

AValiação DAS Condições DE Conservação DE Pavimentos, Drenagem E Calçadas Em Vias Da Cidade De João Pessoa

**Rafaela de Sousa Medeiros
Tairone Paz e Albuquerque
Lucas Matheus Bezerra de Morais
Lucas Giovanni Costa de Araújo e Araújo
Ricardo Almeida de Melo**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental
Universidade Federal da Paraíba

RESUMO

O desenvolvimento acelerado dos grandes centros urbanos transforma a configuração do espaço das cidades, tornando necessário analisar sua infraestrutura, de modo a auxiliar o planejamento e a tomada de decisão quanto à manutenção e reabilitação. Este trabalho teve por objetivo avaliar as condições de pavimentos, drenagem superficial e calçadas em vias da cidade de João Pessoa. Assim, seções de pavimentos, calçadas e drenagem foram avaliadas, índices de qualidade foram calculados e uma análise estatística foi realizada. Ainda, um banco de dados georreferenciado foi desenvolvido com o apoio de um SIG. Cerca de 60% dos pavimentos foram classificados como “bom” ou “ótimo”, enquanto que 16% da drenagem e 26% das calçadas se enquadraram nessa classificação. Pode-se concluir que não é dispensada a mesma atenção à manutenção e reabilitação do sistema de drenagem e calçadas, tal como é feito para pavimentos, mostrando uma deficiência na gerência da infraestrutura viária como um todo.

ABSTRACT

The accelerated development of large urban centers transforms the space configuration of cities, making necessary to analyze its infrastructure, in order to support the planning and decision-making linked to the maintenance and rehabilitation. This work's aim was to evaluate the conditions of pavement, surface drainage and sidewalks in the city of Joao Pessoa. Thus, sections of pavements, sidewalks and drainage were evaluated, quality indexes were calculated and a statistical analysis was carried out. Still, a geo-referenced database was developed with the support of a GIS. About 60% of the pavements were classified as "good" or "very good", while 16% of the drainage elements and 26% of the sidewalks fit into this classification. It can be concluded that is not provided the same attention with maintenance and rehabilitation to drainage system and sidewalks, as done for pavements, showing a deficiency on the road infrastructure management as a whole.

1. INTRODUÇÃO

As cidades são ambientes de organização complexa, constituídas por um conjunto de sistemas distintos que se inter-relacionam. Nas últimas décadas, destaca-se o crescimento acelerado dos grandes centros urbanos, o que transformou a configuração do espaço destes ambientes. Neste cenário, a infraestrutura assumiu um papel de grande importância sobre a qualidade de vida e o desenvolvimento de atividades nas cidades, sendo seu desempenho diretamente influenciado pelas características e condições dos elementos que a compõem.

A infraestrutura urbana é constituída por diversos sistemas, dentre eles o sistema viário, que engloba as vias para trânsito de veículos, os passeios públicos (calçadas) e as ciclovias. Este sistema atua diretamente sobre a qualidade urbana, devido à importância das vias para os deslocamentos diários da população. De acordo com Oliveira e Turolla (2013), os sistemas de transporte geram externalidades negativas (congestionamentos, poluição, atrasos no fornecimento e entrega de produtos) e positivas (eficiência econômica, conexão entre regiões e segmentos da economia), tendo influência direta no desenvolvimento econômico de qualquer região. Assim, um cuidadoso planejamento das medidas a serem tomadas é necessário, devido à alta complexidade do sistema e à limitação de recursos para implementação e manutenção de seus elementos (Marović *et. al.*, 2018).

Para se garantir a qualidade das vias urbanas, surge a necessidade de se ter uma estratégia de gestão, de modo que as vias acompanhem a evolução das cidades sem que haja diminuição em seu nível de serviço. Para tal gerenciamento, uma ferramenta que pode ser utilizada é o Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), que surgiu no final dos anos 1960 a partir de pesquisas nos Estados Unidos e no Canadá (Albuquerque *et. al.*, 2017). De modo geral, um SGP é formado por atividades relacionadas ao planejamento, projeto, construção, manutenção, avaliação e pesquisa, com o objetivo de compatibilizar a aplicação dos recursos disponíveis com o oferecimento de uma rede rodoviária segura e econômica (DNIT, 2011).

A partir do conceito de SGP, surge o Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU), com o objetivo de criar um banco de dados sobre as vias urbanas e justificar os custos com manutenção e reabilitação, para alcançar um bom nível de serviço em toda a rede. Além da avaliação da parte destinada ao transporte dos veículos, há também a necessidade de se analisar os demais componentes das vias, sendo assim possível gerenciar o sistema viário em sua totalidade. A partir disso, surge o campo de análise de calçadas e dos elementos de drenagem superficial das vias, com o intuito de compreender suas características, sua composição e sua influência sobre a infraestrutura da cidade. Desse modo, este artigo teve como objetivo avaliar a condição de pavimentos, elementos da drenagem superficial e calçadas da cidade de João Pessoa, tendo suporte do Sistema de Informações Geográficas para criação do banco de dados.

1.1 Avaliação dos pavimentos

Para analisar o estado da superfície dos pavimentos, pode-se utilizar de dois tipos de avaliação: subjetiva ou objetiva. Na avaliação subjetiva, avaliadores percorrem o trecho em questão e atribuem-lhe uma nota entre 0 (péssimo) e 5 (ótimo), de acordo com a condição atual observada. Os procedimentos de avaliação são regidos pela norma DNIT 009/2003-PRO, a qual estabelece também o conceito do Valor de Serventia Atual (VSA), sendo este a média aritmética das notas do grupo avaliador, que determina a serventia do trecho.

A avaliação objetiva tem como base a medição das imperfeições da superfície do pavimento, propiciando a obtenção de dados mais precisos e detalhados. A avaliação é feita por meio de índices, que ponderam o efeito dos defeitos sobre a condição apresentada pelo pavimento. O Índice de Condição de Pavimentos Urbanos (ICPU), desenvolvido para a cidade de João Pessoa, classifica os pavimentos de acordo com uma escala que varia entre 0 (péssimo) e 5 (ótimo) (Albuquerque, 2017). Seis tipos de defeitos são analisados, sendo o cálculo do índice efetuado por meio da Eq. (1).

$$ICPU = 5 - 0,016TF - 0,03RM - 0,266PN - 0,049DP - 0,021DE - 0,16AG \quad (1)$$

Em que: *TF*: Trinca por Fadiga (%);

RM: Remendo (%);

PN: Panela (%);

DP: Deformação Permanente (mm);

DE: Desgaste (%);

AP: Agregado Polido (%).

1.2 Avaliação da drenagem

A infiltração de água e a presença de níveis elevados de umidade são algumas das causas para o desempenho insatisfatório dos pavimentos. Assim, a falta ou deficiência do sistema de drenagem se apresentam como fatores notáveis para a deterioração dos pavimentos, o que evidencia sua importância. O sistema de drenagem é composto por diversos elementos, sendo

as bocas coletoras e as sarjetas os que estão situados na superfície das vias, com função de conduzir a água para a rede subterrânea. Estes dois elementos podem ser avaliados por meio da metodologia de Blair *et. al.* (1987), adaptada por Melo e Pereira (2004), a partir de quatro indicadores de desempenho: limpeza, estado de conservação, segurança e seção transversal. A cada indicador uma nota entre 0 (ruim) e 3 (bom) é atribuída, de acordo com os critérios estabelecidos pelos autores. A nota final, para cada um dos elementos, é dada pela média entre as notas obtidas nos indicadores.

1.3 Avaliação das calçadas

Considerando o número de deslocamentos realizados a pé nas cidades e as dificuldades enfrentadas pelos pedestres, devido à invasão de automóveis nas calçadas e à má conservação das mesmas, são necessárias ferramentas para gerenciar calçadas e passeios, de modo a proporcionar níveis de serviço adequados. Ferreira e Sanches (2001) propõem um método que permite avaliar as condições da calçada, sendo seu nível de qualidade avaliado a partir de cinco indicadores: atratividade visual, conforto, continuidade, segurança e seguridade. Para cada indicador uma pontuação entre 0 (péssimo) e 5 (excelente) é atribuída, sendo essas aplicadas à expressão do Índice de Qualidade das Calçadas apresentada na Eq. (2).

$$IQC = 0,21S + 0,33M + 0,17Le + 0,20Se + 0,10Av \quad (2)$$

Em que: *S*: Segurança;

M: Manutenção;

Le: Largura Efetiva;

Se: Seguridade;

Av: Atratividade Visual.

A partir do cálculo do IQC, a amostra é classificada quanto ao nível de serviço e à condição de conservação, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Níveis de serviço e qualidade das calçadas

Índice de qualidade	Nível de serviço	Condição
5	A	Excelente
4,0 a 4,9	B	Ótima
3,0 a 3,9	C	Boa
2,0 a 2,9	D	Regular
1,0 a 1,9	E	Ruim
0,0 a 0,9	F	Péssima

1.4 Uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG)

Considerando que o planejamento e o gerenciamento do sistema viário urbano envolvem atividades complexas, possuindo diversas variáveis a serem consideradas, surge a necessidade de se dispor de um catálogo de informações, que permita a análise do sistema como um todo. O Sistema de Informações Geográficas (SIG) é uma ferramenta que permite integrar, gerenciar, consultar e analisar espacialmente dados relacionados aos transportes, além de fornecer um meio eficiente à interpretação e exibição de padrões destes dados (Kiema e Mwangi, 2009). Assim, o uso do SIG se mostra uma opção promissora, possibilitando a criação de um banco de dados georreferenciado para facilitar a análise de diferentes cenários. A gerência dos elementos que compõem as vias urbanas auxilia o processo de tomada de decisão, permitindo a manutenção de níveis adequados de qualidade e a otimização dos recursos utilizados.

2. MÉTODO DE TRABALHO

O desenvolvimento do trabalho foi constituído das seguintes atividades: *i*) determinação das seções a serem avaliadas; *ii*) treinamento dos avaliadores; *iii*) definição dos dados necessários para avaliação dos elementos; *iv*) visita às amostras para coleta dos dados; *v*) cálculo de índices de condição dos pavimentos, drenagem e calçadas; *vi*) análise estatística dos resultados.

Inicialmente, a cidade de João Pessoa foi dividida em quatro zonas – Norte, Sul, Leste e Oeste – de acordo com o que consta na Secretaria de Planejamento, para atender a aleatoriedade das amostras e garantir a confiabilidade da pesquisa. O tamanho e o número de amostras foram determinados a partir do trabalho de Albuquerque (2017), sendo estabelecidas seções de 50 metros de comprimento para a avaliação de cada uma das 95 amostras. A distribuição das amostras nas zonas é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Número de amostras para cada zona

Zona	Extensão (m)	Número de segmentos
Norte	126.619,91	21
Sul	174.841,24	29
Leste	159;886,85	27
Oeste	109.622,38	18
Total	570.970,38	95

Para a coleta de dados, cinco avaliadores foram divididos em equipes para analisar os elementos das vias. Para o pavimento, todos os cinco avaliadores passaram por treinamento sobre os procedimentos de avaliação subjetiva, de acordo com a norma DNIT 009/2003-PRO. Para a coleta dos defeitos superficiais, o manual SHRP (FHWA, 2003) foi utilizado. A avaliação das calçadas e dos elementos de drenagem foi feita por dois avaliadores, sendo esses instruídos pelos métodos do Índice de Qualidade de Calçadas (IQC) (Ferreira e Sanches, 2001) e da avaliação da drenagem superficial (Blair *et. al.*, 1987, adaptado por Melo e Pereira, 2004).

O levantamento dos dados foi feito entre Abril e Dezembro de 2016, durante os períodos de manhã e tarde, sem ocorrência de chuvas. Durante as coletas, três avaliadores registraram os dados para caracterização das vias (nome, largura, comprimento, localização, número de faixas e sentido da via) e os defeitos na superfície dos pavimentos, enquanto dois realizaram os procedimentos para avaliação das calçadas e da drenagem superficial. Ao fim do levantamento, todos procederam à atribuição da nota subjetiva ao pavimento, de acordo com os critérios do Valor de Serventia Atual (VSA) estabelecidos na norma DNIT 009/2003-PRO.

Com os dados obtidos, foram realizados, para cada amostra, os procedimentos para a classificação dos elementos analisados. Para o pavimento, o VSA foi determinado pela média dos valores atribuídos pelos cinco avaliadores, enquanto o ICPU (Albuquerque, 2017) foi calculado a partir dos defeitos registrados. De acordo com Albuquerque *et. al.* (2017), a comparação entre a avaliação subjetiva e o índice tem por objetivo analisar a proximidade entre os dois métodos, permitindo observar quais defeitos têm maior associação à análise visual do conforto da superfície do pavimento.

Para a calçada, as notas atribuídas a cada um dos indicadores, por cada avaliador, foram aplicadas à expressão do IQC, sendo a nota final obtida pela média dos resultados dos avaliadores. Quanto à drenagem, para cada avaliador, a média entre os valores atribuídos aos

indicadores foi calculada para a sarjeta e boca coletora. A nota final para a condição da drenagem superficial foi obtida pela média entre os dois avaliadores.

Com o intuito de analisar a relação entre os resultados obtidos, foi realizada uma padronização das escalas de classificação dos elementos, de modo que todos fossem enquadrados na escala utilizada para os pavimentos. Assim, a nota 5 na escala do IQC, sendo a única equivalente à classificação “Excelente”, foi redefinida para a classificação “Ótima”. Ainda, ajustes nos intervalos de classificação do índice foram realizados. Para a avaliação da drenagem superficial, foi realizado um ajuste nos valores, e categorias de classificação, com uso da Eq. (3).

$$D = \frac{5d}{3} \quad (3)$$

Em que: d : valor da condição da drenagem superficial na escala original.

A Tabela 3 apresenta os intervalos de valores e suas correspondentes classificações, utilizados na análise de pavimentos, elementos de drenagem e calçadas.

Tabela 3: Intervalos para classificação dos elementos

Intervalo	Classificação
0,0 – 1,0	Péssimo
1,1 – 2,0	Ruim
2,1 – 3,0	Regular
3,1 – 4,0	Bom
4,1 – 5,0	Ótimo

Com o auxílio do SIG, um banco de dados com o inventário dos segmentos foi desenvolvido, contendo as coordenadas geográficas das seções avaliadas e suas classificações quanto à condição dos pavimentos, drenagem superficial e calçadas. O *software* utilizado foi o QGIS, o qual permitiu a criação de mapas temáticos com os resultados, contribuindo para uma melhor visualização da distribuição espacial dos mesmos.

3. RESULTADOS

3.1 Pavimento

A partir das notas atribuídas pelos avaliadores durante a avaliação subjetiva (DNIT 009/2003-PRO), obteve-se o Valor de Serventia Atual (VSA) das seções. Em relação aos defeitos, o método desenvolvido por Albuquerque (2017) foi usado para a determinação dos índices de condição dos pavimentos. Para comparar os dois métodos de avaliação dos pavimentos, as Tabelas 4 e 5 mostram os resultados obtidos para o VSA e ICPU, respectivamente, enquanto as Figuras 1 e 2 apresentam a distribuição espacial das seções avaliadas.

Tabela 4: Classificação das amostras segundo o VSA

Condição do Pavimento	Zona Norte	Zona Sul	Zona Leste	Zona Oeste	Total de Amostras
Péssimo	0	0	0	0	0
Ruim	3	3	1	0	7
Regular	11	4	5	6	26
Bom	4	11	13	9	37
Ótimo	3	11	8	3	25

Tabela 5: Classificação das amostras segundo o ICPU

Condição do Pavimento	Zona Norte	Zona Sul	Zona Leste	Zona Oeste	Total de Amostras
Péssimo	0	0	0	0	0
Ruim	1	3	0	0	4
Regular	10	1	4	1	16
Bom	3	5	5	7	20
Ótimo	7	20	18	10	55

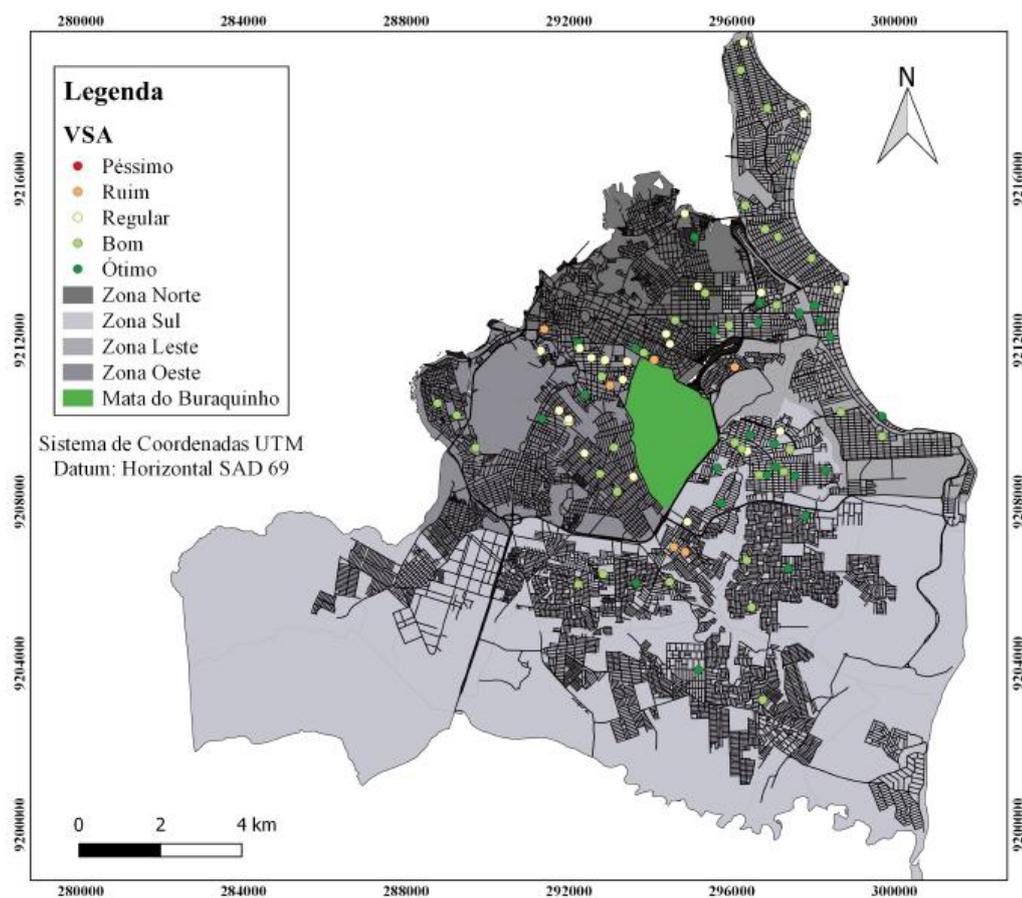


Figura 1: Distribuição espacial do VSA na cidade de João Pessoa

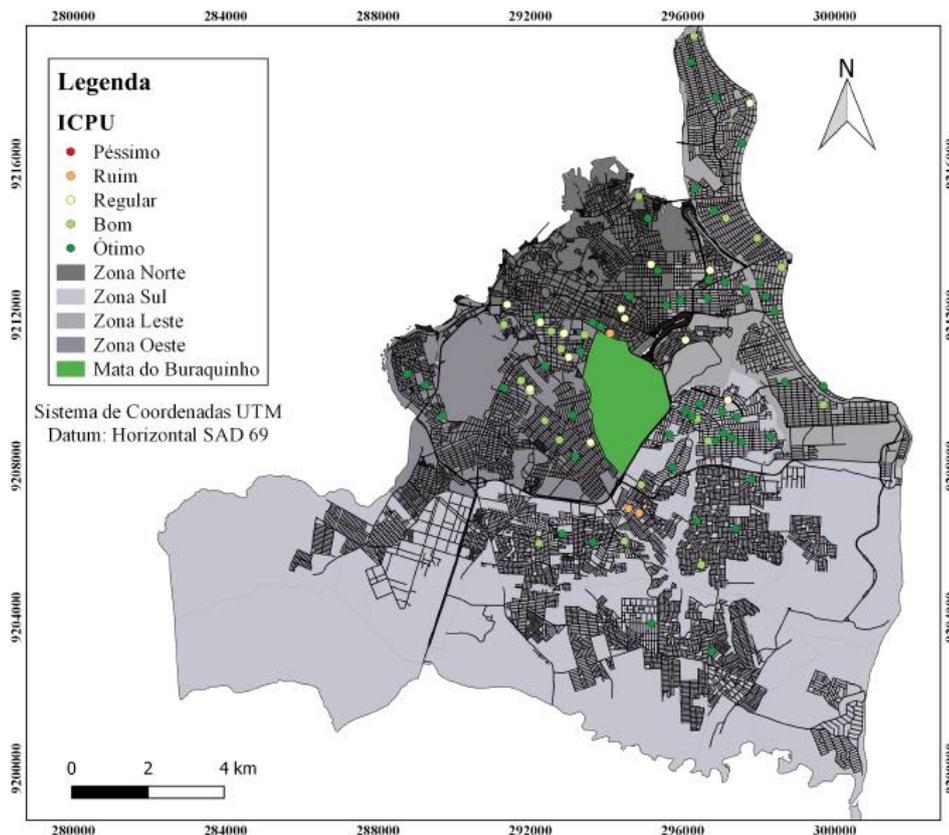


Figura 2: Distribuição espacial do ICPU na cidade de João Pessoa.

De acordo com as Tabelas 4 e 5 e as Figuras 1 e 2, pode-se constatar que o VSA e o ICPU apresentaram resultados favoráveis, onde nenhuma seção atingiu classificação “Péssimo” e mais de 60% das seções foram classificadas como “Bom” ou “Ótimo”. Avaliando-se por zonas, a que obteve pior desempenho foi a Zona Norte, apresentando menos da metade das amostras com notas superiores a 3 (Bom), além de muitas seções classificadas como “Regular”. Nesta zona está inserida a área central da cidade, que possui alta concentração de atividades comerciais e de serviços, além da presença do terminal de integração do transporte público e do terminal rodoviário da cidade.

Quando os dois métodos são comparados, é possível observar que, em geral, o VSA apresenta uma classificação mais rigorosa para a condição dos pavimentos. Enquanto o ICPU possui aproximadamente 79% das seções com notas acima de 3, o VSA possui, para este intervalo, cerca de 65% das seções. Além disso, percebe-se uma notável diferença entre os percentuais para as classificações “Bom” e “Ótimo”, onde o ICPU parece deduzir menos valores quando comparado aos resultados do VSA. Isso pode ser explicado pela própria diferença entre os métodos de avaliação. O VSA é determinado a partir do julgamento dos avaliadores, que mesmo passando por treinamento, tendem a atribuir diferentes importâncias a cada defeito, enquanto o ICPU é calculado a partir de defeitos e fatores de ponderação previamente definidos.

3.2 Drenagem superficial

Com os valores atribuídos aos indicadores de desempenho, para as sarjetas e bocas coletoras, as notas finais para a drenagem superficial foram obtidas. A Tabela 6 e a Figura 3 apresentam os resultados da drenagem nas seções avaliadas.

Tabela 6: Classificação das amostras segundo a condição da drenagem

Condição da Drenagem	Zona Norte	Zona Sul	Zona Leste	Zona Oeste	Total de Amostras
Péssima	1	7	2	3	13
Ruim	10	15	12	10	47
Regular	8	6	4	2	20
Boa	1	0	6	3	10
Ótima	1	1	3	0	5

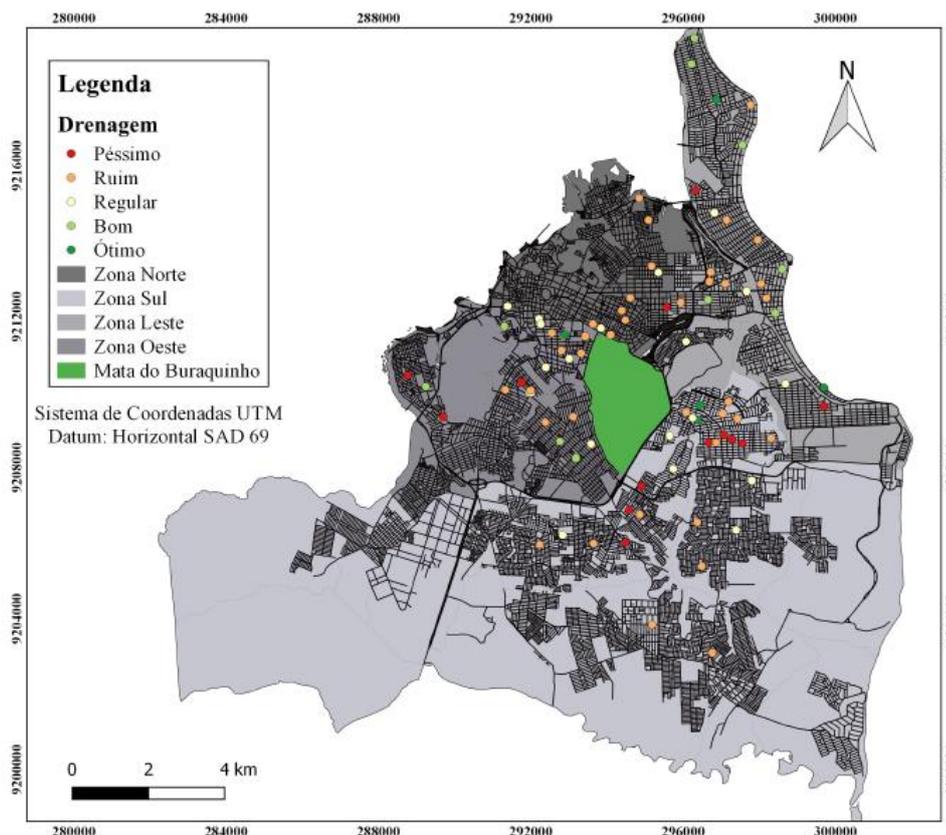


Figura 3: Condição da drenagem superficial nas seções avaliadas.

De acordo com a Tabela 6 e a Figura 3, constata-se que aproximadamente 16% das amostras atingiram condições entre “Boa” e “Ótima”, mostrando que grande parte das vias, nas seções avaliadas, não apresentam condições de drenagem adequadas para as características da rede urbana a qual pertencem. Além disso, para todas as zonas, as classificações “Ruim” ou “Péssima” representaram mais que a metade do total, tendo como destaque a Zona Sul, onde este percentual atingiu quase 76%. Embora o número de vias analisadas seja consideravelmente inferior ao total existente, ao se considerar a predominância de notas baixas e a distribuição das amostras por toda a cidade, estes dados podem ser indícios de problemas no sistema de drenagem como um todo. Além da insuficiência, há também o fato da má conservação das sarjetas e das bocas coletoras, que muitas vezes foram encontradas com sujeira e defeitos.

3.3 Calçadas

Com as notas atribuídas aos indicadores de qualidade durante as visitas, o Índice de Qualidade das Calçadas (IQC) foi calculado para a determinação da condição das calçadas. A partir dos

resultados obtidos, a Tabela 7 e a Figura 4 foram elaboradas, apresentando a classificação e a distribuição das seções avaliadas em cada zona.

Tabela 7: Classificação das amostras segundo a condição das calçadas

Condição da Calçada	Zona Norte	Zona Sul	Zona Leste	Zona Oeste	Total de Amostras
Péssima	2	1	3	2	8
Ruim	18	5	0	0	23
Regular	1	18	8	12	39
Boa	0	5	10	4	19
Ótima	0	0	6	0	6

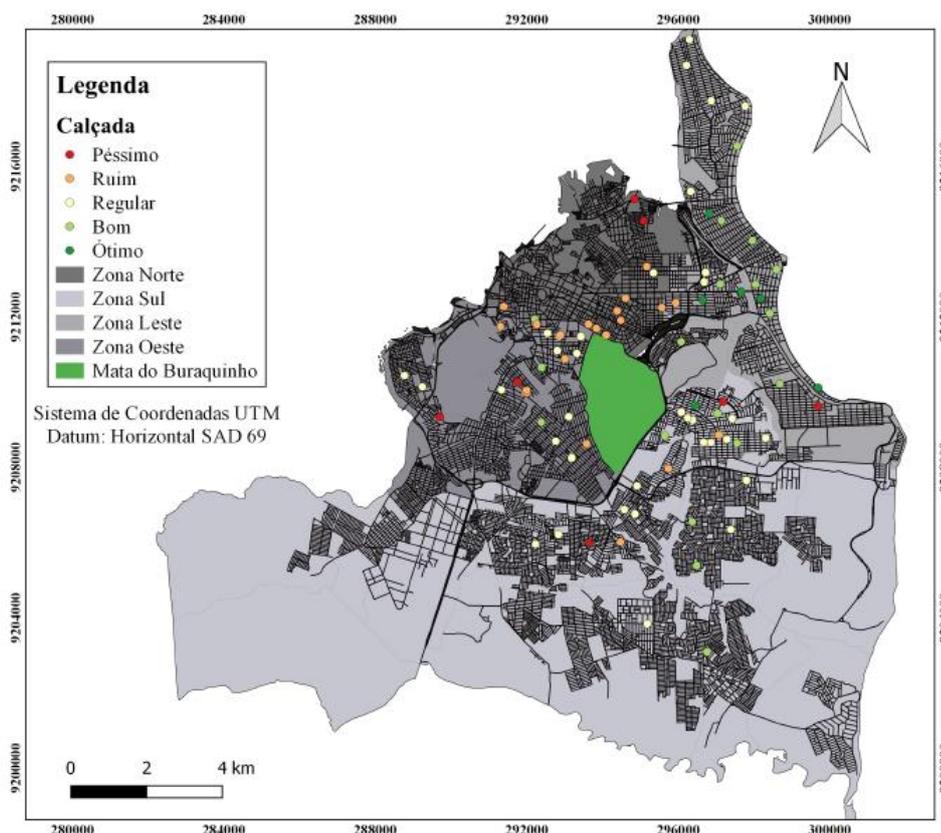


Figura 4: Condição das calçadas nas seções avaliadas.

Pela Tabela 7 e a Figura 4, pode-se constatar que apenas 6% das amostras alcançaram a condição “Ótima”, indicando que a situação das calçadas não era favorável aos usuários. Na comparação entre as quatro zonas, a que apresentou as melhores avaliações foi a zona Leste, onde aproximadamente 59% do total representam calçadas com notas acima de 3. Esta zona é composta por bairros próximos à orla marítima da cidade e concentra pontos turísticos, o que acaba por induzir a presença de melhores calçadas, com maior recorrência de manutenção.

As piores classificações foram registradas na Zona Norte, onde aproximadamente 90% das calçadas obtiveram notas abaixo de 2. Além disso, nenhuma amostra apresentou resultado satisfatório (acima de 3). Como esta é uma zona predominantemente comercial, há uma grande movimentação de pessoas e veículos durante quase todo o dia. Como causas para as más

condições encontradas, destacam-se a readequação de calçadas para fins de estacionamento e parada de veículos, além das intervenções realizadas nas calçadas, por empresas públicas e privadas, para implantação e manutenção de redes de água, esgoto, drenagem, energia, comunicação e televisiva.

3.4 Análise estatística

Com o objetivo de se inferir sobre os resultados obtidos, foram efetuados testes de hipóteses para verificar diferenças entre duas médias, ou seja:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = \Delta$$

Em que: H_0 : Hipótese nula;

μ_1, μ_2 : Médias das populações 1 e 2, respectivamente;

Δ : Valor testado da média das diferenças nas populações.

Nesse estudo, o caso considerado foi o de dados emparelhados dois a dois, com os desvios-padrão das populações conhecidos e, desse modo, resultou-se em seis comparações de médias. O procedimento consiste em fazer teste da média das diferenças das populações, que nesse caso, adotou-se da ordem de 0,5; o que corresponde à metade do intervalo de classificação (1,0) das escalas de avaliação. Dessa forma, a análise consiste em testar as seguintes hipóteses:

$$H_0: \mu_d = 0,5$$

$$H_1: \mu_d > 0,5$$

Em que: H_1 : Hipótese alternativa;

μ_d : Média da amostra das diferenças;

A rejeição de H_0 representa que a diferença entre dois itens avaliados foi maior que 0,5; ou seja, valor bem acima do que pode ser considerável como aceitável para verificação da correlação entre as populações. Desse modo, para que se tenha resultado satisfatório, a hipótese H_0 deve ser aceita, pois nesse caso, implica que existe correlação entre as populações dentro margem da média de diferenças adotada.

O teste t de *Student* pode ser aplicado à amostra das diferenças pela comparação do t experimental e o valor crítico, que é obtido em função do nível de significância (α) com $n-1$ graus de liberdade (v). A Equação 4 foi usada para o cálculo:

$$t = \frac{\bar{d} - \Delta}{s_d / \sqrt{n}} \quad (4)$$

Em que: \bar{d} : média da amostra das diferenças;

s_d : desvio-padrão da amostra das diferenças;

n : tamanho da amostra das diferenças.

A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos na análise estatística, efetuada sobre as diferenças em pares, com nível de significância (α) igual a 5% e com 94 graus de liberdade (v).

Pelos resultados da Tabela 8, pode-se dizer que a média das diferenças entre o ICPU e VSA é menor ou igual a 0,5; pois a estatística t (-0,30) foi menor que o valor crítico (1,662), o que pode representar a igualdade entre os resultados. Esse resultado era esperado, visto que o ICPU, desenvolvido para cidade de João Pessoa, foi obtido pela correlação entre valor de serventia atual e defeitos observados em 95 seções de pavimentos (Albuquerque, 2017).

Tabela 8: Análise estatística entre pavimento, drenagem superficial e calçada.

Diferenças	ICPU VSA	Calç. VSA	Dreng. VSA	Calç. ICPU	Dreng. ICPU	Dreng. Calç.
Média	0,49	1,13	1,63	1,51	1,96	1,14
Desvio padrão	0,28	0,88	0,95	1,00	1,13	0,67
Estatística <i>t</i>	-0,30	6,96	11,50	9,85	12,59	9,34
<i>Resultado</i>	<i>Aceita-se</i> <i>H₀</i>	<i>Rejeita-se</i> <i>H₀</i>	<i>Rejeita-se</i> <i>H₀</i>	<i>Rejeita-se</i> <i>H₀</i>	<i>Rejeita-se</i> <i>H₀</i>	<i>Rejeita-se</i> <i>H₀</i>

Em que: $t_{crítico} = t_{94; 5\%} = 1,662$;

Calç.: avaliação das condições da calçada; Dreng.: avaliação das condições da drenagem.

Com relação às demais diferenças entre pares, pode-se constatar que a hipótese nula foi rejeitada, pois a estatística *t* foi maior que o valor crítico (1,662) em todas as situações, o que implica dizer que as médias das diferenças é maior que 0,5.

A diferença de resultados entre a avaliação da drenagem com o VSA e o ICPU mostra sinais que a Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura (SEINFRA) pode não proporcionar a mesma atenção à manutenção e reabilitação de sarjetas e bocas de lobo, assim como para intervenções nos pavimentos, pelas operações tapa-buracos e recapeamento. Ademais, a falta de limpeza nos elementos de drenagem e as intervenções feitas nas sarjetas, por proprietários de edificações residenciais ou comerciais, de modo a permitir acesso às garagens, influenciam no resultado insatisfatória da drenagem nas seções de pavimentos avaliadas.

Quanto à diferença de resultados entre calçadas, VSA, ICPU e drenagem, é preciso destacar que, em boa parte das seções avaliadas, as calçadas são de propriedades privadas. Assim, as intervenções realizadas pela SEINFRA, para manutenção e reabilitação dos pavimentos, não implicam na realização de pavimentação e manutenção das calçadas por parte dos proprietários dos imóveis. Contudo, tais resultados podem servir ao Poder Público como parâmetros para adotar políticas de cobrança e incentivo a pavimentação e manutenção de calçadas e passeios.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu avaliar as condições de elementos do sistema viário de João Pessoa, mostrando que, em relação ao pavimento, as seções com nota acima de 3 representam mais de 60% do total, para o VSA e o ICPU. Embora existam diferenças entre os resultados obtidos em cada zona, o resultado geral pode ser considerado satisfatório, já que a maioria das seções apresentaram bom ou ótimo estado de conservação. Sobre a relação entre VSA e ICPU, apesar do índice ter resultado em notas maiores que a avaliação subjetiva, a análise estatística mostrou que pode existir igualdade entre os dois métodos, reiterando a importância de se ter um índice que corresponda às condições do local onde será utilizado.

Sobre a drenagem superficial, os resultados mostram que a situação encontrada é preocupante, pois apenas 15 das 95 seções avaliadas apresentaram boas condições. O teste de hipóteses mostrou que existem diferenças entre as avaliações da drenagem e do pavimento, permitindo concluir que as atividades de M&R na drenagem superficial são deficientes. Embora as seções avaliadas representem uma pequena extensão das vias, os resultados correspondem a uma situação aproximada da drenagem superficial como um todo, demonstrando a insuficiência de sarjetas e bocas coletoras para atender a demanda, além do mau estado de conservação das

mesmas. Ainda assim, como foram avaliados apenas elementos da drenagem superficial, é necessário um estudo mais aprofundado sobre o sistema de drenagem das vias, de modo a analisar quais medidas corretivas se adequam à situação geral encontrada.

Em relação às calçadas, a predominância de seções com notas baixas também é notável, com essas representando mais de 70% do total. Assim como na drenagem, a análise estatística mostrou que existem diferenças entre os resultados obtidos por calçadas e pavimentos, evidenciando as divergências na gerência dos dois elementos. Diante da importância das calçadas para os deslocamentos das pessoas, a ação conjunta entre poder público e proprietários se faz necessária, possibilitando o desenvolvimento de um programa de construção, manutenção e reabilitação desses elementos, permitindo obter melhores níveis de serviço.

Durante a análise de resultados, o uso do Sistema de Informações Geográficas se mostrou como uma ferramenta de grande valor para armazenar, manipular e visualizar os dados, com a criação de mapas temáticos para observação dos mesmos, reiterando a capacidade do sistema em auxiliar a gerência da infraestrutura urbana da cidade.

AGRADECIMENTOS

À Capes e CNPq, pela concessão de auxílio financeiro em forma de bolsas de estudo, e a todos aqueles que contribuíram para a coleta de dados, sem os quais não seria possível a realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, T. P. (2017) “Índice de condição baseado em defeitos superficiais para gerência de pavimentos urbanos” Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB.
- Albuquerque, T. P.; L. Q. L. Oliveira; R. de S. Medeiros; L. M. B. de Moraes; L. M. de Oliveira e R. A. de Melo (2017) Análise comparativa de índices para avaliação da condição de pavimento urbanos. *Anais do XXXI Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte*, ANPET, Recife, v. 1, p. 1176-1187.
- Blair, C. W.; E. G. Bates Jr. e D. M. Drevinsky (1987) Pavement Management for Low-Volume Roads. *Transportation Research Record 1106*.
- DNIT (2003) *DNIT 009/2003 - PRO Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento*. Rio de Janeiro.
- DNIT (2011) *Manual de Gerência de Pavimentos*. Rio de Janeiro.
- Ferreira, M. A. G.; S. da P. Sanches (2001) Índice de qualidade das calçadas - IQC. *Revista dos Transportes Públicos*, ANTP, ano 23, p. 47-60.
- FHWA (2003) *Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program*. Publication N° FHWA-RD-03-031. Federal Highway Administration, Department of Transportation.
- Kiema, J. B. K. e J. M. Mwangi (2009) A Prototype GIS-based Road Pavement Information and Management System. *Journal of Civil Engineering Research and Practice*. v. 6, n.1.
- Marović, I.; I. Androjić; N. Jajac e T. Hanák (2018) Urban Road Infrastructure Maintenance Planning with Application of Neural Networks. *Complexity*. v. 2018, p. 1-10.
- Melo, R. A. e H. L. Pereira (2004) Avaliação da Condição dos Pavimentos, Drenagem e Calçadas da Cidade do Recife. *Anais da 35ª Reunião Anual de Pavimentação*, ABPV, Rio de Janeiro.
- Oliveira, A. V. M. e F. A. Turolla (2013) Financiamento da infraestrutura de transportes. *Journal of Transport Literature*. v. 7, n. 1, p. 103-126.

Rafaela de Sousa Medeiros (Estudante de graduação, imrafaela_@hotmail.com)

Tairone Paz e Albuquerque (Engenheiro civil, taironepz@gmail.com)

Lucas Matheus Bezerra de Moraes (Estudante de graduação, lucas.moraes@outlook.com)

Lucas Giovanni Costa de Araújo e Araújo (Estudante de graduação, lucasgiovannic@hotmail.com)

Ricardo Almeida de Melo (Professor orientador, ricardo@ct.ufpb.br)

Universidade Federal da Paraíba/Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental/Campus I – João Pessoa/PB.