

IDENTIFICAÇÃO DA INFRAESTRUTURA VIÁRIA DE MORADA NOVA POR MEIO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Thalyta Kelly Saraiva Ferreira ¹; Juceline Batista dos Santos Bastos ²

Resumo – O presente artigo objetiva, por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), identificar a malha viária e determinar os tipos de pavimentos da zona urbana do município de Morada Nova/CE, contribuindo para o melhor uso de recursos públicos. Para tal, sistematizou-se uma revisão de literatura sobre pavimentação e sobre técnicas de processamento e análise de dados SIG, definiu-se a área de estudo com a visualização de mapas baseados em imagens de satélite do *Google Maps*, e posteriormente, avaliou-se as vias por meio do *Google Earth* e de pesquisas com moradores locais e visitas nas vias. Por fim, foram construídos os mapas da distribuição da malha viária por meio do *software QGIS*. Esta pesquisa verificou que 20,0% da malha viária utiliza asfalto, 11,2% usa paralelepípedo, 24,7% das vias adotam pedra rústica e 44,1% são em terreno natural, destacando que áreas importantes dessa cidade permanecem sem infraestrutura adequada.

Abstract – This article aims to identify the road network and to determine the types of pavements in the urban area of the municipality of Morada Nova / CE, by means of Geographic Information Systems (GIS), contributing to the best use of public resources. Thus, a review of the literature on paving and on GIS data processing and analysis techniques was established, the area of study was defined with the visualization of maps based on satellite images of Google Maps, and later, the roads were evaluated by through Google Earth and through surveys of local residents and road visits. Finally, the distribution maps of the road network through the QGIS software were constructed. This project verified that 20.0% of the road network uses asphalt, 11.2% uses parallelepiped, 24.7% of the roads adopt rustic stone and 44.1% are in natural terrain, noting that important areas of this city remain without adequate infrastructure.

Palavras-Chave – Geotecnologias, Infraestrutura, Vias Não Pavimentadas.

¹ Estudante de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará: Morada Nova - CE, thalyta.kelly@hotmail.com

² Dra. em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Professora, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará: Morada Nova - CE, jucelinebatista@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A malha viária é o principal suporte físico para mobilização urbana. Sua construção denota o desenvolvimento econômico e social do município, pois designa-se técnica e economicamente a suportar esforços provenientes do tráfego e do clima, e a proporcionar condições de conforto, economia e segurança no deslocamento dos transportes urbanos e dos negócios na indústria e no comércio local, como expressa Bernucci *et al.* (2010). O setor de pavimentação demanda um investimento inicial considerável para este serviço. Por consequência, é comum pequenas cidades com grandes quantidades de vias não pavimentadas.

Nesse cenário, até 2018, o programa Ceará de Ponta a Ponta deve investir cerca de R\$ 2 bilhões em 2.063,31 km de rodovias em todas as regiões do estado. Isso inclui obras de restauração, pavimentação e duplicação das estradas cearenses, com impacto esperado no desenvolvimento do turismo, da indústria e do comércio. A eficiência no investimento desses R\$ 2 bilhões de reais é uma necessidade de curto prazo para o emprego responsável dos recursos públicos. Criar maneiras de sistematizar o emprego eficiente de recursos em obras rodoviárias deve ser encarado como um interesse estratégico, com relevante impacto no médio e longo prazo.

Nesse contexto, no município de Morada Nova, Ceará, a construção de fábricas, departamentos e instituições de ensino superior ocasionou à cidade um aumento de tráfego nas vias. Apesar disso, a malha viária não pavimentada não acompanhou tais avanços, embora essas “estradas de terra” possuam tráfego constante. A partir de uma avaliação dessas vias é possível propor alternativas quanto ao tipo de pavimento que melhor atenda as condições de deslocamento. O cenário é, portanto, favorável à busca por informações que contribuam com a tomada de decisão e melhor uso de recursos públicos.

Em qualquer sistema de planejamento é necessário dispor de dados para conhecer a situação do objeto que se está gerindo (DANIELESKI, 2004). A análise das vias do município de Morada Nova, com a utilização de *softwares*, é a etapa onde estes dados são obtidos. Com uma área territorial de 2.778,6 km² conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), ao conhecer a extensão das vias não pavimentadas dessa região, observando a intensidade do tráfego de veículos, é possível contribuir com a tomada de decisão quanto ao planejamento da cidade.

Neste caso, o presente artigo tem como objetivo principal identificar as vias não pavimentadas e pavimentadas do município de Morada Nova/CE, bem como determinar os tipos de pavimentos da zona urbana mediante o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Por fim, incentivar o estudo sobre a malha viária da cidade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplanagem, sendo este construído sobre um subleito infinito. Seu objetivo principal é garantir a trafegabilidade em qualquer época do ano e condições climáticas (BERNUCCI *et al.*, 2010). De acordo com o anuário da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2017), a análise da extensão total da malha do Brasil em 2015, apresentou 12,2% de vias pavimentadas, e no estado do Ceará, apresentou 16,0%. No entanto, há carência de informações atualizadas quanto à malha viária de Morada Nova.

Conforme Villibor *et al.* (2009), o emprego da tecnologia de pavimentos alternativos em municípios de pequeno e médio porte, praticamente não se generalizou nas últimas décadas. O grande déficit de pavimentos urbanos e a falta de recursos financeiros levaram à adoção, por parte de algumas prefeituras, de pavimentos alternativos com custos inferiores aos tradicionalmente empregados. Geralmente, o tipo de pavimento utilizado em áreas urbanas e por vezes, em áreas rurais, são o asfáltico, concreto, pré-moldado, paralelepípedo, pedra rústica e

terreno natural. Ferreira e Castelo Branco (2016) apresentam imagens obtidas com o uso do *software Google Earth* das vias da cidade de Fortaleza, Ceará, classificadas conforme seu tipo de revestimento (Figura 1).



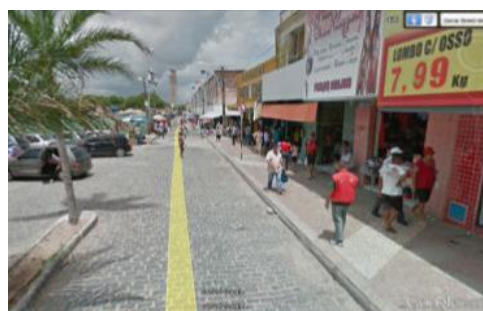
(a) Pavimento Asfáltico



(b) Pavimento de Concreto



(c) Pavimento Pré-Moldado



(d) Pavimento Paralelepípedo



(e) Pavimento Pedra Rústica



(f) Pavimento Terreno Natural

Figura 1. Imagens obtidas pelo *Google Earth* e vias caracterizadas conforme o tipo de pavimento de Fortaleza/CE.

As estradas não pavimentadas, também chamadas de “estradas de terra ou estradas de chão”, geralmente tem em sua camada superficial o solo local, sem ou com mistura de agregado granular, em consequência da manutenção (ODA, 1995). Essas vias são constituintes de uma grande porção da rede rodoviária dos países em desenvolvimento, pertencendo significativamente à rede municipal (FONTENELE, 2001).

Sant’ana (2009) ressalta que a ausência de revestimento impossibilita o aumento de tráfego e o desenvolvimento regional. Essa impossibilidade acontece em razão de defeitos consequentes da afluência de fatores, tal como a chuva, ausência de drenagem, geometria da via, solos inadequados e outros. Oda (1995) afirma que grande parte dos problemas das vias não pavimentadas seriam resolvidos “apenas” com a manutenção adequada dessas estradas. Entretanto, as estradas não pavimentadas constituem área do conhecimento em que muito pouca tecnologia formal foi desenvolvida (CHARMAN, 1988 *apud* SILVA *et al.*, 2011).

A identificação da malha viária, bem como a quantificação das vias pavimentadas e não pavimentadas de municípios é fundamental para demais pesquisas da rede viária do país. Villibor

et al. (2009) acrescentam que estudos preliminares exercem papel importante pois possibilitam a obtenção de alguns parâmetros de modo expedito. Para tal, a utilização do geoprocessamento, por ferramentas computacionais chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que propicia a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, pode ser usado para visualizar as informações armazenadas e analisadas no banco de dados da rede viária do município, possibilitando operações de mapeamento avançado (ALBUQUERQUE, 2017).

Ações vinculadas ao planejamento, à gestão, ao monitoramento, ao manejo, à caracterização de espaços urbanos ou rurais certamente serão melhor trabalhadas com o auxílio de um SIG (FITZ, 2010). À vista disto, alguns pesquisadores têm utilizado essa ferramenta para identificar e quantificar os diversos tipos de pavimentos.

Albuquerque *et al.* (2017) avaliam a condição da rede viária da cidade de João Pessoa/PB mediante avaliação subjetiva, levantamento de defeitos e índices de condição de pavimento com a utilização de SIG como ferramenta de apoio onde, junto a análise de mapas temáticos, foi permitido uma melhor visualização espacial dos resultados que pôde auxiliar na tomada de decisões quanto às intervenções necessárias ao sistema viário, entre outras atividades que envolvem o uso dos SIGs. Do mesmo modo, Messias *et al.* (2015), a partir da geração de informações e mapas temáticos, avaliam as áreas críticas de transporte urbanos de cargas em Teresina/PI, representando diferentes classes de criticidade das zonas da cidade, por meio de técnicas de Análise Espacial disponíveis em SIG.

No entanto, esses estudos muitas vezes focam nas capitais e nas grandes cidades, deixando cidades menores à margem de tais investigações e, por vezes, mascaram a realidade da infraestrutura do país, tendo em vista que nessas regiões os investimentos para tal finalidade são sobremaneira maiores.

3. METODOLOGIA

O município de Morada Nova, Ceará, se localiza no Vale do Jaguaribe e possui uma população estimada de 61.548 habitantes, conforme dados do IBGE (2017). Constituída de 8 distritos: Sede, Boa Água, Juazeiro de Baixo, Lagoa Grande, Pedras, Roldão, São João do Aruaru e Uiraponga (Figura 2), a cidade se concentra no distrito Morada Nova (Sede), no qual atualmente se divide em 16 bairros: Centro, Girilândia, Padre Assis Monteiro, Hermógenes Henrique Girão, São José, Nossa Senhora da Conceição, Planalto do Aeroporto, Irapuan Nobre, Julia Santiago, São Francisco, Nova Morada, Divino Espírito Santo, Alto Tiradentes, 02 de Agosto, Cristo Rei e Vazantes.

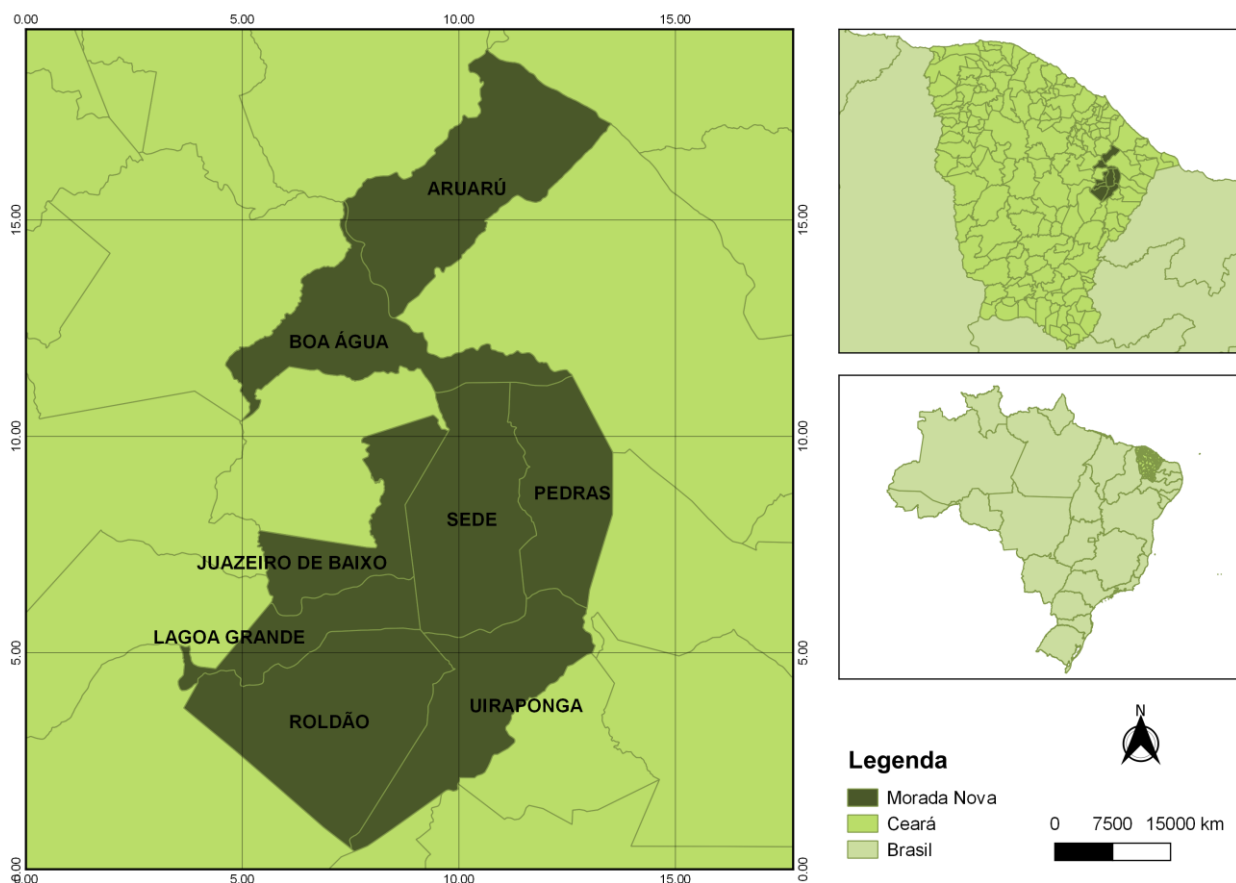


Figura 2. Localização do município de Morada Nova no Ceará, Brasil.

A metodologia proposta para o estudo da identificação da malha viária do município de Morada Nova compreendeu as seguintes etapas: revisão de literatura, definição da área de estudo, caracterização da malha viária, quantificação de vias pavimentadas e não pavimentadas, e geração de mapas por meio de SIG (Figura 3).

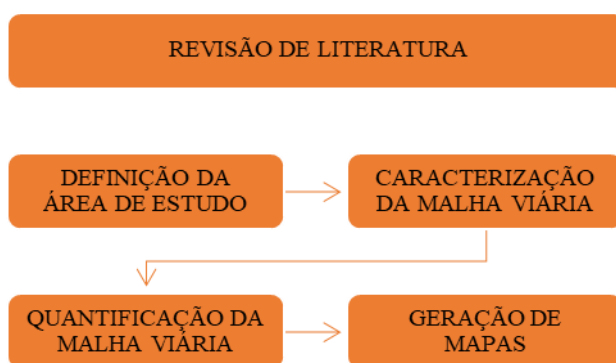


Figura 3. Fluxograma da Metodologia.

Na primeira etapa, sistematizou-se uma revisão de literatura com a realização de pesquisas sobre pavimentação para avaliação das vias, e sobre técnicas de processamento e análise de dados SIG por meio de artigos, livros, trabalhos acadêmicos, dentre outros.

O uso dos *softwares* *Google Maps* e *Google Earth* permitiu a definição da área de estudo. Visto que, trata-se de *softwares* desenvolvidos e disponibilizados pelo *Google* em 2005, para pesquisa e visualização de mapas, tal como o mapeamento com base em imagens de satélite.

Para caracterização da malha viária do município conforme seu tipo de revestimento, além do uso desses *softwares* com imagens datadas no ano de 2012, foram feitas pesquisas com moradores locais e visitas nas vias atuais.

A malha viária avaliada é focalizada no centro do município, entre os bairros no distrito Sede. O emprego de um banco de dados do mapa da cidade foi inicialmente disponibilizado pela Prefeitura Municipal no formato *dwg* com atualização no ano de 2012, no qual posteriormente foi importado para o *QGIS*, um *software* SIG de código aberto licenciado gratuito e resultado do trabalho de um grupo de desenvolvedores de vários países da comunidade *QGIS*, com início em 2002, que propicia a visualização e análise de dados SIG. A Figura 4 apresenta um mapa com a distribuição dos 16 bairros de Morada Nova/CE junto à malha viária constituinte analisada.

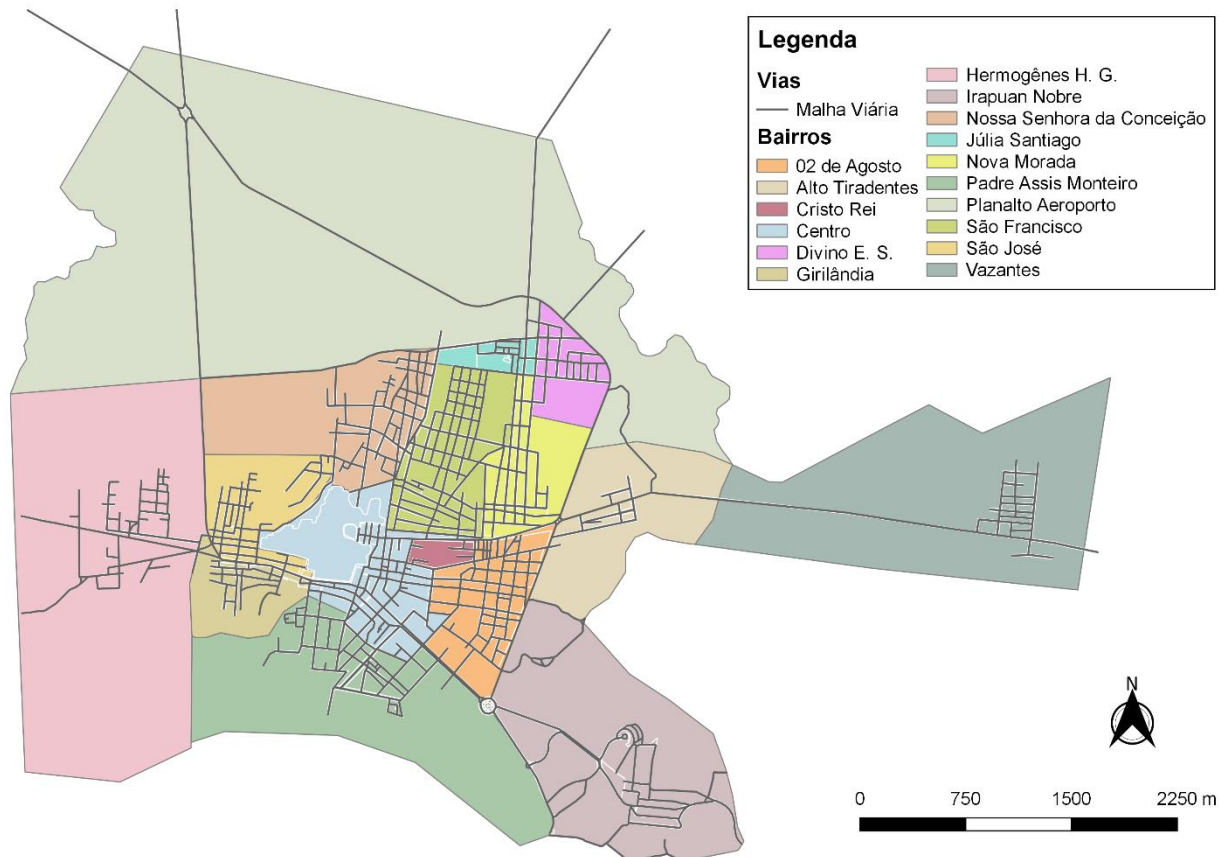


Figura 4. Mapa da distribuição da malha viária do município de Morada Nova.

Para o cálculo da extensão das vias da cidade também foi utilizado o *software* *QGIS*. Com base nas informações apresentadas, junto a um banco de dados no formato *shape* fornecidos pelo *site* do IBGE, foram gerados os mapas identificando as áreas e os tipos de revestimentos da malha viária analisada.

Ao obter os dados das vias de Morada Nova, verificou-se o percentual e avaliou-se o emprego dos tipos de pavimentos encontrados conforme as condições de deslocamento nos bairros e proximidades, levando em consideração instituições, fábricas, comércios, dentre outros departamentos que ocasionam um maior tráfego nas vias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A malha viária analisada de 124.066 km, compreendendo as vias dos 16 bairros do município de Morada Nova/CE, se caracterizam em asfáltico, paralelepípedo, pedra rústica e terreno natural de

acordo com as imagens do *Google Earth*. A título de ilustração, a Figura 5 apresenta os tipos de pavimentos encontrados nas vias da cidade no ano de 2012.



Figura 5 –Imagens obtidas pelo *Google Earth* e vias caracterizadas conforme o tipo de pavimento de Morada Nova/CE.

Como resultado geral, em média, 44,1% são de vias não pavimentadas e 55,9% são de vias pavimentadas, resultado da soma dos tipos de pavimentos: asfáltico, paralelepípedo e pedra rústica. A Figura 6 apresenta um comparativo entre os percentuais dos tipos de pavimentos encontrados por bairros do distrito Sede.

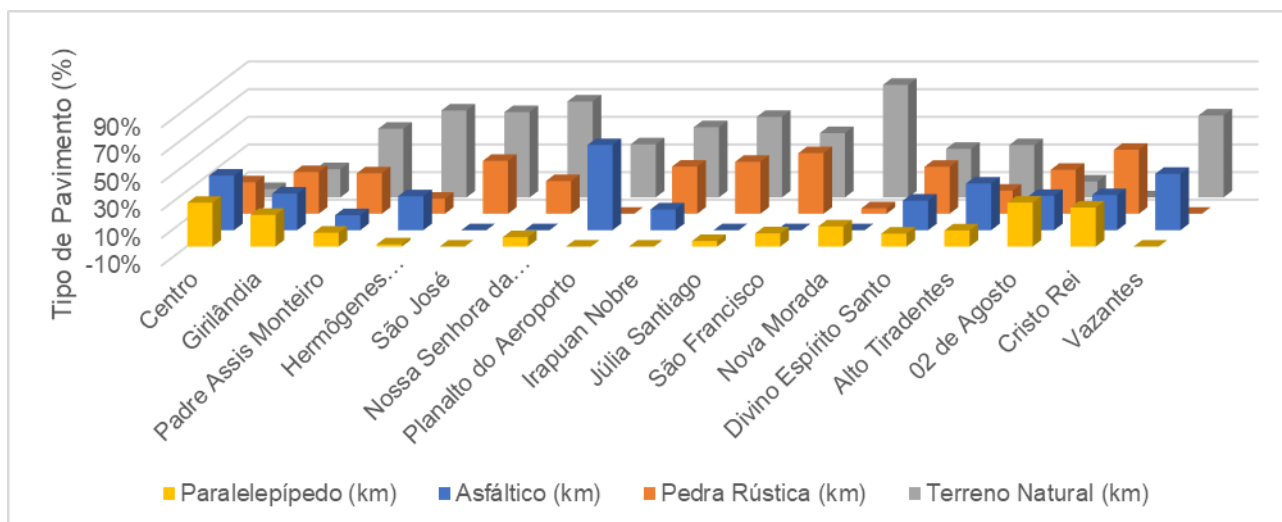


Figura 6 – Quantitativo dos Tipos de Pavimentos de acordo com as imagens obtidas pelo *Google Earth*.

Nas vias do distrito Sede verifica-se que 20,0% da malha viária utiliza asfalto, 11,2% paralelepípedo, 24,7% pedra rústica e 44,1% terreno natural. Observa-se que grande parte das vias da cidade são de pedra rústica e de terreno natural. Analisando os resultados da

identificação das vias por bairro na Figura 6, observa-se que o bairro Nova Morada possui o maior percentual de vias das quais não apresentam revestimento (terreno natural). No Centro 39,5% da malha viária são do tipo pavimento asfáltico, 31,7% do tipo paralelepípedo, 22,8% do tipo pedra rústica e 6% do tipo terreno natural. Os bairros Hermogênes Henrique Girão, São José e Nossa Senhora da Conceição apresentam menos de 40% de vias pavimentadas, enquanto que os bairros 02 de Agosto, Cristo Rei e Girilândia apresentam mais de 70% de vias pavimentadas. No entanto, vale ressaltar que o bairro Cristo Rei com todas as vias pavimentadas, possui a menor extensão de malha viária, em torno de 1.747 km.

Nota-se que os bairros distantes do centro, como o Júlia Santiago onde se localizam o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), o Departamento Estadual de Transito (Detran) e o Centro de Educação Infantil (CEI), departamentos nos quais interferem no desenvolvimento da cidade e estão em funcionamento há quase uma década, apresentam um menor percentual de malha viária pavimentada. A Figura 7 apresenta o mapa do distrito Sede de Morada Nova indicando os tipos de pavimentos analisados das vias da cidade.

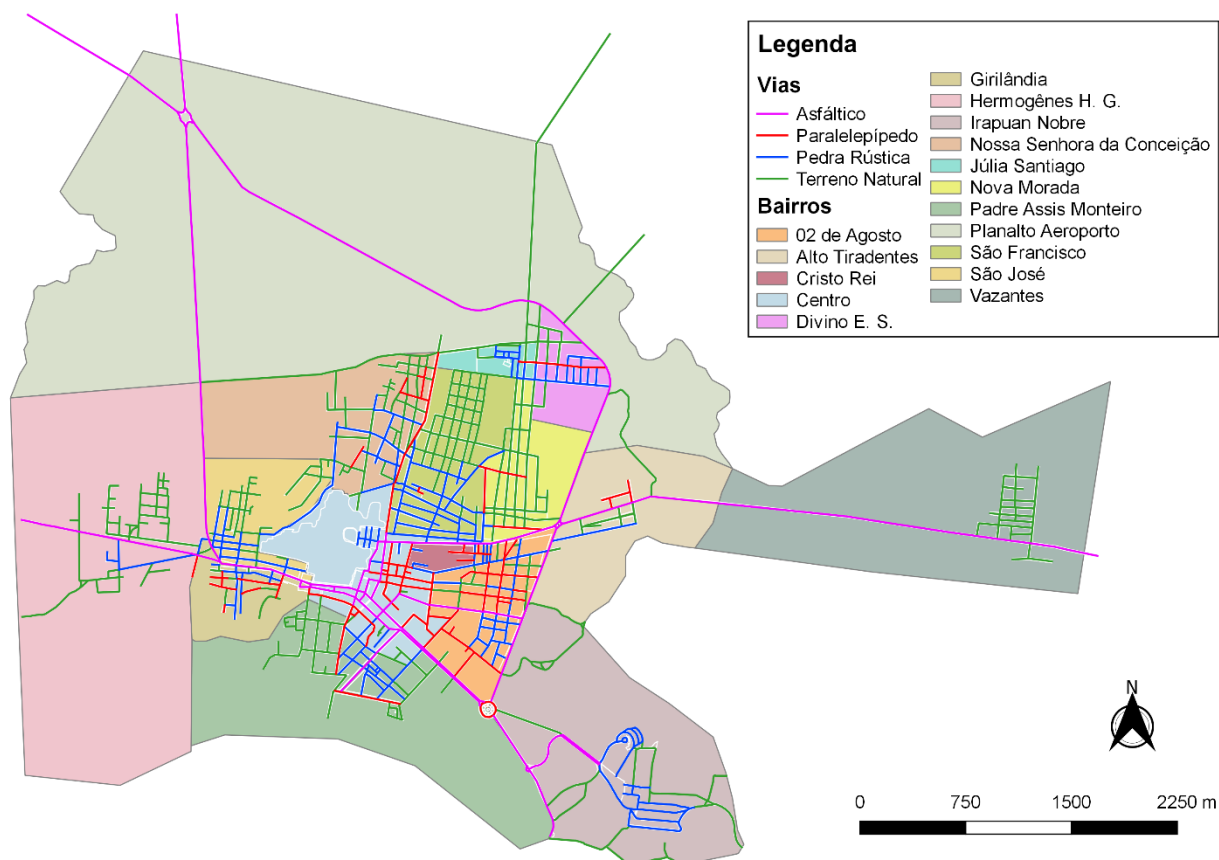


Figura 7 - Mapa do distrito Sede do município de Morada Nova/CE com a identificação da malha viária

5. CONCLUSÕES

Por esse estudo, pode se concluir que boa parte da malha viária estudada ainda necessita de investimento em infraestrutura, carecendo de investigações geotécnicas e elaboração de projetos, tendo em vista o elevado percentual de área sem qualquer melhoria (cerca de 44%), uma vez que a pesquisa foi realizada na parte urbana de Morada Nova, sendo a realidade ainda pior na parte rural.

Diante disso, uma possível alternativa técnica e econômica que possa vir a contribuir no que diz respeito ao conforto e segurança no deslocamento de transportes urbanos em vias do tipo terreno natural, as quais necessitam constantemente de manutenção por parte dos órgãos

públicos, é o emprego de Tratamento Antipó (TAP). Duque Neto (2004) apresenta o tratamento antipó como uma técnica que pode ter um bom desempenho por vários anos, suprimindo a poeira e a lama, e reduzindo o desgaste superficial.

Com base nas análises das caracterizações e quantificações das vias, o artigo pretende ampliar os estudos sobre a malha viária de Morada Nova, de forma a contribuir com o seu desenvolvimento, criando maneiras para organização de dados que possam dar continuidade à melhoria da malha viária do Estado levando em conta o programa Ceará de Ponta a Ponta, e a atualização do plano diretor do município, uma vez que há a escassez desses dados; além de mapear os principais subleitos existentes nessas vias ainda em terreno natural.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, T. P.; Oliveira, L. Q. L.; Medeiros, R. S.; Moraes, L. M. B.; Oliveira, L. M.; Melo, R. A. (2017). Análise Comparativa de Índices para Avaliação da Condição de Pavimento Urbanos. XXXI Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET. Recife, out.
- Bernucci, L. B.; Motta, L. M. G.; Ceratti, J. A. P.; SOARES, J. B. (2010). *Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros*. Rio de Janeiro.
- Danieleski, M. L. (2004). *Proposta de Metodologia para Avaliação Superficial de Pavimentos Urbanos: Aplicação à Rede Viária de Porto Alegre*. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Duque Neto, F. S. (2004). *Proposição de Metodologia para a Escolha de Solo e Dosagem de Antipó com Emulsão de Xisto*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Ferreira, W. L. G.; Castelo Branco, V. T. F. (2016). Proposição do Uso de Ferramentas de Georeferenciamento para Avaliação Subjetiva de Pavimentos Urbanos. *RAPv – Reunião Anual de Pavimentação*. Brasília, set.
- Fitz, P. R. (2010). *Geoprocessamento sem Complicação*. 1ª reimpressão. São Paulo: Oficina de Textos.
- Fontenele, H. B. (2001). *Estudo para Adaptação de um Método de Classificação de Estradas não Pavimentadas às Condições do Município de São Carlos/SP*. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Messias, C. G.; Santos, L. S.; Loureiro, S. A.; Bertoncini, B. V.; Bezerra, O. B.; Lima Junior, O. F. (2015). Técnicas de Análise Espacial Aplicadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), para a Identificação de Áreas Críticas ao Transporte de Cargas em Teresina – PI – Brasil. *XV Encuentro de Geógrafos de América Latina*. La Habana, Cuba, abr.
- Oda, S. (1995). *Caracterização de uma Rede Municipal de Estradas Não Pavimentadas*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Ribeiro, M. N. F.; Oliveira, F. A. D.; Ferreira, W. L. G. (2017). Caracterização da Condição Superficial do Estado das Vias Pavimentadas da Cidade de Caraúbas/RN. *RPU – Reunião de Pavimentação Urbana*. Santa Catarina, jun.
- Sant'ana, W. C. (2009). *Contribuição ao Estudo de Solo-Emulsão em Pavimentos de Rodovias de Baixo Volume de Tráfego para o Estado do Maranhão*. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Silva, T. O.; Carvalho, C. A. B.; Lima, D. C.; Calijuri, M. L.; Machado, C. C.; Oliveira, T. M. (2011). Avaliação do Subleito de Rodovias Vicinais de Baixo Volume de Tráfego por meio de Ensaio Geotécnicos. *Revista Árvore*, Viçosa, vol. 35 n. 4, p. 825-833, jul-ago.
- Villibor, D. F.; Nogami, J. S.; Cincerre, J. R.; Serra, P. R. M.; Zuoppolini Neto, A. (2009). *Pavimentos de Baixo Custo para Vias Urbanas*. 2.ed. São Paulo: Arte e Ciência.