



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE  
NÚCLEO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

SAULO BARBOSA SOARES SANTOS LINS

**PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO: estudo de caso das patologias encontradas no bairro Demóstenes Veras localizado na cidade de Caruaru-PE**

Caruaru

2022

SAULO BARBOSA SOARES SANTOS LINS

**PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO: estudo de caso das patologias encontradas no bairro Demóstenes Veras localizado na cidade de Caruaru-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

**Área de concentração:** Estradas e Transportes

**Orientadora:** Profa. Dra. Shirley Minnell Ferreira de Oliveira

Caruaru

2022

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, por ter me guiado e dado forças para continuar durante toda essa jornada da graduação que está chegando ao fim, tenho certeza que sem Ele nada disso seria possível. Agradeço aos meus pais, Silvano e Givanilda por todo o suporte dado e pela confiança depositada em mim durante esses anos de graduação, aos meus irmãos, Sibelle e Sávio, por toda paciência, união e pela convivência durante as semanas que passamos juntos no apartamento 903A em Caruaru-PE, tenho certeza que nunca iremos esquecer os momentos vividos ali.

Agradeço a minha namorada, Amanda Rayane, por todo o apoio, companheirismo e compreensão durante os últimos períodos da graduação, sua ajuda foi essencial para a conquista desse sonho. Agradeço também a minha família em geral, que de alguma forma ajudou durante esse processo e na finalização desse ciclo da minha vida.

Aos amigos que fiz na caminhada acadêmica, a convivência no campus, e toda a experiência trocada e adquirida levarei para o resto da vida. Agradeço a Universidade Federal de Pernambuco por ter disponibilizado as ferramentas necessárias para chegar até esse final de ciclo, e por fim, a todos os professores que tive durante esses períodos da graduação por todo conhecimento repassado.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AGETOP	Agência Goiana de Transportes e Obras Públicas
AMMOC	Associação dos Municípios do Meio Oeste Catarinense
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DNER	Departamento Nacional de Estradas e Rodagens
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
IPR	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
LVC	Levantamento Visual Contínuo
PE	Pernambuco

## **Pavimentação em paralelepípedo: estudo de caso das patologias encontradas no bairro Demóstenes Veras localizado na cidade de Caruaru-PE**

### **Cobblestone Paving: case study of pathologies found in the Demóstenes Veras neighborhood located in the city of Caruaru-PE**

**Saulo Barbosa Soares Santos Lins<sup>1</sup>**

---

#### **RESUMO**

A utilização de blocos de paralelepípedo é bastante recorrente em obras de pavimentação de ruas desde os séculos passados. Esse método de pavimentação de vias urbanas possui um processo construtivo através do assentamento de pedras sobre uma camada formada por agregados miúdos possuindo granulometria bem definida, rejuntadas com argamassa de cimento e areia formando um conjunto bastante resistente. Entretanto, é recorrente o surgimento de patologias ao longo do tempo nesses pavimentos devido principalmente à falta de manutenções preventivas periódicas que são necessárias para o bom funcionamento das vias. Visto isso, os pavimentos revestidos com paralelepípedos das vias da cidade de Caruaru-PE vêm apresentando vários defeitos, fatores como a chuva, variações de temperatura, ações devido a cargas móveis, problemas de gerenciamento e execução da obra, juntamente com as propriedades mecânicas do solo são problemas que podem estar danificando a estrutura das vias. Contudo, visando essa atual problemática na infraestrutura viária do município, esse trabalho tem como objetivo estudar as patologias presentes na pavimentação em blocos de paralelepípedo do município de Caruaru-PE, mais precisamente no bairro Demóstenes Veras. O estudo foi dividido em 4 etapas desde o levantamento dos dados, o estudo do caso, o diagnóstico das possíveis causas até proposições de soluções para as patologias encontradas, em que foi possível constatar patologias recorrentes como juntas sem revestimentos, formação de “panelas”, afloramento de material argiloso e de vegetação na camada de rolamento das vias estudadas. Contudo, para a correção e o melhoramento das condições da via foi proposto a construção de uma rede de drenagem de águas pluviais, o reforço nas camadas de suporte do pavimento, juntamente com fiscalizações durante os processos corretivos para assim solucionar os problemas e trazer benefícios na circulação dos veículos e pedestres que frequentam a localidade.

---

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: saulo.sbs@hotmail.com

**Palavras-chave:** pavimentação; paralelepípedo; vias; patologias.

---

## **ABSTRACT**

The use of cobblestone blocks is quite recurrent in street paving works since the past centuries. This method of paving urban roads has a constructive process through the laying of stones on a laying layer formed by fine aggregates with well-defined granulometry, grouted with cement and sand mortar, forming a very resistant set. However, the emergence of pathologies over time on these pavements is recurrent, mainly due to the lack of periodic preventive maintenance that is necessary for the proper functioning of the roads. In view of this, the pavements covered with cobblestones of the roads of the city of Caruaru-PE have been presenting several defects, factors such as the action of sunlight, rain, temperature variations, actions due to mobile loads, problems of management and execution of the work, together with the mechanical properties of the soil are problems that may be damaging the structure of the roads. However, aiming at this current problem in the city's road infrastructure, this work aims to study the pathologies present in the paving in cobblestone blocks in the city of Caruaru-PE, more precisely in the Demóstenes Veras neighborhood. The study was divided into 4 stages, from data collection, case study, diagnosis of possible causes to propositions of solutions for the pathologies found, in which it was possible to verify recurrent pathologies such as joints without coatings, formation of "pans", outcrop of clay material and vegetation in the road surface of the studied roads. However, for the correction and improvement of the road conditions, it was proposed the construction of a rainwater drainage network, the reinforcement of the pavement support layers, together with inspections during the corrective processes to solve the problems and bring benefits in the circulation of vehicles and pedestrians that frequent the locality.

**Keywords:** paving; paralelepiped; ways; pathologies.

---

**DATA DE APROVAÇÃO:** 03 de Novembro de 2022.

---

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento econômico e populacional das cidades nos últimos anos ocasionou um grande aumento da necessidade de deslocamentos da frota de veículos em vias urbanas. Como consequência, provocou uma crescente expansão da pavimentação dos logradouros, bem como o desenvolvimento de novas técnicas de pavimentação, as cidades foram migrando dos antigos métodos de calçamento das ruas para a pavimentação flexível que se conhece hoje (AGETOP, 2016).

No entanto, grande parte dessas vias se encontram em condições precárias de uso devido a problemas durante a sua execução ou pela falta de manutenção periódica. Vale destacar que a rua é um elemento urbano que deve ser interpretado como suporte de múltiplos usos, é um dos elementos fundamentais para a circulação de veículos e pedestres. Com a ausência de infraestrutura desse importante componente traz consigo problemas estruturais devido a possíveis falhas no processo construtivo.

Pavimento de uma rodovia é a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaco considerado teoricamente como infinito - a infra-estrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito (IPR, 2006).

Analisando os serviços básicos para o funcionamento de uma sociedade, a pavimentação das vias urbanas se destaca como um dos pontos principais para o desenvolvimento social e econômico de uma cidade. O deslocamento de um local para o outro, utilizando as ruas e rodovias fazem parte da infraestrutura urbana e precisam de investimentos por partes dos gestores públicos para o crescimento dos centros urbanos. Portanto, é importante realizar ações recorrentes para melhorar o estado que se encontram as vias do nosso país, sendo necessário análises de capacidade de cargas que serão exercidas pelos veículos, estudo das tensões no solo, escolha dos materiais que irão ser utilizados, além de um controle de qualidade durante o processo de construção, entre outros fatores que precisam ser levados em consideração.

Os pavimentos possuem um ciclo de vida útil, e as solicitações intensas do tráfego se acarretam em manifestações patológicas, tanto nas vias rodoviárias, como nas vias urbanas. As atividades de recuperação e restauração nas vias urbanas vem crescendo nos últimos anos. Com isso o principal desafio enfrentado pela maioria das prefeituras municipais está relacionado ao volume de recursos financeiros disponíveis que, na maioria das vezes, são insuficientes para manter a rede pavimentada em boas condições de uso.

Assim, a manutenção do Pavimento se constitui no conjunto de operações que são desenvolvidas objetivando manter ou elevar, a níveis desejáveis e homogêneos, as Características Gerais de Desempenho - segurança, conforto e economia do Pavimento, considerando globalmente todos os componentes de Rodovia (DNIT, 2006).

A utilização de paralelepípedo na pavimentação é menos agressiva ao meio ambiente, e possui um processo de fácil execução e manutenção se comparado com o uso de pavimentos rígidos. Um ponto muito importante na escolha de paralelepípedos como revestimento nas vias é em relação à permeabilidade do calçamento (quando sem rejuntamento) que facilita a infiltração das águas pluviais, evitando alagamentos.

Embora a pavimentação urbana tenha experimentado um crescente aumento nas últimas décadas, existe ainda, em nosso país, um enorme déficit da mesma, com uma expressiva quantidade de cidadãos que não possuem tal benefício. Como principais fatores, geradores de déficit, dois merecem destaque, sendo eles: o crescimento desordenado dos municípios, reflexo da falta de um plano diretor bem definido, de boas políticas públicas e da falta de fiscalização do poder público (AGETOP, 2016).

O Projeto de pavimentação tem por finalidade definir as espessuras das camadas do pavimento, o tipo de pavimento, o tipo de material a ser empregado, de acordo com o tipo de material existente no subleito, bem como a topografia da região (AMMOC, 2020).

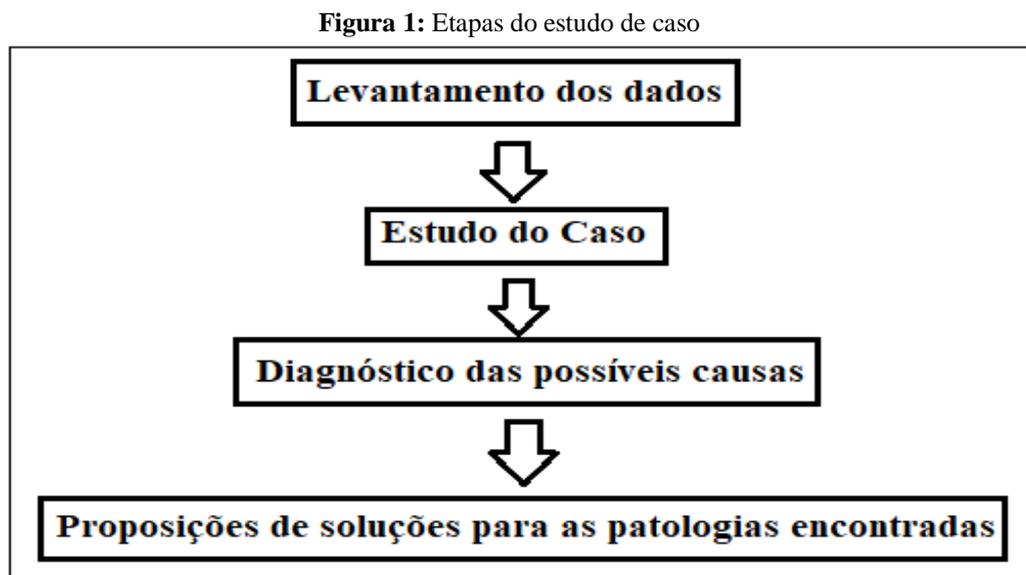
O dimensionamento correto de um pavimento é de fundamental importância para a prevenção de possíveis patologias no decorrer do tempo, o objetivo é conceber uma estrutura destinada economicamente a resistir e distribuir ao subleito as cargas verticais vindas dos veículos proporcionando boas condições de rolamento gerando economicidade, comodidade e segurança.

Segundo Reis (2009) os defeitos que atingem o pavimento flexível estão diretamente ligados com a deterioração dos materiais que constituem. Isso ocorre devido à má execução, ação intensa de veículos e projetos na maioria das vezes inadequados. Os veículos mais pesados geram tensões superficiais maiores que os veículos leves, sendo este, um dos fatores que contribuem no surgimento de patológicas.

Dessa forma, a elaboração deste trabalho tem como objetivo analisar as patologias encontradas no pavimento das ruas do bairro Demostenes Veras, visando identificar as causas e trazer as possíveis soluções para a problemática em estudo. Melhorando a mobilidade urbana da cidade e facilitando o deslocamento de veículos e pessoas que utilizam o perímetro urbano.

## 2 METODOLOGIA

Neste trabalho, realizou-se a análise de um estudo de caso para a verificação das patologias encontradas em um levantamento realizado no bairro Demóstenes Veras, que fica localizado no município de Caruaru-PE. O estudo foi dividido em quatro etapas, a Figura 1 especifica cada passo seguido durante o processo.



Fonte: Autor (2022)

Na primeira etapa do estudo foi feita a visita ao local para o levantamento e coleta dos dados em campo. O método LVC (Levantamento Visual Contínuo) foi utilizado para a avaliação dos defeitos do pavimento, essa técnica tem como objetivo analisar a condição da superfície a partir de exame visual e contínuo dos defeitos observados. Vale ressaltar que esse tipo de método é usado pelo DNER (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens) e também pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) nas análises das condições dos pavimentos flexíveis. O objetivo é avaliar os defeitos superficiais do pavimento, tais como: painéis, juntas sem revestimento, desgastes, como também, a ocorrência e a frequência das patologias.

Nessa etapa foi possível realizar medições com o auxílio de uma trena métrica visto o objetivo de obter as áreas dos locais que se encontravam com defeitos no pavimento e a identificação das patologias, os dados foram anotados em uma caderneta com os respectivos dados arrecadados. Com a ajuda de um aparelho celular foi possível obter os registros fotográficos dos locais para uma melhor visualização e entendimento da problemática durante o estudo do caso.

Vale salientar que essa primeira etapa foi uma das mais importantes do estudo, pois possibilitou obter todas as informações necessárias para a análise das patologias encontradas e assim realizar uma verificação técnica dos problemas.

Portanto, foi realizado um levantamento quantitativo com as respectivas dimensões, comprimento e largura, das patologias encontradas, definindo os logradouros que se encontram o defeito juntamente com as fotografias tiradas durante o percurso. As ruas analisadas foram: Rua Nova Brejo, Avenida Nova Recife, Rua Nova Camocim de São Félix, Rua Nova Toritama, Rua Catende, Rua Nova Cupira, Rua Agrestina e Rua Nova Caruaru.

Na segunda etapa do processo realizou-se o estudo do caso, foi feita uma revisão geral dos dados coletados, com o auxílio de uma planilha elaborada com o software Excel. Foi possível realizar uma análise quantitativa dos pavimentos das vias do bairro em relação aos defeitos encontrados, elaborando também nessa etapa um relatório fotográfico com todas as fotos retiradas durante o levantamento contendo as ruas e as dimensões das patologias identificadas.

A Figura 2 mostra uma parte da planilha elaborada contendo o nome da rua, o comprimento, a largura, a área, uma foto ilustrando cada patologia encontrada e a identificação de cada uma delas.

**Figura 2:** Planilha Excel elaborada durante a etapa do estudo do caso

Nome da rua	Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Foto	Patologias identificadas
Rua Nova Brejo	8,00	2,80	22,4		. Painelas; . Juntas sem revestimento.
Rua Nova Recife	16,00	6,00	96		. Painelas; . Juntas sem revestimento.
	8,00	5,50	44		. Painelas; . Juntas sem revestimento.
	3,60	3,40	12,24		. Painelas; . Juntas sem revestimento; . Afloramento de material argiloso.

**Fonte:** Autor (2022)

Para uma melhor visualização e entendimentos dos dados coletados, a planilha completa se encontra no APÊNDICE A. Vale ressaltar, que nessa etapa também foram construídos gráficos que auxiliaram no entendimento e análise do estudo.

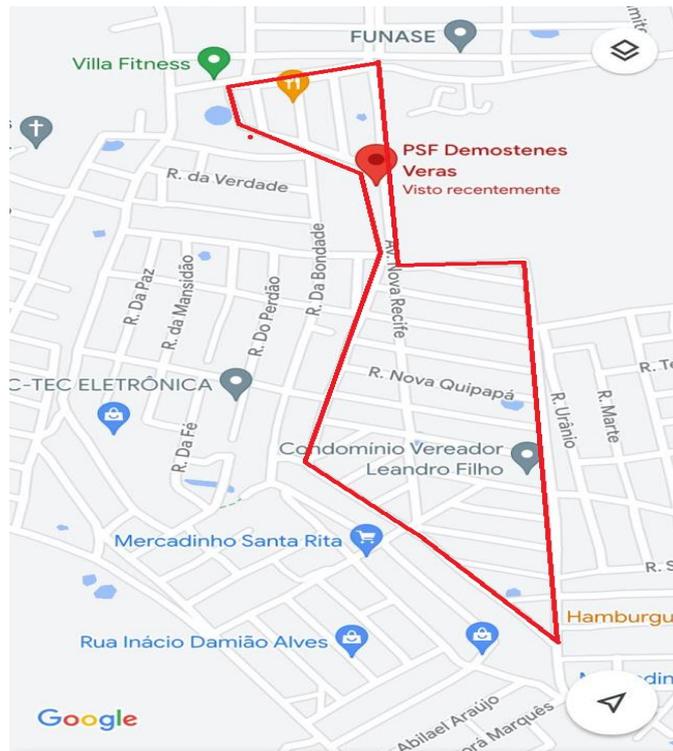
Assim, os dados coletados serviram para a realização de uma análise em que foi possível listar todas as patologias encontradas durante o percurso nas ruas do bairro. É por meio do levantamento quantitativo que foram determinados e especificados os passos para o levantamento das possíveis causas e a elaboração de soluções para a correção dos problemas encontrados, ou seja, é uma análise muito importante para o planejamento e execução das medidas que serão adotadas posteriormente.

Na terceira etapa foi realizado uma listagem das possíveis causas que levaram a ocorrência daquela determinada patologia, fatores físico-químicos que interferiram na estrutura, o tipo de solo que abrange aquela área, falhas no dimensionamento do pavimento devido à falta de estudos de tráfego na região, falta de fiscalização durante o processo construtivo, qualidade dos materiais utilizados, entre outros aspectos que foram analisados.

E por fim, na última etapa realizou-se uma avaliação com a elaboração de proposições de soluções para os defeitos encontrados no pavimento das vias do bairro, levando em consideração a quantificação da extensão do problema e a identificação de eventuais padrões de manifestação.

## **2.1 Descrição da localidade**

O bairro em estudo fica localizado na cidade de Caruaru-PE, e obteve um significativo crescimento nos últimos dez anos. Vale salientar, que o município vem passando por uma importante transformação social e urbana, principalmente nas periferias, devido a isso, o bairro em estudo está em constante desenvolvimento. Investimentos em saúde foram aplicados com a construção da nova Unidade de Saúde da Família (USF) que atende mais de 9000 pessoas tanto da localidade como de bairros vizinhos. Durante a visita ao bairro Demóstenes Veras, realizado na etapa de levantamento de dados, verificou-se a necessidade do estudo sobre as causas das patologias que acometem a camada de rolamento do pavimento. A Figura 3 mostra a localização do bairro e seus limites territoriais vistos pelo Google Maps.

**Figura 3:** Localização do bairro

Fonte: Google Maps (2022)

Devido a isso, utilizou-se uma metodologia quantitativa para uma análise mais precisa e sistêmica dos fenômenos observáveis através da coleta das informações na localidade. Portanto, para uma melhor compreensão e entendimento do estudo, é necessário classificar a estrutura dos pavimentos e as camadas de suporte que compõem a pavimentação.

## 2.2 Classificação dos Pavimentos

Para SOUZA (1980), o pavimento é uma estrutura construída após a terraplanagem por meio de camadas de vários materiais de diferentes características de resistência e deformabilidade. Esta estrutura assim constituída apresenta um elevado grau de complexidade no que se refere ao cálculo das tensões e deformações.

De acordo com o manual de pavimentação do DNIT (2006), os pavimentos são classificados em três categorias: os pavimentos flexíveis, semi-rígidos e rígidos.

– Flexível: aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas e com pressões concentradas. Exemplo típico: pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica.

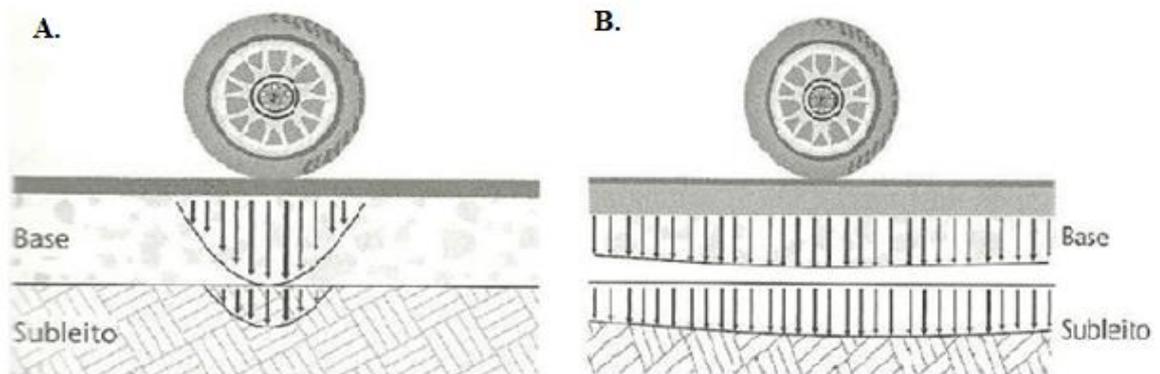
– Semi-Rígido: caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.

– Rígido: aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Segundo Bernucci et al. (2010), o revestimento constituído por placas de concreto de cimento Portland possui elevada rigidez em relação às camadas inferiores e espessura fixa em função da resistência à flexão das placas, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado.

O comportamento dos pavimentos em relação a deformabilidade quando estão submetidos aos esforços oriundos do tráfego de veículos, segundo Balbo (2007), é representado pela Figura 4.

**Figura 4:** Deformabilidade dos pavimentos

**A.** Pavimento Flexível    **B.** Pavimento Rígido



**Fonte:** Balbo (2007)

Vale ressaltar, que o bairro em estudo possui um pavimento flexível constituído em sua camada de rolamento por blocos de paralelepípedo que, segundo a TECPAR (2013), facilita a dispersão do calor pelo fato de refletir a luz e possui um processo de execução mais rápido se comparado com outros tipos de pavimentos. Visto isso, é necessário entender as camadas que compõem a estrutura da pavimentação para a realização das análises das patologias no bairro.

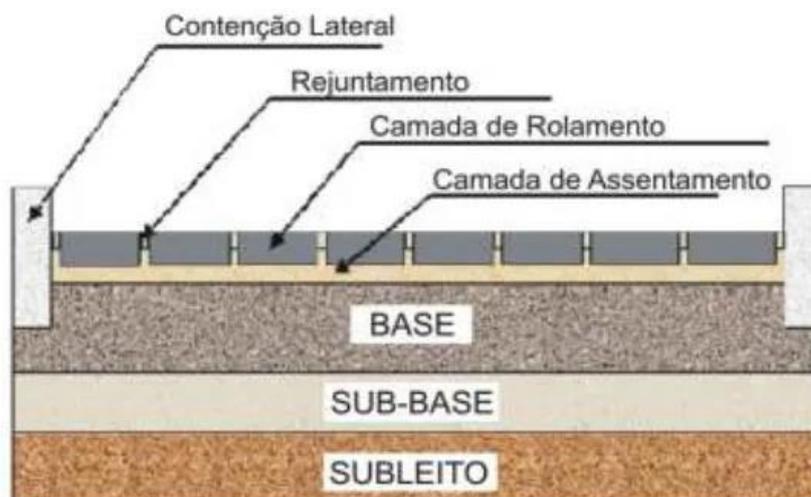
### 2.3 Camadas constituintes dos pavimentos

Segundo o DNER (2017), o pavimento é constituído pelas seguintes camadas:

- Subleito: maciço de terra que serve de fundação para o pavimento ou revestimento;
- Reforço de subleito: camada granular do pavimento executada com o objetivo de melhorar a capacidade de suporte de carga do subleito e de reduzir espessura da sub-base;
- Sub-base: camada corretiva do subleito e complementar à base, com as mesmas funções desta, e executada quando, por razões de ordem econômica, for conveniente reduzir a espessura de base;
- Base: camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os ao subleito, e sobre a qual se constrói o revestimento;
- Revestimento: camada mais acima do pavimento, que recebe diretamente as ações verticais e horizontais dos veículos, e destinada a melhorar as condições do rolamento quanto ao conforto e segurança.

A Figura 5 mostra de forma mais detalhada a estrutura dos pavimentos evidenciando todas as camadas constituintes que servem para suportar e transferir as cargas oriundas da superfície.

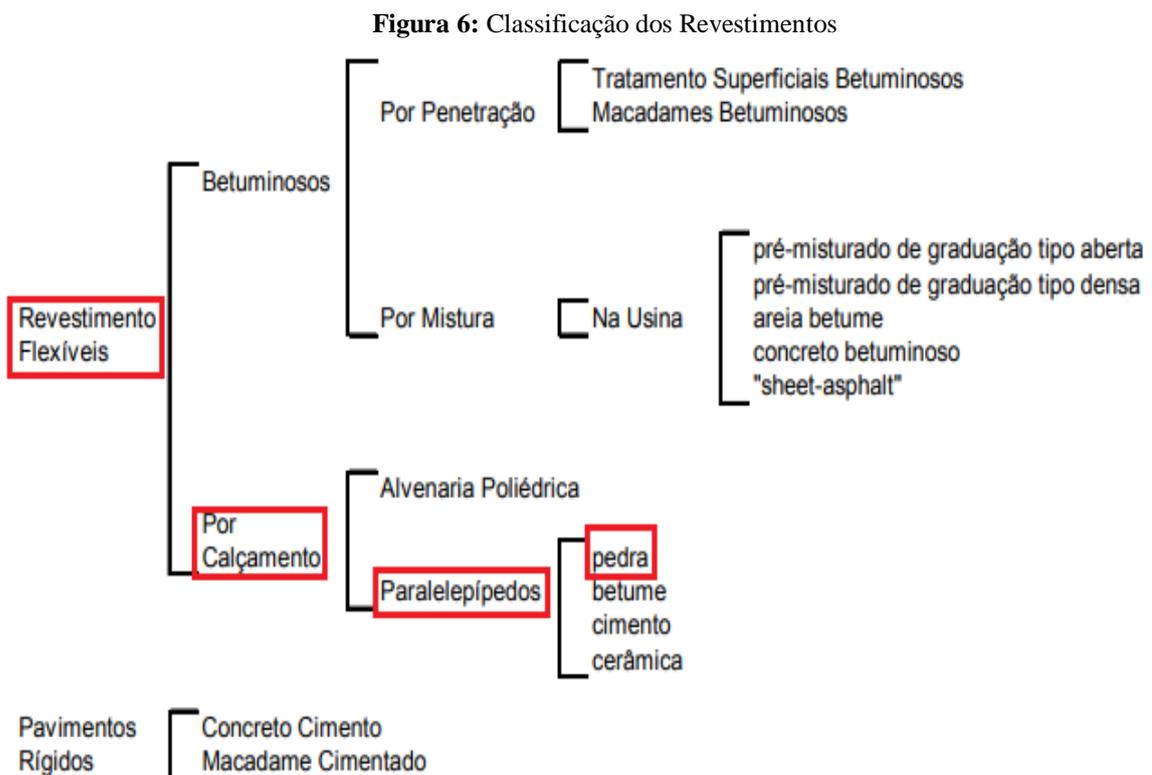
**Figura 5:** Camadas do pavimento em blocos de paralelepípedo



Fonte: T&A Blocos e Pisos (2010)

## 2.4 Classificação dos revestimentos

Os revestimentos que recebem diretamente as cargas oriundas dos veículos que frequentam a via, podem ser classificados segundo o DNIT (2006), de acordo com o diagrama apresentado na Figura 6. Em destaque, o bairro em estudo possui pavimento flexível com revestimento em paralelepípedos.



**Fonte:** Manual de Pavimentação-DNIT (2006)

Os paralelepípedos são constituídos por blocos regulares, assentados sobre um colchão de regularização formado por um material granular bem definido. As juntas podem ser preenchidas com o próprio material do colchão de regularização, pedrisco, materiais ou misturas betuminosas ou com argamassa de cimento Portland, enquanto que os blocos podem ser fabricados de diversos materiais sendo os mais usuais constituídos de blocos de granito, gnaiss ou basalto. Contudo, de acordo com as informações apresentadas foi possível realizar cada etapa do estudo nas vias do bairro.

---

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa do estudo foi a coleta dos dados durante a visita técnica ao local, em que foi possível ter uma dimensão da problemática que agrava as ruas do bairro Demóstenes Veras. O surgimento de “panelas”, que é uma cavidade que se forma na camada de rolamento devido ao desgaste de partes do revestimento, são ocasionadas devido à ação do tráfego de veículos, presença de água e pela falta de fiscalização durante o processo construtivo, foi um defeito bastante encontrado no bairro em estudo.

A Figura 7 mostra o primeiro logradouro visitado, Rua Nova Recife, a foto evidencia o estado que se encontra as ruas do bairro destacando as patologias que afetam o local. O acúmulo de água ao longo da via, obstrução da linha d`água, juntamente com a falta de limpeza e a falta do meio-fio é a situação atual que se encontra as ruas da localidade.

**Figura 7:** Patologias encontradas na Rua Nova Recife



**Fonte:** Autor (2021)

Na rua Agrestina foi encontrada uma situação bastante parecida com a rua Nova Recife, grandes patologias se formaram ao longo da via, o aparecimento de “panelas” e juntas sem revestimentos estão presentes no pavimento dificultando assim o tráfego de veículos e pedestres. Durante a coleta dos dados ficou evidente a série de problemas que estão presentes no bairro, juntamente com a falta de infraestrutura urbana e o descaso por parte do órgão público municipal nessa área. A Figura 8 mostra a patologia encontrada na rua Agrestina.

**Figura 8:** Patologia encontrada na Rua Agrestina



**Fonte:** Autor (2021)

Nas interseções entre as ruas do bairro foi encontrado vários problemas estruturais no calçamento, o não funcionamento da linha d'água devido, a sujeira presente na via, o lixo acumulado nas calçadas, a falta de limpeza urbana nesses locais, juntamente com o deslocamento das pedras de paralelepípedo devido ao tráfego de veículos pesados, faz com as peças se desloquem de modo que os materiais das camadas subjacentes ascendam a superfície, fez com que agravasse ainda mais a situação. A Figura 9 mostra a rua Nova Caruaru evidenciando os problemas citados.

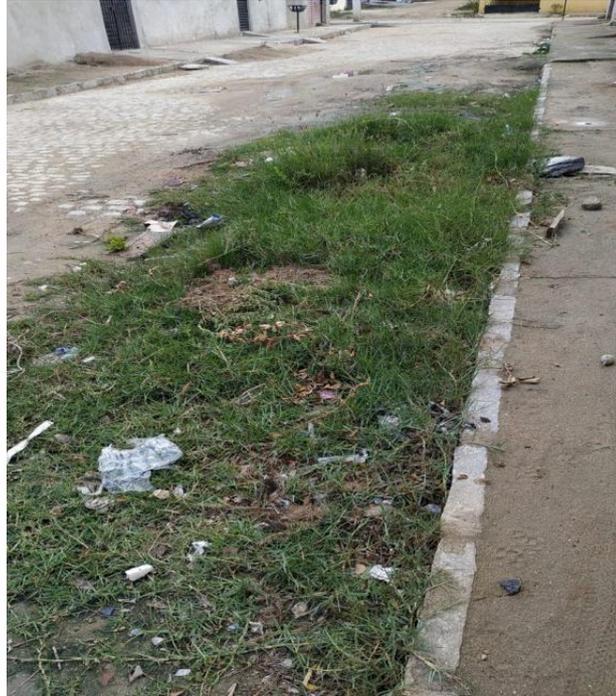
**Figura 9:** Patologia encontrada na Rua Nova Caruaru



**Fonte:** Autor (2021)

Outro ponto observado foi o aparecimento da vegetação advinda das camadas de suporte do pavimento, chegando até a superfície da camada de rolamento, a Figura 10 mostra a situação encontrada na rua Nova Toritama.

**Figura 10:** Vegetação na superfície de rolamento na Rua Nova Toritama

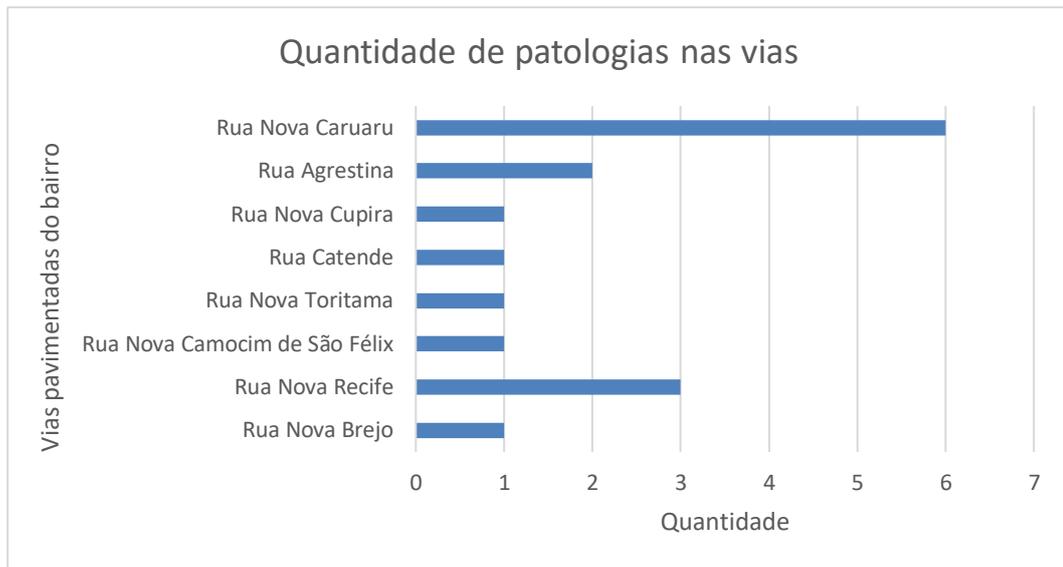


**Fonte:** Autor (2021)

Durante o levantamento dos dados no bairro ficou constatado a necessidade de uma análise para diagnosticar as possíveis causas que estão afetando o pavimento do bairro assim como sugerir algumas soluções para tentar mitigar o surgimento dessas patologias.

### **3.1 Estudo do caso**

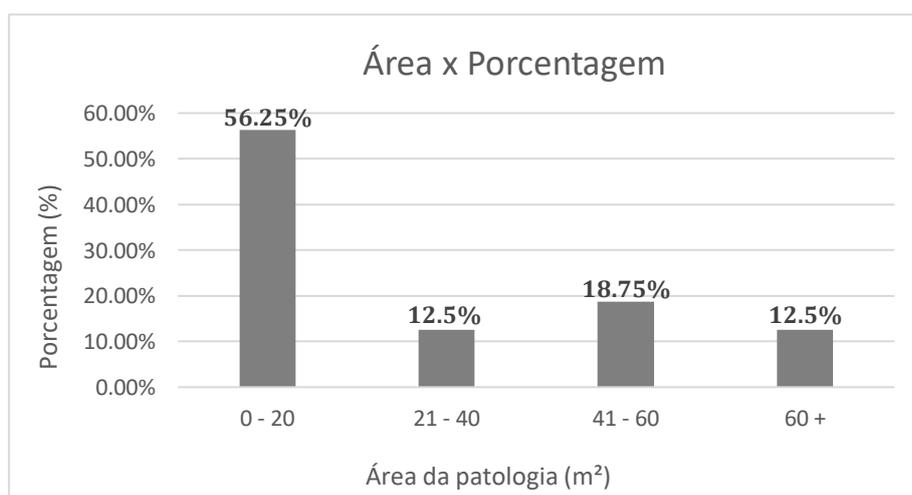
Esta etapa foi de fundamental importância para a análise dos dados coletados, com a elaboração da planilha foi possível listar todas as patologias encontradas nas vias pavimentadas do bairro em estudo. Visto isso, foi gerado um gráfico da quantidade de patologias relacionando a cada logradouro que foi visitado durante a etapa anterior. A Figura 11 mostra o gráfico obtido a partir do levantamento dos dados. Analisando o gráfico gerado, fica evidente quais são as ruas que apresentaram mais patologias durante o estudo.

**Figura 11:** Quantidade de patologias nas vias pavimentadas do bairro

Fonte: Autor (2022)

Em destaque, a rua Nova Caruaru apresentou um total de 6 defeitos na sua camada de rolamento, evidenciando o logradouro que mais precisa de reparos e manutenções para o melhoramento de suas condições de tráfego. Em seguida, a rua Nova Recife vem logo atrás totalizando 3 defeitos durante as observações em campo, a rua Nova Agrestina com 2 defeitos e as demais ruas do estudo foram identificadas 1 defeito cada.

Com as informações coletadas na etapa de levantamento de dados, foi elaborado também um gráfico área x porcentagem para a análise das variações das dimensões levantadas melhorando o entendimento dos defeitos que afetam o bairro. O gráfico da Figura 12 mostra os resultados plotados destacando que mais de 50% das patologias encontradas possuem uma área de até 20 m<sup>2</sup>.

**Figura 12:** Gráfico Área x Porcentagem

Fonte: Autor (2022)

Vale ressaltar que o gráfico foi gerado levando como base a planilha quantitativa que esse encontra no APÊNDICE A. A análise desses resultados mostra a gravidade da situação que se encontra as vias do bairro em estudo, em que são necessárias medidas corretivas e de manutenções no local.

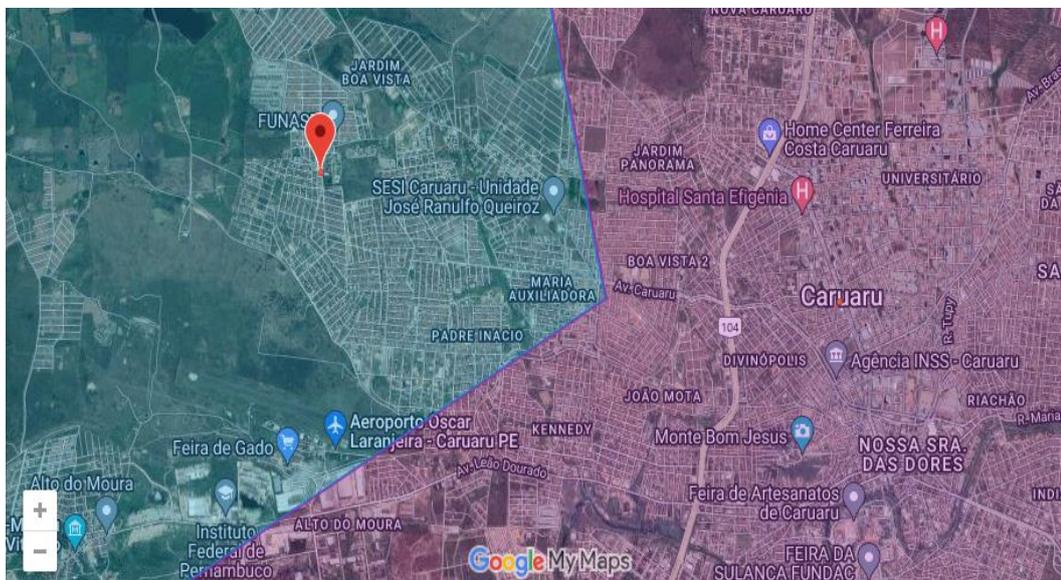
### 3.2 Diagnóstico das possíveis causas

Depois da elaboração e do estudo da planilha dos dados coletados, que serviu como base para a análise da problemática que se agrava nas ruas do bairro, foi possível realizar um diagnóstico das possíveis causas. A primeira hipótese levantada foi o tipo de solo que o município de Caruaru-PE se encontra. Segundo Holanda (1988) solo, do latim solum, o material da crosta terrestre, não consolidado, que ordinariamente se distingue das rochas, de cuja decomposição em geral provêm, por serem suas partículas desagregáveis pela simples agitação dentro da água. Geologicamente, define-se solo como o material resultante da decomposição das rochas pela ação de agentes de intemperismo. A Figura 13 mostra os tipos de solo que abrangem o município de Caruaru-PE.

**Figura 13:** Tipo de solo predominante no bairro

**A.** Neossolo Litólico (RL)

**B.** Planossolo Háplico



**Fonte:** EMBRAPA Solos/Google My Maps (2022)

A imagem da esquerda na cor verde, onde se localiza o bairro Demóstenes Veras, se encontra o solo Neossolo Litólico (RL) considerado um solo raso sobre rocha, enquanto que a da direita na cor rosa, onde estão os bairros como João Mota, Jardim Panorama, Universitário, entre outros, está presente o solo Planossolo Háplico.

Enfatizando o solo encontrado no bairro, o Neossolo Litólico (RL), compreende solos rasos, apresentam fraco desenvolvimento pedogenético, é um tipo de solo pouco evoluído constituído por material mineral, ou por material orgânico.

Encontrado em terrenos em aclives, sendo um solo jovem e raso, muito suscetível a erosão, arenoso por ser um solo pouco profundo, facilitando assim a infiltração da água. Devido a essas características desse tipo de solo que compreende o local de estudo, pode ter contribuído aos fatores que culminaram no surgimento dessas patologias nas vias.

Um ponto importante durante o estudo, foi a identificação de ondulações na superfície em relação ao nível original do pavimento, essas elevações são mais conhecidas como “borrachudos”. A Figura 14 mostra o exemplo desse tipo de patologia encontrada na rua Nova Caruaru.

**Figura 14:** Borrachudo encontrado na Rua Nova Caruaru



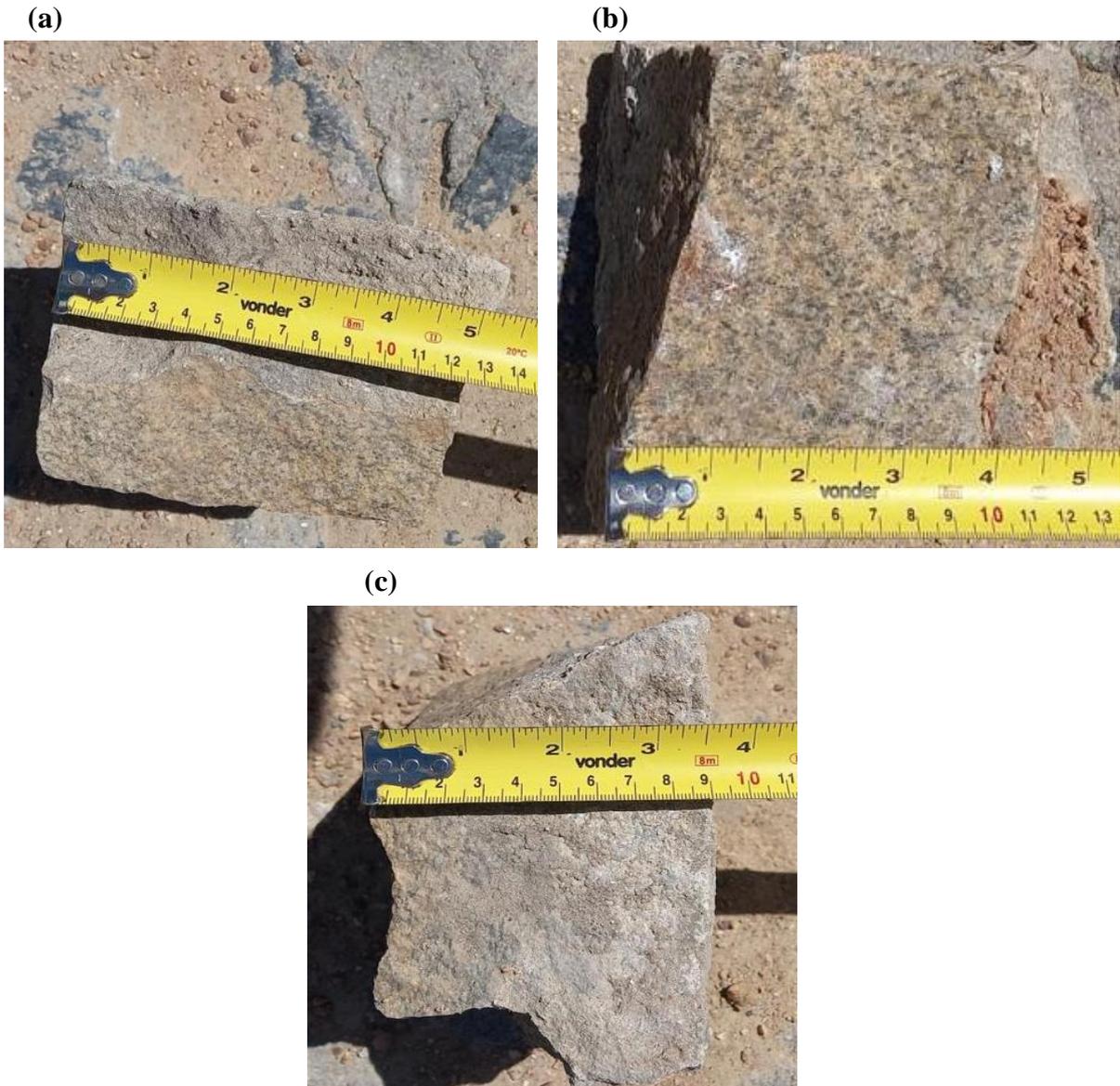
**Fonte:** Autor (2021)

O borrachudo é um fenômeno que acontece quando o solo encontra-se muito úmido ao ser compactado descrevendo assim o comportamento elástico do solo, essa presente denominação acontece devido a uma elevação do solo pelas laterais do pavimento criando um aspecto de borracha.

Fatores como a repetição das ações do tráfego, o subdimensionamento, falta de qualidade da estrutura ou das camadas do pavimento, o tipo de solo, como já mencionado anteriormente e o envelhecimento do revestimento, contribuem de maneira significativa para o agravamento desse efeito no solo.

Vale destacar, que é necessário que as dimensões mínimas, segundo o DNIT, de comprimento, largura e altura dos paralelepípedos sejam respeitadas, por norma devem ter no mínimo as seguintes medidas 0,14m x 0,12m x 0,10m. Além de que as pedras que compõem o revestimento devem se aproximar da forma prevista, com faces planas e sem saliências e reentrâncias, principalmente a face que irá ficar exposta na superfície do pavimento, e as arestas deverão ser linhas retas. A Figura 15 mostra uma pedra de paralelepípedo retirada do local de estudo.

**Figura 15:** (a) Comprimento. (b) Largura. (c) Altura



Fonte: Autor (2021)

Fica evidente que as dimensões da pedra em análise se encontram fora do padrão estabelecido, o comprimento encontrado foi de 0,125m distorcendo em 0,015m da medida padrão que é de 0,14m. A largura encontrada de 0,10m e a altura de 0,09m também estão em desacordo com as medidas mínimas, distorcendo em 0,02m da medida mínima da largura que é de 0,12m e 0,01m da medida mínima da altura que é de 0,10m.

Um ponto observado foi a irregularidade da pedra, nota-se as várias saliências nas faces do paralelepípedo, com arestas desiguais, contribuindo assim para um aspecto não uniforme do revestimento. Outra possível causa do surgimento das patologias pode estar associada a problemas no gerenciamento, principalmente nos processos de projeto e execução de obras da via. O mal dimensionamento durante esta etapa, juntamente com a falta de um estudo detalhado do tráfego da região e das regiões circunvizinhas levando a uma falha na definição da área de abrangência do projeto, que muitas vezes não verifica as especificidades do entorno, ocasionando assim uma falta de previsão de interferências no decorrer dos anos.

Devido à falta de manutenção periódica nas vias e a inexistência de uma rede de drenagem eficiente, que possa captar as águas pluviais e direcioná-las de forma correta, culmina no agravamento dos problemas no bairro. O aparecimento de “panelas”, as juntas dos revestimentos sem preenchimento de argamassa são algumas das patologias que surgem devido à falta de drenagem nessas vias. A Figura 16 mostra esses tipos de patologias encontradas na rua Nova Cupira.

**Figura 16:** Patologia encontrada na Rua Nova Cupira



**Fonte:** Autor (2021)

O possível não cumprimento das normas vigentes durante a execução do projeto de pavimentação, a falta de fiscalização durante o processo construtivo, mão de obra não qualificada apresentando assim deficiências técnicas na execução são fatores que podem ter agravado a problemática. Portanto, o gerenciamento inadequado nas obras, o pouco investimento na fiscalização e a falta de manutenção periódica, juntamente com não observância das variações climáticas da região que impactam diretamente sobre os materiais utilizados na pavimentação podem ter agravado ainda mais os problemas estruturais das vias do bairro.

### 3.3 Proposições de soluções para as patologias encontradas

Tendo em vista as diversas patologias encontradas e a realização dos diagnósticos das possíveis causas que influenciaram o surgimento dos problemas identificados ao longo das vias do bairro em estudo, é necessário elaborar um conjunto de medidas corretivas e preventivas para tentar mitigar essa problemática.

Durante as análises ficou evidenciado que a falta de uma rede de drenagem na localidade, mesmo o paralelepípedo tendo características de ser um revestimento impermeável capaz de absorver um percentual de água, é preciso a elaboração de um projeto de drenagem urbana para as vias do bairro, com a construção de bocas de lobo que servirão de captação da água e de uma rede subterrânea que irá auxiliar no escoamento do quantitativo excedente das águas pluviais direcionando de forma correta a vazão gerada. A Figura 17 mostra o problema gerado devido à inexistência de uma rede de drenagem urbana na localidade.

**Figura 17:** Patologias na Rua Nova Recife



**Fonte:** Autor (2021)

Outra solução para os problemas encontrados é reforçar ou trocar o material das camadas de suporte que compõe o pavimento, a sub-base e a base desempenham funções estruturais importantes por serem camadas destinadas a resistirem aos esforços verticais oriundos dos veículos. Visto também, que o solo do local em estudo é um solo jovem, raso e pouco evoluído muito suscetível a erosão por ser um solo pouco profundo, é necessária uma atenção maior nessas camadas de suporte.

Serviços de escavação e aterro com um novo material com propriedades mecânicas mais resistentes se faz necessário esse tipo de operação, principalmente em locais mais críticos suscetíveis a formação de panelas, ondulações e elevações no revestimento.

A fiscalização durante o processo corretivo, verificando as etapas, a qualidade dos materiais e a mão de obra utilizada é de fundamental importância para o melhoramento das condições da via. Como também, um cuidado na execução da camada de assentamento. É necessário que haja manutenções periódicas no revestimento das vias, para que não ocorra um agravamento da situação devido à falta de reparos. Para a correção das “panelas”, é preciso que ocorra a reposição das pedras o mais rápido possível, sempre observando a espessura correta da camada de assentamento do paralelepípedo que é de 10 cm e o espalhamento uniforme nessa etapa do processo de manutenção. É necessário também que sejam feitas limpezas ao longo das vias, a desobstrução das linhas d’água e reposição de meio-fio para assim melhor as condições de tráfego.

Outro ponto importante que precisa de atenção são as consequências a longo prazo provocadas pelas intempéries, principalmente em períodos chuvosos em que a precipitação aumenta elevando as chances de acúmulo de água na via, devido a inexistência de um sistema de drenagem, verificando também a qualidade dos materiais utilizados durante essas operações. Tendo em vista isso, é necessário a realização de visitas técnicas periódicas para a averiguação da situação e conseqüentemente executar os devidos reparos.

---

#### **4 CONCLUSÕES**

Uma vez observados os resultados do estudo, realizou-se a análise das patologias encontradas no bairro Demóstenes Veras na cidade de Caruaru-PE, foi possível fazer um diagnóstico das possíveis causas dos problemas identificados como também a elaboração de soluções. O surgimento de “panelas”, das juntas sem revestimento, elevações do revestimento superficial, “borrachudos”, junto com o afloramento de material argiloso e da vegetação, foram os problemas identificados durante as etapas de levantamento e de estudo do caso.

Devido ao mal dimensionamento pela falta de um estudo de tráfego, dos impactos das variações climáticas, das propriedades do solo e de poucas manutenções periódicas impactaram diretamente no surgimento das patologias. Deste modo, medidas preventivas e corretivas precisam ser tomadas para mitigar o aparecimento desses problemas, a construção de uma rede de drenagem para captação de água, reforço das camadas de suporte do pavimento, averiguando a qualidade dos materiais utilizados e realizando fiscalizações durante as etapas do processo construtivo são medidas necessárias para melhorar as condições de tráfego das vias do bairro em estudo.

---

## REFERÊNCIAS

AGETOP. **Manual de Pavimentação Urbana (IT-02)**. Goiás, 2016.

AMMOC. **Memorial Descritivo - Especificações Técnicas Pavimentação em Paralelepípedos**. Joaçaba, 2014.

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica – materiais, projeto e restauração**. São Paulo, Editora Oficina de textos, 2007.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2008.

**Confederação Nacional dos Transportes, CNT**. Conheça os 13 principais defeitos do pavimento das rodovias. **SEST SENAT**, 2018. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/conheca-principais-defeitos-pavimento>. Acesso em: 22 abr. 2022.

DER/SP. **Avaliação de pavimentos flexíveis e semi-rígidos por meio de levantamento visual contínuo de defeitos da superfície**. São Paulo, 2006.

DNIT. **Manual de pavimentação**. 3.ed. IPR. Publ, 719. Rio de Janeiro, 2006.

DNIT. **Norma DNIT 006/2003-PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos– Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

EXATI. Manutenção viária: importância da pavimentação para as cidades. **EXATI**, 2019. Disponível em: <https://blog.exati.com.br/manutencao-viaria-importancia-da-pavimentacao-para-as-cidades/>. Acesso em: 28 abr. 2022.

MSc. **Ruiter**. Terraplanagem e Pavimentação. **DOCPLAYER**, 2019. Disponível em: <https://docplayer.com.br/167266308-Terraplanagem-e-pavimentacao-prof-msc-ruiter-da-silva-souza.html>. Acesso: 2 maio 2022.

**PMT. Projeto Básico para Manutenção de Vias Públicas (Reposição de Pavimento em Paralelepípedo).** Toritama, 2021.

**SOUZA, M. J. Patologia em pavimentos flexíveis.** São Paulo, 1980.

**APÊNDICE A – Planilha elaborada referente ao levantamento realizado no bairro  
Demóstenes Veras na cidade de Caruaru-PE**

Nome da rua	Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Foto	Patologias identificadas
Rua Nova Brejo	8,00	2,80	22,4		. Panelas; . Juntas sem revestimento.
Rua Nova Recife	16,00	6,00	96		. Panelas; . Juntas sem revestimento.
	8,00	5,50	44		. Panelas; . Juntas sem revestimento.
	3,60	3,40	12,24		. Panelas; . Juntas sem revestimento; . Afloramento de material argiloso.
Rua Nova Camocim de São Félix	2,60	3,00	7,8		. Panelas.
Rua Nova Toritama	8,70	3,5	30,45		. Panelas; . Juntas sem revestimento; . Afloramento de vegetação.
Rua Catende	2,20	1,60	3,52		. Panelas; . Juntas sem revestimento; . Afloramento de material argiloso.
Rua Nova Cupira	11,70	4,00	46,8		. Panelas; . Juntas sem revestimento.

Nome da rua	Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Foto	Patologias identificadas
Rua Agrestina	3,70	4,70	17,39		. Pannels; . Juntas sem revestimento.
	5,00	2,30	11,5		. Pannels; . Juntas sem revestimento; . Afloramento de vegetação.
	45,00	6,00	270		. Afloramento de material argiloso; . Afloramento de vegetação.
	1,50	2,00	3		. Pannels; . Juntas sem revestimento; . Afloramento de vegetação; . Elevação da superfície.
Rua Nova Caruaru	5,00	4,00	20		. Pannels; . Juntas sem revestimento; . Elevação da superfície.
	5,50	3,20	17,6		. Pannels; . Juntas sem revestimento; . Afloramento de vegetação; . Elevação da superfície.
	10,00	6,00	60		. Afloramento de material argiloso; . Afloramento de vegetação.
	2,40	3,70	8,88		. Afloramento de material argiloso; . Afloramento de vegetação.

SAULO BARBOSA SOARES SANTOS LINS

**PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO: estudo de caso das patologias encontradas no bairro Demóstenes Veras localizado na cidade de Caruaru-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

**Área de concentração:** Estradas e Transportes

Aprovado em 03 de Novembro de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Shirley Minnell Ferreira de Oliveira (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. José Moura Soares (Avaliador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Msc Renato Mahon Macêdo (Avaliador)  
Universidade Federal de Pernambuco