACTACAO MECANICA, SEM CONTROLE DO GC (C/COMPACTADOR PLACA 400 KG)	M3		R\$ 3,71	834,90	R\$ 3.100,61
5.1	COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2500	R\$ 12,08		
5.2	COMPOSICAO	91277	PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, FORÇA CENTRÍFUGA DE 25 KN (2500 KGF), POTÊNCIA 5,5 CV - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,1250	R\$ 5,55		
6.	DROP	83665	FORNECIMENTO E INSTALACAO DE MANTA BIDIM RT - 14	M2		R\$ 7,56	834,90	R\$ 6.307,84

6.1	INSUMO	4021	GEOTEXTIL NAO TECIDO AGULHADO DE FILAMENTOS CONTINUOS 100% POLIESTER, RESITENCIA A TRACAO = 14 KN/M	M2	1,0800	R\$ 6,66		
6.2	COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0300	R\$ 12,08		
7.	FUES	94964 - Adaptada	CONCRETO PERMEÁVEL, TRAÇO 1:4,44(CIMENTO/ BRITA 0) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016 - (Composição adaptada)	M3		R\$ 266,53		
7.1	INSUMO	13284	CIMENTO PORTLAND DE ALTO FORNO (AF) CP III-32	KG	374,0000	R\$ 0,42		
7.2	INSUMO	4720	PEDRA BRITADA N. 0, OU PEDRISCO (4,8 A 9,5 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	M3	0,6103	R\$ 69,80		
7.3	COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	3,1700	R\$ 12,08		
7.4	COMPOSICAO	88377	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,0000	R\$ 13,58		
7.5	COMPOSICAO	88830	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 310 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 HP, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_10/2014	CHP	1,0300	R\$ 1,08		
7.6	COMPOSICAO	88831	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 310 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 HP, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_10/2014	CHI	0,9700	R\$ 0,29		
8.	PISO	94990 - adaptada	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO PERMEÁVEL MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, NÃO ARMADO. AF_07/2016	M3		R\$ 469,91	66,79	R\$ 31.386,50
8.1	INSUMO	4460	SARRAFO DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 10 CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	2,5000	R\$ 9,83		

8.2	INSUMO	4517	PEÇA DE MADEIRA NATIVA/REGIONAL 2,5 X 7,0 CM (SARRAFO-P/FORMA)	M	2,0000	R\$ 1,10		
8.3	COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,2560	R\$ 16,14		
8.4	COMPOSICAO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,9830	R\$ 16,25		
8.	COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	4,2390	R\$ 12,08		
8.5	COMPOSICAO	94964 - Adaptada	CONCRETO PERMEÁVEL, TRAÇO 1:4,44(CIMENTO/ BRITA 0) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016 - (Composição adaptada)	M3	1,2130	R\$ 266,53		
Valor total do pavimento								R\$ 64.589,10
Valor do pavimento por metro linear								R\$ 193,40

Fonte: CASTRO (2017, adaptado pelo autor)

ANEXO C – Planta Topográfica da Região da Praça da Lagoa da Jansen



Fonte: Cubopro (2017, adaptado pelo autor)