



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

HELDER PEREIRA BEZERRA JÚNIOR

**ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA PAVIMENTAÇÃO COM BLOCOS
INTERTRAVADOS EM CONDOMÍNIOS DE ARIQUEMES**

**ARIQUEMES - RO
2020**

HELDER PEREIRA BEZERRA JÚNIOR

**ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA PAVIMENTAÇÃO COM BLOCOS
INTERTRAVADOS EM CONDOMÍNIOS DE ARIQUEMES**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção do Grau de Bacharel em
Engenharia Civil a apresentado à
Faculdade de Educação e Meio
Ambiente - FAEMA

Orientador: Prof. Esp. João Victor da
Silva Costa

**ARIQUEMES – RO
2020**

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Júlio Bordignon - FAEMA

B574a	BEZERRA JUNIOR, Helder Pereira . Análise de viabilidade para pavimentação com blocos intertravados em condomínios de Ariquemes. / por Helder Pereira Bezerra Junior. Ariquemes: FAEMA, 2020. 51 p.; il. TCC (Graduação) - Bacharelado em Engenharia Civil - Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA. Orientador (a): Prof. Esp. João Victor da Silva Costa. 1. Condomínio. 2. Pavimentação. 3. Blocos. 4. Intertravados. 5. Sustentabilidade. I Costa, João Victor da Silva. II. Título. III. FAEMA.
	CDD:620.1

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

HELDER PEREIRA BEZERRA JÚNIOR

**ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA PAVIMENTAÇÃO COM BLOCOS
INTERTRAVADOS EM CONDOMÍNIOS DE ARIQUEMES**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção do Grau de Bacharel em
Engenharia Civil apresentado à Faculdade
de Educação e Meio Ambiente - FAEMA.

Orientador: Prof. Esp. João
Victor da Silva Costa

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Esp. João Victor da Silva Costa
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Prof. Ruan Iuri de Oliveira Guedes
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Prof. Bruno Dias de Oliveira
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Ariquemes, 11 de setembro de 2020.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me sustentar a cada dia e proporcionar aprimorar o conhecimento científico e o desenvolvimento do saber.

A minha esposa amada Camila Rodrigues, que apesar de não poder dar-lhe a merecida atenção, sempre me apoiou e deu forças, e as minhas filhas Maria Luiza e Sofia, desculpando-me pelas ausências e falta de tempo que lhes foram “roubados”, durante o tempo que dediquei ao curso e a este trabalho e que dedico à minha vida profissional objetivando proporcionar-lhes além de amor, carinho, caráter, honestidade, alegria, as condições para que sejam mulheres felizes.

Aos meus pais Helder e Loreni por ter me proporcionado a oportunidade de realizar o sonho de cursar Engenharia Civil, essa vitória é nossa.

Aos colegas de grupo Danielle, Hugo e Leiciane, e que seria de mim sem vocês, o que seria de nós sem o apoio mútuo... Tantos trabalhos juntos, quantos obstáculos superados, quantos desafios, quanto aprendizado e quantas vitórias e até mesmo o stress... O curso terminou... É certo que cada um seguirá o seu caminho e delinear a carreira, mas, amigos estarão para sempre em nossas lembranças.

Aos Professores, Mestres que nos desafiaram a superar os limites do conhecimento e ampliar os horizontes do saber, a ir mais além e descobrir o mundo de possibilidades da engenharia, meus sinceros agradecimentos vocês sempre serão lembrados com gratidão.

E a todos que de alguma maneira contribuíram para o sucesso dessa conquista, minha gratidão.

"A diferença entre o sonho e a realidade é a quantidade certa de tempo e trabalho."

(William Douglas)

RESUMO

Desde a antiguidade o ser humano utiliza de vários meios de transportes, sendo que a estrada é o mais antigo meio utilizado pelo homem, para ir de um local para o outro. As conquistas de novos territórios e o desenvolvimento socioeconômico trouxeram à necessidade de caminhos melhores e conseqüentemente a pavimentação das vias. Assim surgiram as estradas pavimentadas com pedras lavradas a mão, no Brasil os primeiros registros são do Caminho do Ouro e a Estrada do Lorena. A tecnologia trouxe a construção de pavimentos de concreto betuminoso à quente, conhecido como pavimentação asfáltica. Entretanto este pavimento, devido a impermeabilização ocasionada pelos materiais utilizados, impede a absorção da água das chuvas, ocasionando as enxurradas. A pesquisa busca apresentar os benefícios do pavimento com bloco intertravado de concreto e avaliar o custo-benefício em relação ao asfalto CBUQ. Sendo a permeabilidade da pavimentação com blocos, uma das vantagens em relação ao CBUQ, a infiltração da água diminui o volume e a velocidade das enxurradas, ao mesmo tempo em que preserva o meio ambiente. A resistência de ambos os materiais permitem que pessoas e veículos de porte leve ou pesado possam transitar sobre as vias, com segurança. A ABNT dispõe de normas que regulamentam a pavimentação com blocos, desde a preparação do solo à fabricação das peças, dentre, destacam-se a NBR 15953:2011; 12307-1991; 11798-2012; 11803-2013, dentre outras. Com o crescimento das cidades, surgem demandas por residenciais que oferecem maior segurança, assim, cada vez mais as construtoras, lançam a oferta de Condomínios. A pesquisa ocorreu no Condomínio Residencial Jardim Eldorado, lançado pela Construtora VANVERA, no Município de Ariquemes/RO. Os dados obtidos na pesquisa foram disponibilizado pela Prefeitura Municipal visto que são documentos públicos com o aval dos representantes da construtora. E apresentação de propostas para possíveis aplicações em seus próximos empreendimentos, como forma de criar uma relação socioambiental na implantação de um novo projeto.

Palavras-chave: Condomínio. Pavimentação. Blocos. Águas Pluviais. Enxurradas.

ABSTRACT

Since ancient times, human beings have used various means of transport, the road being the oldest means used by man, to get from one place to another. The conquests of new territories and socioeconomic development brought about the need for better roads and, consequently, the paving of roads. Thus paved roads with hand carved stones emerged, in Brazil the first records are of the Caminho do Ouro and the Estrada do Lorena. The technology brought the construction of hot asphalt concrete pavements, known as asphalt paving. However, this pavement, due to the waterproofing caused by the materials used, prevents the absorption of rainwater, causing runoff. The research seeks to present the benefits of paving with an interlocking concrete block and evaluate the cost-benefit ratio in relation to CBUQ asphalt. Since the permeability of paving with blocks is one of the advantages over CBUQ, water infiltration reduces the volume and speed of runoff, while preserving the environment. The strength of both materials allows people and vehicles of light or heavy size to be able to transit the roads safely. ABNT has rules that regulate paving with blocks, from the preparation of the soil to the manufacture of the pieces, among which the NBR 15953: 2011 stands out; 12307-1991; 11798-2012; 11803-2013, among others. With the growth of cities, there are demands for residences that offer greater security, thus, more and more construction companies, launch the offer of Condominiums. The research took place at the Residencial Eldorado Condominium, launched by Construtora VANVERA, in the Municipality of Ariquemes / RO. The data obtained in the survey were made available by the City Hall since they are public documents with the approval of the construction company's representatives. And presentation of proposals for possible applications in your next ventures, as a way to create a socio-environmental relationship in the implementation of a new project.

Keywords: Condominium. Paving. Blocks. Rainwater. Floods.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Via Ápia Pavimentação com pedras aparelhadas em forma octogonal	17
Figura 2 - Centro Historico de Paraty/RJ - Pavimento com pé de moleque	19
Figura 3 - Paraty/RJ - Pavimento com bloco de pedra.....	19
Figura 4 - Caminho do Ouro.....	20
Figura 5 - Calçada do Lorena.....	21
Figura 6 - Componentes para o pavimento com bloco de concreto	22
Figura 7 - Chanfro de uma peça de concreto	25
Figura 8 - Modelo de blocos de concreto	26
Figura 9 - Tipos de pavimentos	27
Figura 10 - Pavimento com bloco de concreto	29
Figura 11 - Fase de construção - Bloco Retangular - Espinha de Peixe	30
Figura 12 - Assentamento tipo espinha de peixe	30
Figura 13 - Assentamento tipo fileiras	30
Figura 14 - Bloco vazados de concreto - Pisograma.....	34
Figura 15 - Construção de pavimento com asfalto CBUQ.....	38
Figura 16 - Localização do município de Ariquemes-RO	40
Figura 17 - Localização do Condominio Residencia Eldorado	40
Figura 18 - Altimetria das Bacias Hidrográfica do Estado de Rondônia	43
Figura 19 - Rua Condominio Residencial Jardim Eldorado.....	46
Figura 20 - Escavações para obra de saneamento e pavimentação.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tolerância dimensionais das peças de concreto (mm)	24
Tabela 2 - Resistência característica à compressão	25
Tabela 3 - Faixa granulométrica recomendada para a camada de assentamento (areia) das peças.....	28
Tabela 4 - Valores de Referência do coeficiente "c"	32
Tabela 5 - Coeficiente de escoamento pelas superfícies	33
Tabela 6 - Intensidades máximas médias para as Bacias Hidrográficas de Rondônia, calculadas pelas metodologias: Media Aritmética (M. A.), Isoietas e Polígonos de Thiessen (P.T.).....	43
Tabela 7 - Tabela SINAPI Desonerada 05/2020	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACBP	Associação Brasileira de Cimentos Portland
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CENPES	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Américo Leopoldo Miguez de Mello

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO	15
2.2 OBJETIVO SECUNDÁRIO	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 BREVE HISTÓRICO DA PAVIMENTAÇÃO	15
3.2 BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO.....	21
3.2.1 Características dos blocos intertravados de concreto	23
3.2.2 Vantagens dos pavimentos com blocos intertravados de concreto	27
3.3.1 Pavimentação asfáltica	35
3.3.2 Pavimento usinado a quente - CBUQ	37
4. METODOLOGIA.....	39
4.1 CAMPO DE ATUAÇÃO.....	39
4.2 COLETA DE DADOS	41
4.3 VISTORIAS NO CONDOMÍNIO RESIDENCIAL ELDORADO	41
4.4 ESTIMATIVA DE PAVIMENTAÇÃO COM BLOCOS INTERTRAVADOS	41
5. RESULTADOS	41
5.1 CHUVAS EXTREMAS.....	42
5.1.1 Problemas ocasionados pelas enxurradas	44
5.1.2 Obras de contenção	45
5.2 ESTIMATIVA DE CRESCIMENTO DO MUNICÍPIO	45
5.3 PROPOSTA DE PAVIMENTAÇÃO COM BLOCOS INTERTRAVADOS.....	47
REFERÊNCIAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

As estradas fazem parte da vida da humanidade, desde os primórdios, com o avanço de novas conquistas, o desenvolvimento socioeconômico e o crescimento populacional vieram à necessidade de estradas melhores e que propiciem maior fluidez e rapidez no tráfego, assim, surgiram, as estradas pavimentadas a partir do uso de pedras lavradas a mão.

A construção de novas estradas traz também as questões ambientais, e os desafios de conciliar os avanços tecnológicos com as questões ambientais, o desenvolvimento da economia do local e a qualidade de vida.

A pavimentação asfáltica das vias exige sistemas de micro e macrodrenagem o que se torna um grande desafio para a administração pública. Uma vez que a impermeabilidade do pavimento contribui com a velocidade da água, causando grandes volumes de enxurradas, que segundo o MINISTÉRIO DAS CIDADES (2017), os desastres naturais urbanos mais comuns são os deslizamentos, as enxurradas e as inundações.

Assim, a pavimentação realizada com blocos intertravados de concreto, surge como uma alternativa para pavimentação de avenidas e ruas, bem como de estacionamentos e calçadas, considerando que a permeabilidade deste pavimento, contribui com o meio ambiente, diminui o volume das enxurradas e das erosões provocadas pelas mesmas.

Conforme a Associação Brasileira de Cimentos Portland (ACBP, 1998), pavimento com blocos de concreto, apresenta uma série de vantagens, em relação a pavimentação asfáltica, dentre elas, a agilidade e a facilidade na execução das obras, a eficiência e os benefícios na drenagem pluvial, uma vez que o espaçamento entre as peças permite a infiltração da água que é escoada para os lençóis freáticos, assim, o pavimento é acatado como sustentável, pois aumenta a penetração de água no solo com acúmulo de água na superfície, evitando enchentes.

A pesquisa busca analisar os custos benefícios entre a pavimentação utilizando blocos intertravados de concreto e a pavimentação asfáltica a fim de avaliar a substituição do concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ – asfáltico) pelo pavimento com blocos em concreto, especialmente em ruas, calçadas e estacionamento de condomínios, bem como em áreas públicas.

O crescimento das cidades propicia o aumento de condomínios residências, uma vez que os mesmos oferecem áreas residências restritas e com maior segurança. Os condomínios são de um modo geral regulamentado pela Lei 4.591/64 (Lei do Condomínio), com a regulamentação de alguns itens que consta nos artigos 1.331 a 1.358 da Lei 10.406/02 (Novo Código Civil) e na Lei 8.245/09 (Nova Lei do Inquilinato).

Entretanto, com a abertura de novos condomínios, surgem os problemas urbanos, o que inclui mobilidade, a necessidade de investimentos em novos sistemas de drenagem, ampliação dos sistemas de coleta de lixo, entre outros. Dentre as situações problemáticas pode-se destacar a infiltração e destinação de águas pluviais.

O município de Ariquemes encontra-se em grande desenvolvimento urbano e expansão dos Condomínios Residenciais. Diante do lançamento de um Condomínio surgem obras civis que são executadas, e a necessidade de pavimentação das vias, os impactos relacionados à pavimentação. A pavimentação das vias em condomínios é uma necessidade para atender os condôminos. Sejam condomínios grandes ou pequenos, faz-se necessário a avaliação dos impactos ambientais, provocados pelo mesmo, e a necessidade de análise da viabilidade da pavimentação com menor custo-benefício e durabilidade.

Para melhor entendimento, a pesquisa está dividida em assuntos específicos, primeiro aborda-se uma curta história da pavimentação com blocos e as técnicas utilizadas na antiguidade para a pavimentação com pedras.

Em seguida, expõe as principais características e vantagens da pavimentação com blocos, dentre elas a permeabilidade e os fatores que contribuem com o cuidado do meio ambiente e sustentabilidade, e as normas que orientam esse modelo de pavimento, bem como as características da pavimentação asfáltica.

E por último apresenta uma proposta baseada e fundamentada nos benefícios da pavimentação com blocos para o Condomínio Residencial Jardim Eldorado, e o custo benefício de acordo com a Tabela SINAP, desonerada 05/2020.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO

Identificar a viabilidade da pavimentação com uso de blocos intertravados em condomínios de Ariquemes.

2.2 OBJETIVO SECUNDÁRIO

- Analisar relação custo-benefício entre o pavimento com blocos intertravados ou pavimentação asfáltica;
- Comparar os sistemas de pavimentos, a fim de constatar o melhor a ser utilizado em condomínios de Ariquemes;
- Avaliar os custos com a aplicação dos pavimentos com Blocos Intertravados e com massa asfáltica, e propor a melhor opção a ser utilizada.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 BREVE HISTÓRICO DA PAVIMENTAÇÃO

O pavimento Intertravado, tem sido utilizado pela humanidade há muitos e muitos anos para a pavimentação de vias. Para entender melhor a importância dos pavimentos com blocos, faz-se necessário a compreensão de dados históricos que apontam como os povos perceberam a necessidade de construir caminhos, tornar locomoção mais fácil e encurtar os caminhos e vencer as distâncias entre os povoados e colônias.

Os pavimentos intertravados com origem nos pavimentos revestidos de pedras, adimplidos na Mesopotâmia há aproximadamente 5.000 anos a.C. foi muito utilizados desde 2.000 a.C. pelos romanos. A primeira evolução foi através do uso de pedras talhadas, que conhecemos como paralelepípedos. Porém a dificuldades de produzir artesanalmente essas pedras aliado ao pouco conforto em sua utilização motivou o desenvolvimento de peças pré-fabricadas de concreto. (PORTLAND, 2010).

Os primeiros pavimentos originaram de pedra brutas possuindo uma estrutura irregular que dificultava o trânsito de veículos de tração animal assim como o deslocamento de pessoas, mas pensando em melhorar essas condições os romanos

passaram a lapidar manualmente as pedras a fim de obter o melhor encontro entre elas.

No final do século XIX surgiu a pavimentação com blocos intertravados seguindo alguns conceitos dos romanos, mas foi após a Segunda Guerra Mundial que esse pavimento teve avanço.

De acordo com Wiebbelling, (2015, apud CRUZ, 2003) Os Etruscos foram considerados os povos pioneiros na construção de caminhos com objetivos no transporte de cargas assim como de pessoas entre as vilas e/ou colônias, povo este que dominou no período de 800 a 350 a.C. a Itália A pavimentação tinha como objetivo ligar grandes distâncias, e propiciar o conforto à locomoção. Nos revestimentos eram adicionadas pedras de mão e um material mais fino, proporcionando maior segurança as populações em decorrência da água pluvial na superfície.

Os caminhos de Roma foram construídos com conhecimentos baseado nos Etruscos, e foram utilizados os matérias disponíveis na época, conforme o clima, topografia do local e o grau de importância da via. Os revestimentos dos blocos eram feitos com a utilização de solos arenosos e pedras naturais. Para as vias mais movimentadas eram utilizadas pedras talhadas. Em 500 a.C, os romanos desenvolveram um pavimentos com bases granulares e pedra na camada de rolamento. (WIBBELLING, 2015).

Segundo Cruz (2003) “foi por volta do século 117 d.C o ápice do Império Romano”, entretanto desde os primeiros anos d.C. os Romanos já usufruíam poder e riquezas que contribuíram para a sua expansão e crescimento. Os romanos construíram seus caminhos de várias maneiras e formas diferentes, de acordo com os materiais disponíveis e a necessidade da via e expectativa de utilização, as pedras em formatos retangulares ou poligonais, geralmente eram utilizadas nas vias mais movimentadas da cidade, por apresentar mais resistência.

Inicialmente os caminhos foram construídos para diminuir as distâncias entre as províncias, com o desenvolvimento foram aprimorados, e construídos mais largos com objetivos militares, garantindo deslocamento mais rápido das tropas. Com desenvolvimento das colônias e conquistas do Império Romano, estes caminhos passaram a ser utilizados por civis, com finalidades econômicas e para transporte das riquezas de Roma (CRUZ, 2003).

Cruz, (2003, apud SHACKEL, 1990) afirma que “na pavimentação de peças fragmentada vem sendo aplicadas pelo homem desde a Idade Média” com o passar

dos anos esse sistema de pavimentação está se aperfeiçoando através de técnicas e processos de aperfeiçoamento em sua utilização.

“Outra importante característica das técnicas de pavimentação utilizadas pelos Romanos ficou demonstrada em escavações arqueológicas realizadas em 1887, em Londres, em famosas ruas da época da Idade Média, como por exemplo, a Watling Street, Ermine Street e Fosse Way Street. Nas escavações realizadas, foram encontradas estruturas compostas por três ou quatro camadas de materiais de diferentes espessuras e granulometrias” (CRUZ, 2003).

O uso de técnicas de escavações para a construção dos canais e vias foi disseminada pelas obras das vias Romanas o que contribuiu para a construção dos aquedutos em Roma e deu início ao conceito de sistemas de drenagem nas vias principais (CRUZ, 2003).

No século 150 a.C. foi descoberto na cidade Italiana de “Puzzeoli” um material conhecido na época como “puzzolana”. Rapidamente percebeu-se que este material utilizado em conjunto com a argamassa de cal e areia apresentava considerável resistência mecânica ao longo do tempo. Isto evoluiu para o que hoje se conhece como o cimento Portland (CRUZ, 2003).

Um dos exemplos das construções de vias com blocos intertravados na antiguidade, é Via Ápia que liga Roma ao Sul da Itália, construída com pedras talhadas em formato octogonal.

Figura 1 - Via Ápia, Pavimentação com pedras em formato octogonal.



Foto: Paul Hermans / Wikimedia Commons¹

Com o passar dos séculos, se tornou conhecido e usado o sistema de pavimentação com blocos, sendo aperfeiçoadas ao longo da história, através do

¹<https://guiaviajarmelhor.com.br/passeio-privado-para-via-apia-e-catacumbas-de-roma/>

processo evolutivo dos modelos e tipos de peças utilizadas com finalidades e objetivos diferenciados.

De acordo com Cruz (2003) existem evidências de tijolos de argila utilizados como revestimento na Mesopotâmia, há aproximadamente 5.000 anos, utilizados com técnicas de betume para vedação. No final do século XIX surgiram os primeiros fornos para queimar tijolos em temperaturas elevadas, o que resultou em maior resistência e durabilidade, técnicas utilizadas na Europa e na América.

Com base em dados da Fundação de Tecnologia do estado do Acre – FUNTAC², (1997) a cidade de Rio Branco/AC, utiliza da técnica de pavimentação feita blocos de tijolos de argila, para pavimentação desde 1940, isto porque a região apresenta disponibilidade de matérias para a produção de tijolos, e ausências de pedras. A pavimentação foi realizada com tijolos queimados por apresentar maior resistência ao desgaste e à compressão em decorrência do uso. O assentamento dos tijolos é feito diretamente sobre o terreno devidamente preparado nos termos geotécnicos permitindo uma superfície de rolamento segura, além de proporcionar resistência quanto a infiltração da água.

No século XVIII, surgiram os primeiros modelos de pavimentos com assentamentos de blocos em fileiras, do tipo espinha de peixe. Pode-se perceber que a preocupação em manter a unidade das peças e evitar o afastamento, era uma realidade nas pavimentações. No século XX, foi estabelecida a prática de unir as peças com argamassa de cimento ou uma combinação de areia e asfalto. Essa prática contribui para diminuir o barulho resultante do tráfego (CRUZ, 2003).

No Brasil, esse pavimento é mais reconhecido como paralelepípedos ou paralelos e pé de moleque. As peças do paralelos têm medidas aproximadas de 12x20x20(cm), respectivamente largura, comprimento e altura. Este tipo de pavimento foi muito utilizado desde a antiguidade, em 1820 foi utilizado para a pavimentação das ruas da cidade de Paraty/RJ e continua sendo utilizado no país nos nas cidades do interior assim como em áreas de baias de ônibus de grandes cidades. O assentamento ocorre sobre uma camada de areia espessa e mantendo as juntas entre peças com até 2 cm (CRUZ, 2003).

As pedras tipo paralelo são mais recentes do que as pé-de-moleque que foram trazidas pelos portugueses a partir de 1600. As pedras possui formatos irregulares e

² Disponível em: <http://funtac.acre.gov.br/>

com suas dimensões de até 50 cm são alocadas em terreno natural. Exemplos de utilização dos pavimentos de pedras pé-de-moleque podem ser vistos em cidades históricas como Paraty/RJ e Tiradentes/MG. Os portugueses realizaram essas obras com objetivo de facilitar o transporte do ouro explorado nas cidades mineiras de São João Del Rey, Ouro Preto e Tiradentes e transportado até Paraty/RJ para que fossem levadas de navio até Portugal (CRUZ, 2003).

Figura 2 - Centro Histórico de Paraty/RJ - Pavimento com pé de moleque.



Fonte: Google – Ruas de Paraty (2020)

Figura 3 - Paraty/RJ - Pavimento com bloco de pedra.



Fonte: Google – Ruas de Paraty (2020)

A Estrada Real que interligava as regiões de Minas Gerais a São Paulo e Minas Gerais a Rio de Janeiro era conhecida como o Caminho do Ouro, situada no Parque Nacional da Serra da Bocaina na Mata Atlântica utilizou da mão de obra dos

escravos para sua construção entre os séculos XVII e XIX a partir de caminhos utilizados pelos índios guaianazes, nos séculos XVII e XVIII, sendo que Paraty exercia a função de Entrepasto Comercial devido sua posição geográfica no chamado "Ciclo do Ouro".

Figura 4 - Caminho do Ouro



Fonte: <http://www.paraty.com.br/caminho.asp>

A construção da Calçada do Lorena ocorreu no fim do século XVIII, através de rochas escolhidas e trabalhadas manualmente foi a primeira ligação entre o litoral paulista e São Paulo de forma pavimentada, sendo utilizada para transportar produtos (MENDES³).

A construção visava melhorar a comunicação entre o litoral e São Paulo. Conhecida como "caminho do açúcar", a Calçada do Lorena também era um "caminho de tropeiros". O aperfeiçoamento do caminho até o mar, no fim do século XVIII, consolidou a dinâmica econômica de São Paulo (MENDES⁴).

³Disponível em: <http://www.historianet.com.br/conteudo/default.aspx?codigo=606>

⁴ Idem

Figura 5 - Calçada do Lorena



Fonte: sp.gov.br⁵

3.2 BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO

O concreto começou a ser utilizado como componente para a produção de objetos pré-moldadas no final do século XIX, tendo alguns registros de patentes na Europa antes do início da Primeira Guerra Mundial.

No entanto foi após a Segunda Guerra que passou a utilizar esse material em locais que passava por uma fase de reconstrução como Holanda e Alemanha, sendo que na Alemanha os blocos começaram a ser produzidos em grandes fabricas tendo a década de 70 como destaque pelo grande impulso, mesmo período que chegou no Brasil.

Os blocos passaram a ter espaço no Brasil no período de 1990, período que já era considerado comum no continente Europeu, em locais de calçamento ou vias.

⁵ Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/pesm/atrativo/calçada-do-lorena/>

Além de grande parte dos países da Europa, nos anos de 1960, pavimentos com blocos de concreto já estava consolidado comercialmente nas Américas Central e do Sul e África do Sul. Nos Estados Unidos, Japão, Austrália e Nova Zelândia teve seu desenvolvimento na década de 1970 (CRUZ, 2003).

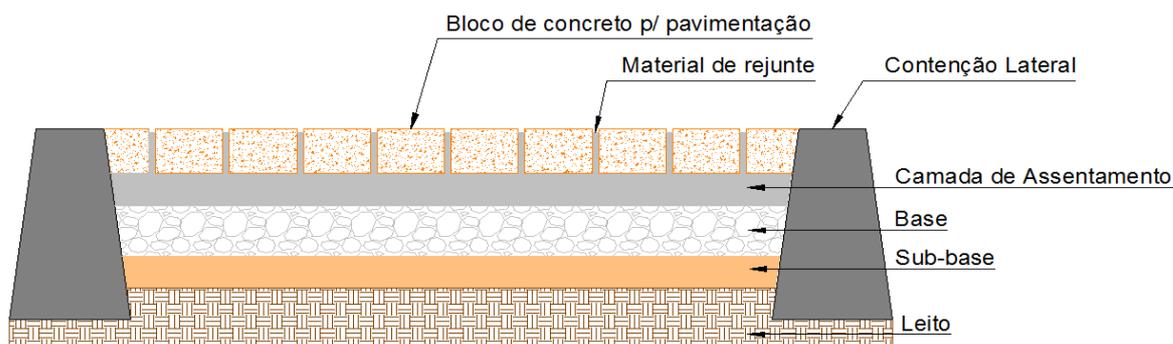
De acordo com a TETRACON (2020), a popularidade do pavimento intertravado teve destaque nas últimas décadas e surgiu como uma alternativa para vários países devido sua praticidade, sua versatilidade e sua economia em relação a outras pavimentações, aliado com a preocupação ambiental e a sustentabilidade na construção civil, foi primordial no desenvolvimento desta pavimentação.

Pavimento intertravado colabora com a permeabilidade no local de sua instalação permitindo a drenagem das águas pluviais além de permitir a execução de obras racionais e mais limpas.

Com as vantagens desta pavimentação, blocos intertravados de concreto, permite mais espaço deste produto junto a construção civil. Inicialmente eram semelhantes a um bloco de tijolo, porém foi no período de 1950 que as peças passaram a ser aprimoradas surgindo novos formatos e modelos possibilitando a criação de projetos mais criativos e ousados. Tornando-se na área da construção como uma excelente solução devido ao seu desempenho, sua estética agradável e versátil além dos baixos custos (TETRACON, 2020).

A estrutura do pavimento com blocos, formada por camadas típicas de revestimento, a conforme a figura 6 indica as formadas pela sub-base, base, seguida da camada de assento, as juntas devem ser preenchidas por material granular de rejuntamento, o que proporciona o intertravamento do sistema, é capaz de suportar cargas e tensões do contato provocado pelo tráfego, o que garante durabilidade e melhor estabilidade e resistência (ABNT – NBR 9781: 2013).

Figura 6 - Componentes para o pavimento com bloco de concreto



Fonte: Caderno Técnico de composições para pavimento intertravado (2017).

A ABNT NBR 15953:2011, visa estabelecer os requisitos necessários para execução e orientações da aplicabilidade da pavimentação intertravada de concreto destinada ao tráfego de pedestres e veículos e locais de armazenamento de objetos.

Base – Camada cujo objetivo é distribuir e resistir todos esforços verticais provenientes dos veículos e o revestimento se constrói acima desta etapa.

Sub-base – Tem objetivo de corrigir a camada do subleito, ou complementar quando necessário à base, caso não seja recomendado a construção diretamente acima do leito adquirido com a terraplenagem.

As orientações quanto à regularização do subleito, materiais para a construção dos blocos de concreto, materiais para a base a ser pavimentada de acordo com os requisitos e especificações, e execução das camadas de pavimentação são detalhadas nas normas abaixo.

ABNT NBR 12307:1991 - Regularização do subleito - Procedimento

ABNT NBR 11798:2012 - Materiais para base de solo-cimento - Requisitos

ABNT NBR 11803:2013 - Materiais para base ou sub-base de brita graduada tratada com cimento - Requisitos

ABNT NBR 11804:1991 - Materiais para sub-base ou base de pavimentos estabilizados granulometricamente – Especificação

ABNT NBR 11806:1991 - Materiais para sub-base ou base de brita graduada – Especificação.

ABNT NBR 15115:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.

3.2.1 Características dos blocos intertravados de concreto

A ABNT (NBR 9781: 2013) Define os requisitos específicos para as características e formatos das peças de concreto. As peças podem ser fabricada em varios formatos, e agrupadas de acordo com o formato:

Tipo I - Peças de concreto com formato próximo ao retangular, com relação comprimento/largura igual a dois, que se arranjam entre si nos quatro lados e podem ser assentadas em fileiras ou em espinha de peixe.

Tipo II - Peças de concreto com formato único, diferente do retangular que só podem ser assentadas em fileiras.

Tipo III - Peças de concreto com formatos geométricos característicos, como trapézios, hexágonos, triedros etc., com pesos superiores a 4 kg.

Tipo IV - Conjunto de peças de concreto de diferentes tamanhos, ou uma única peça com juntas falsas, que podem ser utilizadas com um ou mais padrões de assentamento.

A ABNT (2013) define ainda as dimensões e tolerâncias das peças de concreto, as quais devem atender aos seguintes requisitos:

- a) medida nominal do comprimento de no máximo 250 mm;
- b) medida real da largura de no mínimo 97 mm na área da peça destinada à aplicação de carga no ensaio de resistência à compressão, (conforme especificado no anexo A, da norma)

Nota-as peças de concreto utilizadas no ensaio de resistência à compressão podem apresentar pontos com largura inferior a 100 mm, desde que possua uma área plana isenta de rebaixos e juntas falsas onde possa ser inscrito um círculo de 85 mm de diâmetro.

- c) medida nominal da espessura de no mínimo 60 mm, especificada em múltiplos de 20 mm;
- d) tolerâncias dimensionais conforme especificado na Tabela 1;
- e) o índice de forma (IF) para peças de concreto utilizadas em vias com tráfego de veículos ou áreas de armazenamento deve ser menor ou igual a 4.

Tabela 1 - Tolerância dimensionais das peças de concreto (mm)

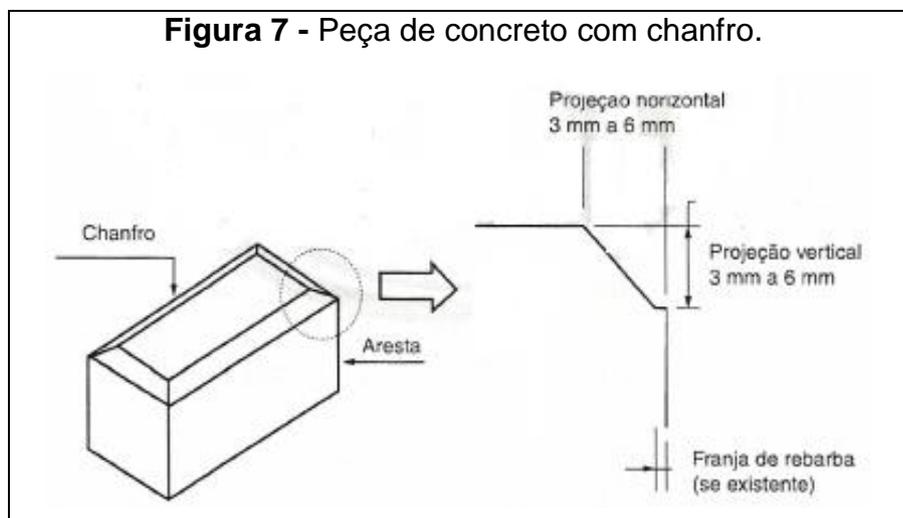
Comprimento	Largura	Espessura
±3	±3	±3

Fonte: ABNT NBR 9781 (2013)

O espaçamento das peças de concreto devem obrigatoriamente ter espaçador incorporado, devendo atender os requisitos exigidos pela ABNT NBR 15953, em relação à espessura e juntas.

Quanto as definições das especificações do chanfro das peças de concreto, a ABNT (2013), afirma que os chanfros dependem da aparência construtiva, capacidade estrutural e do conforto na camada de rolamento, podendo ser empregadas peças sem chanfro. Entretanto as peças de concreto chanfradas, devem apresentar, tanto na projeção vertical como na projeção horizontal, no mínimo 3mm e

no máximo 6mm, (conforme figura 7) além de apresentar cantos regulares tanto nas paredes laterais e como nas faces superiores e inferiores. E apresentar um ângulo de inclinação igual a 90°.



Fonte: ABNT NBR 9781 (2013)

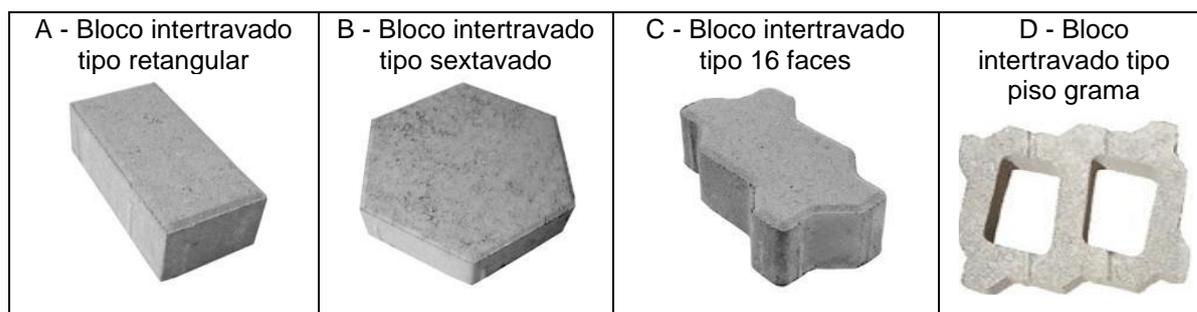
A norma (NBR 9781: 2013), define ainda, que as características de resistência da peça à compressão, devem ser determinadas conforme as especificações do anexo A da norma e atender as especificações conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Resistência característica à compressão.

Solicitação	Resistência característica à compressão (f_{pk}) aos 28 dias MPa
Tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais de linha	≥ 35
Tráfego de veículos especiais e solicitações capazes de produzir efeitos de abrasão acentuados	≥ 50

Fonte: ABNT NBR 9781 (2013)

As peças de concreto só podem ser utilizadas após um período de 28 dias da fabricação conforme Tabela 2, pois é necessário esse período para que a peça apresente no mínimo 80% do f_{pk} final possibilitando sua instalação sem causar danos.

Figura 8 - Modelo de blocos de concreto

Fonte: Caderno Tecnico de composições para pavimento intertravado (2017).. – Adaptado pelo autor

Cruz, (2003, apud HALLACK, 2000) define o “intertravamento dos blocos de concreto como sendo a capacidade que os blocos tendem a resistir aos movimentos de deslocamento, independente se for na vertical, horizontal, de rotação ou giração com base nas peças laterais”. O autor escreve ainda que, os blocos de intertravamento podem ser caracterizados em três tipos: Horizontal - nesse tipo de intertravamento a peça não se move horizontalmente com relação às peças ao lado independente do tipo de modelo de assentamento.

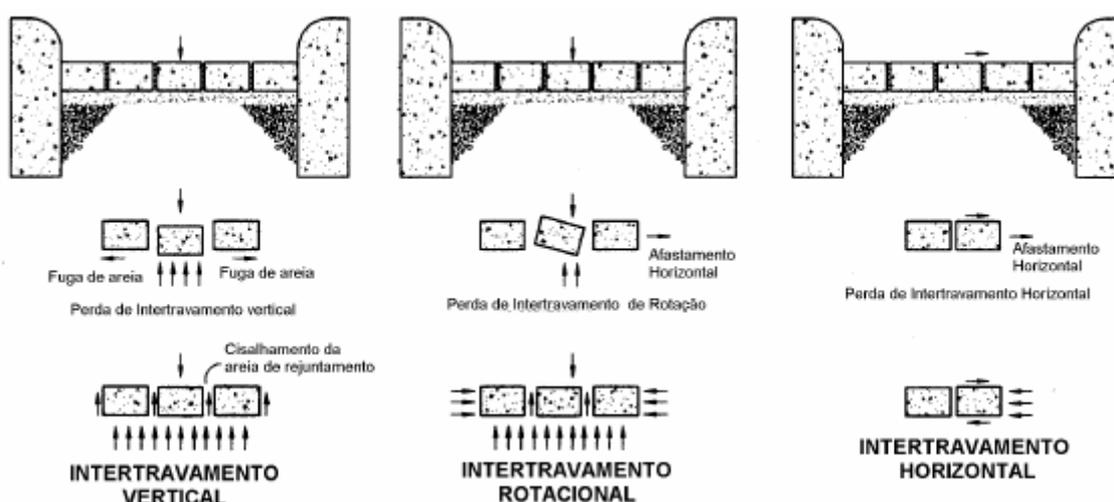
Segundo (CRUZ, 2003 apud KNAPTON, 1996) o formato da peça e arranjo do assentamento, contribui com que os esforços de cisalhamento horizontal sejam distribuídos conforme a ação do tráfego, especialmente em locais de frenagem.

Relacionado ao modelo, vertical, de igual modo as peças não se movem verticalmente em direção às peças vizinhas. Esse resultado é obtido em virtude dos encaixes reentrantes uma a uma, quando é inserida sobre as peças uma carga vertical, ocorre um encontro tipo macho-fêmea, que dissemina os esforços nas peças proximas. O intertravamento vertical não depende dos moldes das peças. É contraído através da malha de juntas pelos grãos de areia compactados lateralmente e a estabilidade da base do pavimento de assentamento (CRUZ, 2003).

O tipo Rotacional ou Giratório, assim como o horizontal e o vertical as peças não se movem em direção às peças vizinhas, e também são incapazes de girar em relação ao próprio eixo. O confinamento das peças intertravadas uma na outra, gera a estabilidade. Este fenômeno é provocado especialmente pelo tipo da frequência do tráfego, em áreas de aceleração, frenagem e ou tensões radiais dos pneus em trechos de curvas. Esse resultado é obtido mediante a qualidade das peças de blocos utilizadas e da qualidade da areia utilizada para a pavimentação (CRUZ, 2003).

A Figura 9 exemplifica os tipos de intertravamento, horizontal, vertical, e rotacional ou giratório e sua relevância no comportamento das peças de blocos assentados, o que influencia diretamente no desempenho do pavimento.

Figura 9 - Tipos de intertravamento



Fonte: Cruz, 2003, apud ICPI, 2002

As peças de modelo tipo grelha não possui intertravamento de nenhuma forma e são indicadas para uso em locais gramados. São utilizadas quando se pretende obter efeitos arquitetônicos aliados a permeabilidade, principalmente em calçadas e entrada de garagem. Os pisogramas como são conhecidos, tem sua utilização com objetivo de proteger os locais gramados que sofre com a ação do tráfego de veículos e/ou pedestres.

Segundo Johnston, 2001 no dimensionamento do pavimento durante a fase do projeto é necessário estabelecer um período de vida útil, visto que o tempo aliado a fatores externo pode comprometer a capacidade estrutural, acelerando assim sua deterioração.

A definição do modelo e a espessura dos blocos assim como a base, sub-base, coeficiente de Poisson, modulo de elasticidade e subleito são fatores importantes para ser realizado os cálculos das tensões e deformações aplicadas no pavimento sendo só assim possível estimar a vida útil.

3. 2.2 Vantagens dos pavimentos com blocos intertravados de concreto

Segundo a Associação Brasileira de Cimentos Portland (ACBP, 1998), A pavimentação utilizando peças de concreto são vistas como um recurso alternativo, devido a maior rapidez para a execução da obra e vantagens econômicas, em vias urbanas, pátios de manobra e estacionamento, vias internas de fábricas, hospitais, colégios. Entre as características básicas do pavimento articulado de concreto ressaltam-se as seguintes:

- Custo reduzido de manutenção, pois quando necessário remover blocos de determinada local pavimentado, aproximadamente 95% das peças retiradas podem ser reaproveitadas;
- O pavimento pode ser utilizado imediatamente após o fim construção, sem risco de ter perda de tempo de vida útil devida ao período de cura, período necessário em outros tipos de pavimentos;
- A facilidade de assentamento das peças, não exige a utilização de mão de obra especializada, contribuindo com os fatores de;
- Proporciona bom acabamento na superfície de rolamento em velocidades de no máximo 80 km/h;
- A industrialização permite que seja reduzido os custos e com qualidade controlada;
- Devido aos diversos formatos e cores apresenta inúmeras possibilidades estética (ACBP, 1998).

Ainda de acordo com ACBP (1998), as vantagens da pavimentação que utiliza blocos de concreto são amplas, e abrangem o fator econômico da fase inicial da obra à manutenção, no processo de assentamento dos blocos dispensa o uso de cimento ou argamassa, uma vez que são assentados diretamente sobre as bases de areia.

O assentamento das peças será sempre composto de areia, possuindo um limite máximo de 5% de argila e silte (em massa) e a porcentagem de material retido na peneira 4,8 mm é de no máximo 10%. A ACBP (1998) recomenda o enquadramento da areia na faixa granulométrica, conforme a Tabela 3.

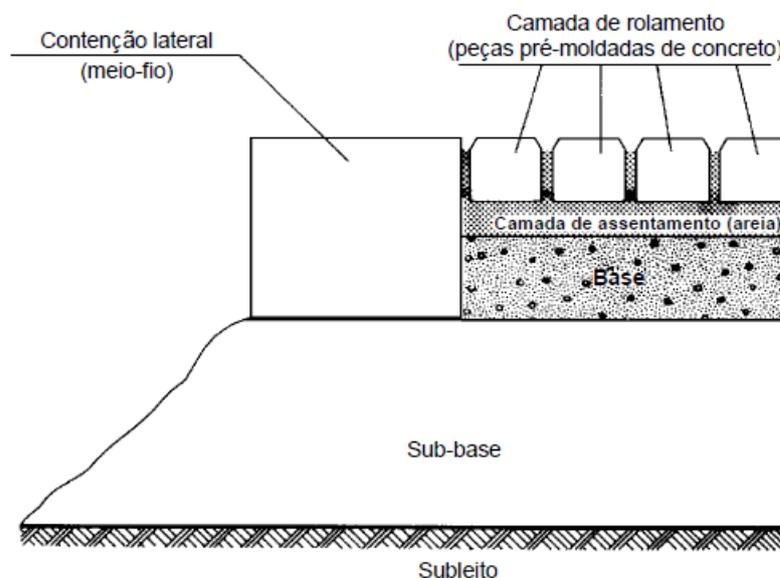
Tabela 3 - Faixa granulométrica indicada na camada de assentamento das peças

Abertura de peneira (mm)	Porcentagem que passa, em massa (%)		
9,50	100		
4,80	95	a	100
1,20	50	a	85
0,60	25	a	60
0,30	10	a	30
0,15	5	a	15
0,075	0	a	10

Fonte: ACBP (1998)

A ACBP (1998) esclarece que os blocos de concreto formam a camada de rolamento, sendo que a sua construção envolve três etapas: colocação, acabamento nas bordas de meios-fios ou em qualquer interrupção encontrada no pavimento (caixas de inspeção, bueiros etc.) e sobre as peças deve ser feito a vibração na área já executada. A instalação das peças deve evitar o deslocamento assentadas, as irregularidades na camada de areia, e atentar se estão bem alocadas e ajustadas. A distância necessária entre as peças é na ordem de 2 mm a 3 mm, não sendo superior a 5 mm. Nos acabamentos junto aos meios-fios e/ou interrupções no pavimento (caixas de inspeção, bueiro etc.), emprega-se peças cortadas, conforme apresenta as Figuras 10 e 11.

Figura 10 - Pavimento com bloco de concreto



Fonte: ACBP (1998)

O pavimento que utiliza blocos intertravados de concreto apresenta como benefício a facilidade para execução da obra, eliminando a necessidade de utilização de grandes equipamentos e mão de obra com alto nível de qualificação, já que as peças são construídas em modelos padronizados para o encaixe, dispensa o tempo de secagem liberando o tráfego logo após o final da execução das peças.

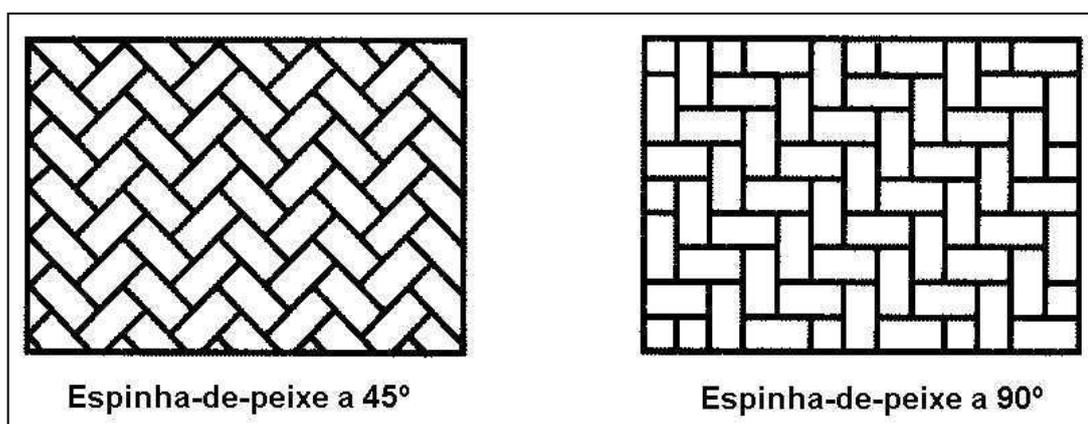
Figura 11 - Fase de construção - Bloco Retangular - Espinha de Peixe



Fonte: Tetracon⁶

Quanto ao modelo de assentamento e o tipo de arranjo para o assentamento dos blocos, é o que definirá o aspecto estético do pavimento. Cruz (2003) afirma que “não existe consenso entre pesquisadores sobre a interferência do formato dos blocos no desempenho dos pavimentos, mas há concordância com relação ao fato de que o arranjo influi na durabilidade”. O boletim técnico do ICPI 2003, recomenda que nas áreas de tráfego de veículos, deve-se utilizar o arranjo tipo espinha-de-peixe, esse modelo conforme as Figuras 12 e 13 apresenta melhores resultados de intretrovamento e melhor performance estrutural (CRUZ, 2003).

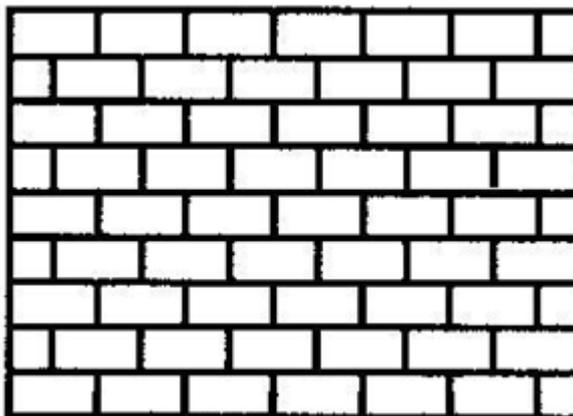
Figura 12 - Assentamento tipo espinha de peixe



Fonte: Cruz, 2003

Figura 13 - Assentamento tipo fileiras

⁶ Disponível em: <https://tetraconind.com.br/blog/a-historia-do-paver-o-pavimento-intertravado-pelo-mundo/>



Fonte: Cruz (2003)

O pavimento com blocos de concreto, apresenta inúmeras vantagens, além das facilidades e agilidade para a execução, pode-se destacar a eficiência e os benefícios na drenagem pluvial, considerando que o espaçamento entre as peças permite a infiltração da água que é escoada para os lençóis freáticos, assim, o pavimento é denominado como sustentável (ACBP, 1998).

De acordo com ACBP, (PR-2) nos pavimentos de baixa permeabilidade ou impermeáveis, a escoamento da água ocorre de forma muito rápida, em virtude da falta de permeabilidade do pavimento, a água superficial depende dos sistemas de micro e macrodrenagem, em especial as águas decorrente das chuvas, o que pode contribuir para causar de enchentes.

Os pavimentos com blocos, evitam esse tipo de escoamento superficial, uma vez que o sistema de permeabilidade garante que praticamente 100% da água sejam infiltradas no solo através de sua estrutura, ou ser transportada pelos sistemas auxiliares de drenagem (ACBP, PR-2).

Para obtenção de melhores resultados quanto à permeabilidade do pavimento, ao elaborar a estrutura do pavimento deve-se considerar a intensidade e o volume da chuva no local, as condições e as características do solo, e em especial as fases do ciclo hidrológico, assim como as políticas de reaproveitamento da água (ACBP, PR-2).

Segundo a PR-2 (ACBP), para o dimensionamento de drenagem, aplica-se o coeficiente de escoamento “runoff”, utilizada para o cálculo de vazão máxima da contribuição da bacia, conforme a equação $Q=Cia$, onde:

Q = vazão
 c = coeficiente de escoamento
 i = intensidade de precipitação local
 A = área local (PR-2, ACBP)

A parcela de água que escoar através superfície é chamada de “deflúvio superficial” ou “run-off”. Os valores de escoamento superficial, são variáveis de acordo com o tipo do pavimento. Por exemplo, um estacionamento com pavimento asfáltico o valor representa cerca de 95% de escoamento superficial, enquanto que nos pavimentos permeáveis podem apresentar coeficientes inferiores a 0,05, uma vez que o próprio terreno pode ser utilizado como um pavimento. A redução do coeficiente de escoamento é o objetivo dos pavimentos permeáveis, resultando em áreas úteis com valor de “ c ”, ou seja abaixo das regiões de parques, mata e campos esportivo. (PR-2, ACBP), Conforme os valores de coeficiente “ c ” na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores de Referência do coeficiente "c"

Zonas		Coeficiente de escoamento
1	de edificação muito densa	0,70 a 0,95
2	de edificação não muito densa	0,60 a 0,70
3	de edificações com poucas superfícies livres	0,50 a 0,60
4	de edificações com muitas superfícies livres	0,25 a 0,50
5	de subúrbios com alguma edificação	0,10 a 0,25
6	de matas, parques e campos de esportes	0,05 a 0,20

Fonte: ACBP, PR-2, (apud WILKEN, 1978)

De acordo com os dados da Tabela 5, uma área de pavimentação permeável, bem elaborada e dimensionada, pode apresentar desempenho acima comparando com uma área de vegetação, caso a mesma apresente compactação no solo. Estudos realizados na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), apontam que áreas livres de pavimentação nem sempre apresentam coeficientes com faixa entre 0,05 a 0,20, isto porque, com a compactação do solo e a ausência de vegetação, contribuem para o aumento do volume e da velocidade do escoamento da água (PR-2, ACBP).

Tabela 5 - Coeficiente de escoamento pelas superfícies

Revestimento	Chuva total (mm)	Escoamento total (mm)	Coeficiente de escoamento
Solo compactado	18,66	12,32	0,66
Paralelepípedos	18,33	10,99	0,60
Bloco de concreto	19,33	15,00	0,78
Concreto	18,33	17,45	0,95
Blocos vazados	18,33	0,5	0,03
Concreto poroso	20,00	0,01	0,005

Fonte: ACBP, PR-2, (apud ARAÚJO,1999)

A velocidade com que a água infiltre depende da área das aberturas e dos materiais utilizados no rejuntamento, assim como nos materiais da camada de assentamento, da base, da sub-base e do subleito ou também do sistema de drenagem. As peças feitas em concreto precisam atender as condições da norma ABNT NBR 9781, 2013 (ACBP, PR-2).

No que tange à trafegabilidade, pode-se observar que os blocos de concreto, são naturalmente antiderrapante, o que oferece maior segurança especialmente para deficientes visuais, cadeirantes e pedestres, isto porque é possível a instalação de peças com relevos. Em relação aos veículos especialmente em trechos que apresentam sinuosidade o pavimento contribui para estabilidade no tráfego, quando levado em consideração a outros tipos de pavimentos (ACBP, 1998).

Outro benefício da pavimentação com blocos de concreto é manutenção, quando comparado com outros pavimentos, isso ocorre porque em caso de quebra da peça, a mesma é facilmente substituída, em caso de remissão as peças permite serem reutilizadas, fatores que contribuem com as ações de preservação ao meio ambiente, menor consumo de materiais, além da reciclagem das peças quebradas. A capacidade de reaproveitamento permite além da reutilização das peças no mesmo local ou realoca-las, o que reduz a geração de entulhos de Resíduos da Construção e Dejeitos de obras (RCD).

A opção pelos pavimentos com blocos intertravados, corresponde à escolha de um pavimento com menor energia embutida ou seja, irá gerar menor consumo energético durante a vida útil do material quando levado em consideração os demais

tipos de revestimento, sendo esta uma vantagem de grande relevância ao considerarmos a preservação da qualidade do meio ambiente e da vida.

Quando há necessidade de reparos em tubulações, o pavimento com blocos também oferece maior facilidade para a execução do serviço, uma vez que os blocos podem ser facilmente removidos, o que proporciona baixo custo de manutenção.

Outro benefício da pavimentação com blocos de concreto e sua coloração mais clara resultando em uma absorveção menor de calor proporcionando temperaturas mais amenas. Com isso reduz as ilhas de calor na perimetro urbano gerando um maior conforto as pessoas que transitam no local. Outro fator econômico dos blocos é o fato de refletir a luz a com mais intensidade, permitindo uma economia no consumo de energia. O que faz desse sistema de pavimentação uma opção viavel para municípios que procuram investir na fabricação de peças para a pavimentação de ruas, calçadas e praças, bem como o incentivo a população à adesão do sistema de pavimentação para uso em calçamentos privados em condominios residenciais e obras afins.

Os blocos vazadosde concreto, (conforme a Figura14) são indicados para calçamentos com plantio de gramas, por oferecer facilidade na drenagem da água, tanto pluvial como de regas de jardim e limpeza de calçadas.

Figura 14 - Bloco vazados de concreto - Pisograma



Fonte: Cimento Mauá (2008)

De acordo com Pereira (2019) as cargas solicitadas ao pavimento são distribuídas através dos blocos e resistidas em conjunto. O autor reforça ainda, que os pisos intertravados permite a sua utilização em pavimentação de ruas,

estacionamento e acessos internos, passeios e calçadas, sendo que suas extremidades deve ser inserido contenções que visa fixar as extremidades, provocando o travamento total das peças.

Os pisos intertravados dividem-se no formato retangular, no formato único, no formato geométrico característico. Qualquer um dos modelos utilizados, são fabricados em moldes com no máximo 25cm de dimensões (largura e comprimento), sua espessura mínima é de 6cm e sua resistência mínima é de 35 Mpa para tráfego de pessoas, veículos leves e pesados (NBR-9781, 2013).

A regulamentação para fabricação das peças deste tipo de pavimento é feita através da NBR-9781:2013. As vantagens do pavimento intertravados vão desde a estética, que podem gerar desenhos e formatos geométricos, além de oferecer segurança e estabilidade para pedestres e veículos. Esses pisos tem como objetivo a resistência e a distribuição dos esforços ao subleito, melhorando as condições de segurança e rolamento (TECNOSIL, 2017).

O uso dos blocos reduz ainda o risco de carros aquaplanagem em vias, sendo esse mais um ponto positivo para uso do material. De acordo com a TECNOSIL (2017) um fator voltado à sustentabilidade ligada aos blocos é a capacidade de reflexão de luz do pavimento intertravados que se comparado ao asfalto comum, o pavimento intertravado possibilita a realização mais rápida da obra, além de permitir sua utilização imediatamente após sua instalação.

Os benefícios da utilização deste tipo de pavimento o tornam ambientalmente correto, muito embora ele não seja tão utilizado como deveria.

3.3.1 Pavimentação asfáltica

Um dos mais versáteis e antigos utilizado pelo homem nas construções é o asfalto. A aplicação desse material é utilizada da agricultura a indústria. O seu uso na pavimentação é um dos mais antigos e importante. Para grande parte do mundo o revestimento é realizado com a pavimentação asfáltica. O Brasil, possui aproximadamente 95% de suas estradas e grandes partes de suas vias urbanas utilizando os revestimentos asfálticos (BERNUCCI, et al, 2010).

Segundo Bernucci (et al, 2010) Existe diversos motivos que justifica o uso intensivo do asfalto nas pavimentação, sendo: proporciona excelente união dos agregados, atuando como ligante que admite controlar a flexibilidade; é um

impermeabilizante durável que resiste à ação de grande parte dos ácidos, dos álcalis e dos sais, permite sua utilização aquecido ou emulsionado, em diversas combinações de esqueleto mineral, com ou sem aditivos.

As definições e conceitos são empregadas com base no material:

- Betume: é uma mistura de hidrocarbonetos solúvel no bissulfeto de carbono;
- Asfalto: é uma mistura de hidrocarbonetos provenientes do petróleo de forma natural ou por destilação, onde o principal componente é o betume, que pode conter outros materiais, como nitrogênio, oxigênio, e enxofre, em pequena proporção;
- Alcatrão: é uma denominação genérica de um produto que possui hidrocarbonetos, que é obtido da queima ou destilação do carvão, madeira etc (BERNUCCI, et al, 2010).

O Cimento Asfáltico de Petróleo no Brasil é denominado de CAP, produto semi-sólido a temperaturas baixas, viscoelástico na temperatura ambiente e líquida a altas temperaturas (BERNUCCI, et al, 2010).

Segundo Bernucci (et al, 2010) A característica de termoviscoelasticidade do material mostrar-se no comportamento mecânico, sendo suscetível ao tempo, à velocidade e à intensidade do carregamento, e à temperatura de serviço. Esse comportamento termoviscoelástico é mais frequentemente assumido do que o termoviscoplastico, com aproximação da real conduta do material. O CAP é um material com alto índice de solubilidade em benzeno, tricloroetileno e/ou em bissulfeto de carbono.

O processo de produção se dá pelo processamento do petróleo bruto ou cru, nas refinarias. A escolha do petróleo é o que pode resultar na qualidade do asfalto, e onde será utilizado de acordo com as especificações para uso em pavimentação, realizado através da avaliação de vácuos de petróleo. Esse processo avalia pelo menos cinco resíduos em diferentes temperaturas, realizadas no laboratório do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Américo Leopoldo Miguez de Mello (CENPES), com os diversos tipos de petróleo, sendo que os resíduos devem ser identificados tanto quimicamente, quanto aos requisitos das especificações europeias, brasileiras e americanas Superpave do CAP. Com base nos resultados obtidos, podem-se identificar as características dos resíduos intermediários, pesados ou mais leves, podendo construir gráficos de penetração contra o ponto de amolecimento, curvas de propriedades *versus* temperaturas de corte, e penetração *versus* viscosidade a 60°C. A comparação dos resultados com base nas especificações e nos critérios internos da Petrobras indica se o petróleo está adequado ou não para produzir cimentos

asfálticos de petróleo e ainda determinação das temperaturas de corte apropriadas à obtenção dos diversos tipos de CAP (BERNUCCI, et al, 2010).

Para se obter bom desempenho e maior durabilidade dos revestimentos asfálticos, depende da elaboração do projeto, com atenção às realidades climáticas de região, adoção de procedimentos corretos em todas as etapas que vão desde a pavimentação estrutural, escolha adequada de materias e formulações de proporções e misturas que atendam os requisitos do revestimento , e as técnicas adequadas para a produção, distribuição e a execução das camadas asfálticas (BERNUCCI, et al, 2010).

3.3.2 Pavimento usinado a quente - CBUQ

Os pavimentos mais utilizados são os revestimentos em concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ – asfálticos) que provocam impactos expressivos no meio ambiente. É considerado flexível em comparação aos pavimentos em concreto armado, ele se caracteriza por não romper e é composto principalmente de materiais betuminosos. A sua base pode ser composta por diversas camadas, dividindo-se em: subleito, sub-base, base e revestimento. Para Araújo et. al. (2016) seus esforços são distribuídos verticalmente.

O CBUQ é composto por agregado miúdo, agregado graúdo e um ligante. A mistura do ligante com os agregados é realizada através de uma usina de asfalto a quente e com caminhões específico para o transporte é levado até o local que possa ser feito o lançamento da mistura para posteriormente ser compactada por rolos com objetivo de atingir a densidade de projeto. (CNASFALTOS, 2020) a Figura 15 mostra o processsi de execução da obra de pavimento com asfalto CBUQ.

Figura 15 - Construção de pavimento com asfalto CBUQ



Fonte: CN Asfaltos⁷

Os agregados necessitam ser manuseados e estocados evitando a contaminação e minimizando sua degradação e segregação. A área de estocagem deve ser limpa para a prevenção da contaminação do agregado. O ligante asfáltico tem ser mantido fluido suficientemente a fim de se movimentar através das tubulações para ser utilizado na usinagem. Para isso, a circulação de óleo elétrico ou térmico são itens fundamentais no sistema de aquecimentos dos tanques. É necessária atenção especial quanto às temperaturas de estocagem usinagem de ligantes asfálticos, pois quando superaquecidos os materiais podem sofrer algumas degradação térmica que por sua vez pode levar à perda das suas características aglutinantes (BERNUCCI, et al, 2010).

Para escolha deste tipo de pavimento é necessário observar os aspectos econômicos, cultura do local e as características, os diferentes tipos de solo e situações climáticas, o tempo de vida útil do pavimento e a predisposição a fadiga e manutenção.

Entretanto, a preocupação com os empreendimentos que consideram os conceitos de sustentabilidade em sua concepção, este tem sido um fator é imprescindível para aquisição do imóvel, por esta razão, as construtoras estão cada vez mais atentas quanto aos conceitos de desenvolvimento sustentável, qualidade do ambiente, eficiência energética e a qualidade de vida dos futuros moradores do imóvel.

⁷Disponível em: <http://cnasfaltos.com.br/2019/07/12/programa-asfalto-novo-2-2/>

4. METODOLOGIA

A pesquisa é baseada como exploratória, por proporcionar familiaridade com o problema em foco, além de torná-lo explícito e possível de construir hipóteses. A pesquisa envolve levantamento bibliográfico e análise de modelos que estimula a compreensão (GIL, 2007).

A metodologia baseou-se na ABNT – NBR 9781, (2013) que define as especificações das peças de concreto utilizadas na pavimentação, no Manual de Pavimentação intertravados: Passeio Público da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 2010 e Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros, 2010, dentre outros autores que delineam a criação de planos de gerenciamento e sustentabilidade na execução de Pavimentação com Blocos Intertravados e no Regulamento do Plano de Pavimentação instituído pelo Município de Ariquemes-RO.

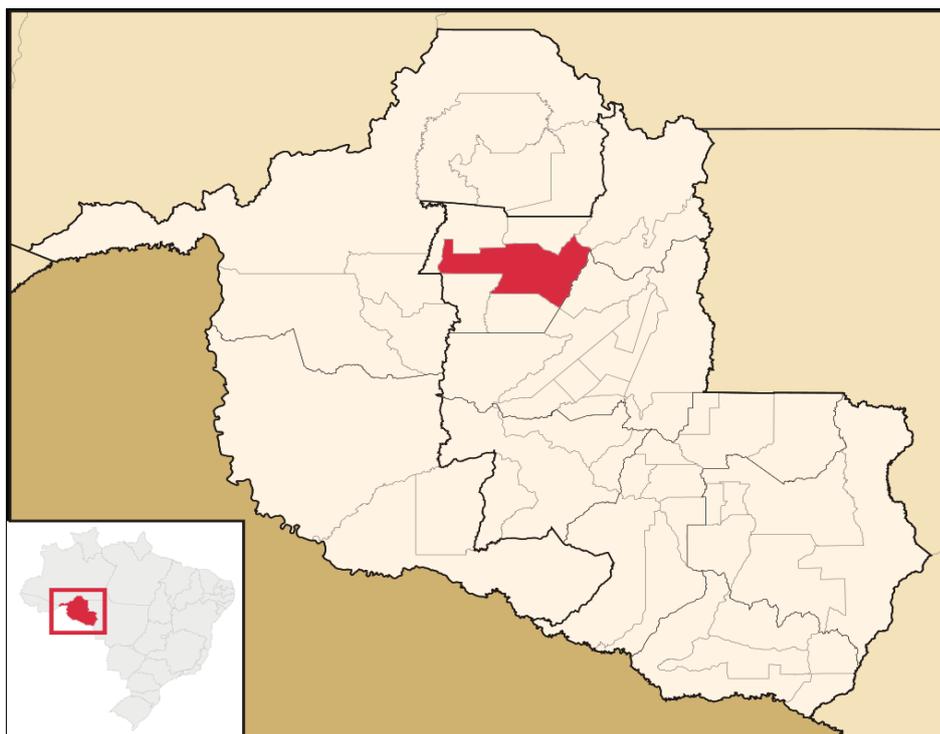
4.1 CAMPO DE ATUAÇÃO

O campo de atuação dessa pesquisa se deu no Condomínio Residencial Eldorado, lançado pela Construtora VANVERA, no município de Ariquemes. Localizado,⁸ na região norte do País no estado de Rondônia, a 09°54'48 de latitude, sul e a 63°02'27 de longitude oeste, com altitude de 142 metros e uma área territorial de 4.426,6 km². Na porção centro-norte do estado, aproximadamente 200 quilômetros de Porto Velho com população de 106.168 habitantes, conforme dados do IBGE de 2019.

Com objetivo de observar e analisar os benefícios das obras de pavimentação, desde a execução do processo construtivo da pavimentação ao acabamento, bem como o custo-benefício, uso adequado de materiais e preservação do Meio Ambiente. A Figura 16 apresenta a localização do município no Estado.

⁸IBGE 2019

Figura 16 - Localização do município de Ariquemes-RO



Fonte: Google Maps (2020)

A Figura 17 apresenta a localização do Condomínio Residencial Eldorado, no município de Ariquemes.

Figura 17 - Localização do Condomínio Residencial Eldorado



Fonte: Localização Condomínio Residencial Eldorado⁹

⁹ Disponível em: Localização Condomínio Residencial Eldorado. Disponível em: <https://www.ariquemesagora.com.br/noticia/2019/09/09/vanvera-realiza-grande-lancamento-do-condominio-do-residencial-eldorado.html>

4.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados abrange momentos específicos, cujo objetivo foi construir um referencial teórico que possibilite clareza e esclarecimento quanto ao tema proposto. Através da pesquisa, pretendeu-se construir as bases conceituais, e solidificar os indicadores que comprovam a pesquisa de campo.

Foi realizada através de empresas que realizam a pavimentação, bem como o acompanhamento do desenvolvimento das obras de pavimentação no Condomínio Residencial Eldorado, administrada pela Construtora Imobiliária VANVERA.

4.3 VISTORIAS NO CONDOMÍNIO RESIDENCIAL ELDORADO

A vistoria se deu através de visitas técnicas no canteiro de obras da construção do pavimento no Condomínio Residencial Jardim Eldorado. Para obter os resultados propostos, foram realizadas pesquisas com empresas responsáveis pela pavimentação.

4.4 ESTIMATIVA DE PAVIMENTAÇÃO COM BLOCOS INTERTRAVADOS

Para alcançar os objetivos, foram analisadas as características que viabilizam a pavimentação com blocos intertravados de concreto no Condomínio Residencial Jardim Eldorado, tais como as características e topografia do solo. Além de visita in loco, para conhecer os canteiros de obras para a pavimentação.

Através da obtenção de dados obtidos junto à empresa responsável pela pavimentação e registros fotográficos, pode-se estimar a viabilidade física do pavimento com blocos intertravados de concreto.

5. RESULTADOS

Desde a antiguidade a pavimentação tem feito parte da história da humanidade, com o desenvolvimento e crescimento das cidades e o aumento populacional, e o desenvolvimento da tecnologia, surgem novas demandas que devem ser consideradas. A sustentabilidade e preservação do meio ambiente e uso

racional das fontes naturais e a reaproveitamento da água, são ações que devem ser contempladas na elaboração de projetos de pavimentação.

A pavimentação impermeável depende dos serviços de micro e macrodrenagem para o escoamento da água, uma vez que não permite a permeabilidade da água e pode contribuir com a velocidade do escoamento da água e provocar pontos de inundação, resultantes água pluviais, de grandes volumes de chuvas.

5.1 CHUVAS EXTREMAS

Um dos fatores notórios da região, na qual o município está inserido, é a inexistência de chuvas extremas, sendo caracterizada dois os elementos: os registros históricos que consideram períodos diferentes, e os acontecimentos meteorológicos presentes no estado que agem na dinâmica do regime pluvial, como as altas convecções diurnas, a Zona de Convergência Intertropical, a Alta da Bolívia e as Linhas de Instabilidade (SOUZA, 2012, apud GAMA, 2003).

Souza, (2012), afirma que as chuvas extremas com base nos atributos acima descritos, elevam sua intensidade quando se aproximarem da área norte do estado, esse fato ocorre devido à proximidade em relação a linha do equador, identificando uma área de baixa pressão conhecida como Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

A divisão das chuvas extremas, as mais intensas e com maior repetição em Rondônia, Souza, (2012, apud, BRANDÃO et al, 2001), destaca que precipitações dessas características como chuvas fator erosivo elevado, que podem ocasionar danos de ordem econômico e ambiental.

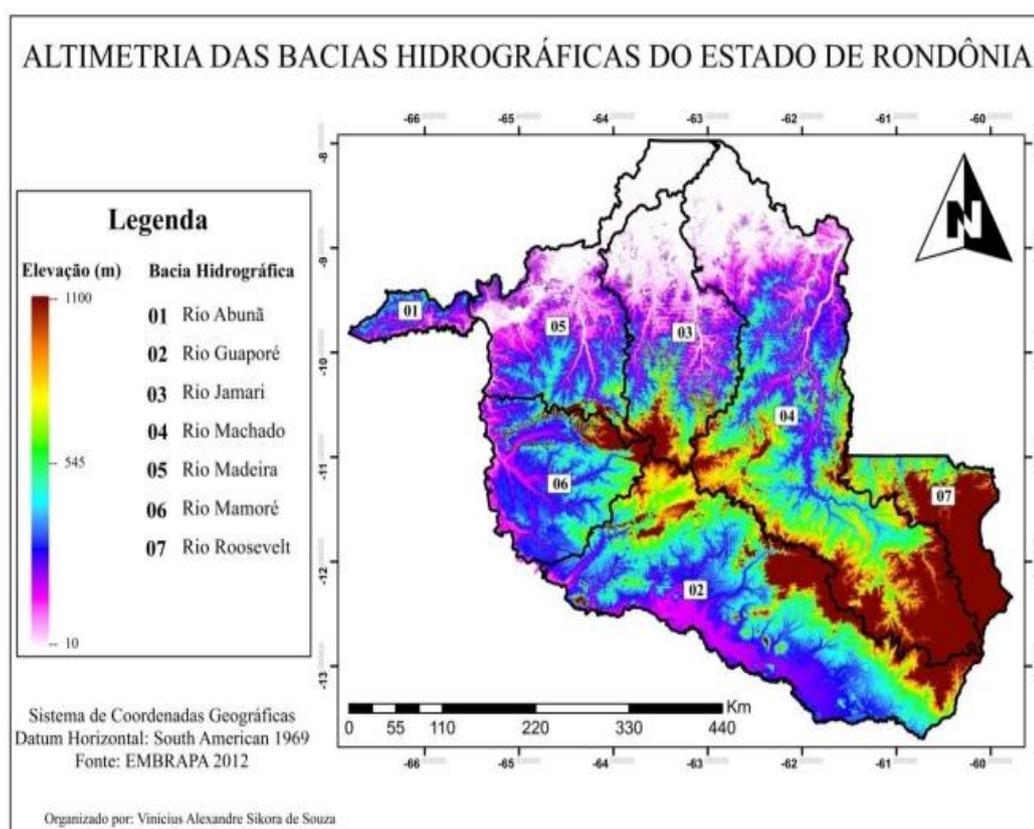
Incidentes de tal magnitude podem ser observados a partir dos dados da Tabela 6, que segundo Souza (2012) indica as intensidades com as máximas precipitações médias para as 07 bacias hidrográficas existente no estado de Rondônia, conforme a Figura 18, sendo que esses eventos possuem duração de 5 min e tempo de retorno de 2 anos.

Tabela 6 – Máximas intensidades médias nas Bacias Hidrográficas de Rondônia, calculadas pelas metodologias: Média Aritmética (M. A.), Isoietas e Polígonos de Thiessen (P.T.)

Bacia Hidrográfica	Intensidade Média (mm/h)		
	M. A.	Isoietas	P. T.
Bacia Hidrográfica do Rio Guaporé	107,329	103,728	107,176
Bacia Hidrográfica do Rio Mamoré	98,103	95,540	95,732
Bacia Hidrográfica do Rio Abunã	104,170	101,476	113,624
Bacia Hidrográfica do Rio Madeira	118,956	109,820	110,874
Bacia Hidrográfica do Rio Jamari	120,390	124,634	110,864
Bacia Hidrográfica do Rio Machado	114,567	113,121	114,363
Bacia Hidrográfica do Rio Roosevelt	96,758	103,667	117,929

Fonte: SOUZA (2012)

Figura 18 - Altimetria das Bacias Hidrográfica do Estado de Rondônia



Fonte: SOUZA, 2012

Os dados na Tabela 6 apontam que na Bacia do Rio Jamari demonstra eventos extremos de maior magnitude em relação as outras bacias hidrográficas,

indicando maior preocupação com a conservação do solo e enxurradas com base no volume total das chuvas (SOUZA, 2012).

Com base nas propriedades da precipitação analisada, esta bacia hidrográfica tendente a sofrer mudanças das características de suas pastagens; a perda nos corpos hídricos de sua qualidade, em virtude do carregamento de sedimentos prejudicando a vida das espécies da fauna local; o desgaste das estradas de rodagem; e perda da biodiversidade do local e o assoreamento dos rios e córregos em decorrência da velocidade das enxurradas que provoca erosão e transporta a terra para os rios (Souza, 2012, apud, CARVALHO, 2008).

5.1.1 Problemas ocasionados pelas enxurradas

De acordo com Ministério das Cidades (2017), os desastres naturais urbanos mais comuns são as inundações, enxurradas e os deslizamentos. Diante deste cenário, é notório que dentre os problemas apontados o que mais afeta a cidade de Ariquemes, são as enxurradas, que por sua vez são:

“[...] fluxos de água torrencial durante os períodos de chuvas; também é o nome popular para as enchentes ocorridas em pequenas bacias de elevada declividade, com baixa capacidade de retenção e/ou com elevada geração de escoamento superficial, produzidas após chuvas com altas intensidades, as quais ocorrem, em geral, no final das tardes de verão” (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2017).

Para o CEMADEN (2016) nos centros urbanos, a enxurrada ocorre quando as tubulações e bueiro não consegue transportar a água pluvial acumulada devido a chuva ser muito forte, ocasionando assim as enxurradas em poucos minutos. São muitos os prejuízos ocasionados por este tipo de desastre, que podem arrastar veículos, pessoas, animais, além de arrancar árvores e destruir edificações.

Medidas estruturais podem ser adotadas para solucionar de forma definitiva ou parcial o problema das enxurradas. Ações em obras de engenharia civil, são caracterizadas por medidas extensivas e intensivas. Medidas intensivas visa acelerar o escoamento podendo se dividir em: obras correlatas e canalização; retardamento do fluxo: reservatórios (bacias de retenção/ detenção), restauração de calhas naturais; de desvio do escoamento através de túneis de derivação e canais de desvio; de modo que englobe a introdução de ações individuais visando tornar as edificações a prova das ações das enxurradas (CANHOLI, 2015).

Enquanto medidas extensivas visa corresponder aos pequenos armazenamentos distribuídos em bacias, que utiliza a recomposição de cobertura vegetal e ao controle de erosão do solo, ao longo da bacia de drenagem (CANHOLI, 2015).

5.1.2 Obras de contenção

Obras como esta são caracterizadas de alto custo, pois envolve materiais de obras pesadas, além de várias horas máquina e mão de obra com qualificação e especialização para o incremento nos projetos deste porte. Observa-se que aumento das enxurradas nas cidades, é resultante da impermeabilização das vias através da pavimentação asfáltica e calçamento impermeável, o que impede a penetração da água no solo. Assim, as águas das chuvas rapidamente formam grandes enxurradas e seu acúmulo é visível em locais como ruas e avenidas, onde geralmente são direcionadas para bueiros e bocas de lobo, e conduzidas para os rios e igarapés.

No município de Ariquemes, a situação dos problemas com as enxurradas, não é muito diferente das outras cidades brasileiras. A cidade não possui obras de contenção e redes de saneamento e escoamento da água, com bueiros e bocas de lobo em números suficientes, como uma das alternativas para diminuir os riscos e prejuízos causados pelas águas pluviais.

5.2 ESTIMATIVA DE CRESCIMENTO DO MUNICÍPIO

Observou-se que o município de Ariquemes encontra-se em plena fase de crescimento e expansão, com a geração de novos bairros e a elaboração de novos condomínios residências, surgem também a necessidade de pavimentação das ruas, calçamentos e estacionamentos tanto públicos como privados.

O Residencial Condomínio Residencial Jardim Eldorado, lançado em 2019, pela Construtora VANVERA, encontra-se em fase inicial das obras de pavimentação das ruas, como pode ser observado nas Figuras 19 e 20 foi realizada a demarcação das ruas e mediações para início das obras.

Figura 19 - Rua Condomínio Residencial Jardim Eldorado



Fonte: Elaborada pelo autor 2020 (foto)

Figura 20 - Escavações para obra de saneamento e pavimentação



Fonte: Elaborada pelo autor 2020 (foto)

Através das visitas in loco pode-se observar que as obras estão na fase inicial, e que os serviços de preparação do solo ainda não foram concluídos, e que as marcações indicam os locais onde serão realizadas as obras de saneamento básico e pavimentação das ruas, por este motivo apresenta-se uma proposta da pavimentação coma utilização de blocos intertravados de concreto.

5.3 PROPOSTA PARA PAVIMENTAÇÃO COM BLOCOS INTERTRAVADOS

Esta proposta de autoria do autor sugere alterações nos projetos de pavimentação asfáltica do Condomínio Residencial Jardim Eldorado com o Asfalto Usinado a Quente CBUQ, para o emprego do Blocos Intertravados de Concreto na pavimentação.

Considerando que empreendimento está situado na bacia do Rio Jamari, onde se apresenta eventos extremo com relação ao volume de chuva necessitando de maior atenção com o controle das enxurradas e da conservação do solo.

Esse tipo de pavimento possui conceitos de desenvolvimento sustentável, preservação do meio ambiente, reduz a perda de qualidade dos corpos hídricos, evita a condução dos sedimentos que alteram a vida das espécies da fauna prejudicando a preservação da biodiversidade do local, assim como evita o assoreamento dos córregos em decorrência da velocidade e volume das enxurradas, além de oferecer maior rapidez na execução da obra e não exige mão de obra altamente qualificada. A vida útil, a facilidade na manutenção, a liberação rápida do trânsito imediatamente após a instalação das peças e eficiência energética, destaca as grandes vantagens dessa pavimentação.

Através de análises dos conhecimentos adquiridos nesta pesquisa, apresentam-se alguns dos benefícios da pavimentação com blocos intertravados para o condomínio, ações que visam os conceitos de preservação do meio ambiente, desenvolvimento econômico e geração de renda para o município, dentre eles destacam-se:

- O pavimento é permeável, permite a infiltração da água para o solo e evita a velocidade do escoamento que pode causar erosão.
- A permeabilidade dos blocos evita o surgimento de pontos de alagamentos em acostamentos e estacionamentos;
- As peças coloridas podem ser utilizadas para a construção de faixas de pedestre;
- O piso grama contribui com calçadas mais bonitas e sustentáveis, uma vez que diminui as fontes de calor;
- As peças mais claras contribuem com o baixo consumo de energia;
- Oferece praticidade para a manutenção;
- As peças removidas podem ser reutilizadas;

- Caso necessário manutenção nas redes de esgoto e água, não é necessário quebrar, basta retirar os blocos, e após a manutenção recolocá-los no lugar.
- O pavimento com bloco intertravado pode atingir 25 anos de vida útil, desde que sejam realizados todos procedimentos de forma correta e utilizando materiais de boa qualidade, de acordo com Fioriti (2007), e para sua conservação pode ser necessário pequena ou nenhuma manutenção durante sua vida útil.

Estas são algumas das inúmeras das vantagens oferecidas pela pavimentação com a utilização de blocos intertravados de concreto. Dentre as elas, destaca-se a permeabilidade do pavimento, que permite através da infiltração que as águas pluviais cheguem aos lençóis freáticos, diminuindo o volume das enxurradas e consequentemente o índice de erosão e assoreamento.

A Tabela 7 indica a tabela SINAPI 05/2020 (desonerado) que apresenta o comparativo dos custos da pavimentação do empreendimento com blocos intertravados de concreto e a pavimentação com asfalto CBUQ desconsiderando os custos da base e sub-base, o local conta com o comprimento de 7.179,7 metros de área pavimentada distribuída entre 18 ruas com largura de 7 metros, e o comprimento de 2.330 metros de área pavimentada distribuída em duas avenidas com largura de 8 metros, as dependências dos estacionamentos e entrada também possuirá pavimentação, totalizando a área total de 76.951,06 m² pavimento. Para execução de ambos os projetos será necessário realizar cortes ou aterros a fim de regularizar o subleito em até 20 cm de espessura conforme NBR 12.307:1991 e segundo a DNIT 137/2010 o solo deve apresentar expansão menor ou igual a 2% e o índice de suporte Califórnia (CBR) e compactação determinados pelas normas do DNER 49/94 e DNER 129/94. Na execução do pavimento intertravado a instalação se dá logo após a regularização do subleito com aplicação a camada de assenta que é composta de material granular, com a distribuição granulométrica definida cuja função é acomodar as peças de concreto, possibilitando o nivelamento do pavimento, com espessura de 8 cm e resistência de 35 Mpa permitindo o tráfego de caminhões de até 3 eixos. Enquanto na execução do pavimento asfáltico é necessário a realização da base (20 cm) que tem como objetivo resistir e distribuir ao subleito os esforços do tráfego, aplicar a imprimação com asfalto diluído, com taxas usuais de 0,8 a 1,6 l/m², sobre a superfície da base objetivando impermeabilizar e criar aderência entre as camadas,

aplicar a emulsão asfáltica RR-2C, com taxas que varia entre 0,9 a 1,7 l/m² e após todas as etapas citadas que é realizado a aplicação do concreto asfáltico PMF com espessura de 4 cm.

Tabela 7 - Tabela SINAPI Desonerada 05/2020

Tabela SINAPI Desonerada 05/2020

PAVIMENTO INTERTRAVADO COM AREA DE 76.951,06 M²					
CODIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR UNIT	QUANTIDADE	VALOR TOTAL
100.577	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE SUBLEITO DE SOLO PREDOMINANTEMENTE ARENOSO. AF_11/2019	M ²	R\$ 0,60	76951,06	R\$ 46.170,64
93.682	EXCUÇÃO DE VIA EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO RETANGULAR COLORIDO DE 20 X 10 CM, ESPESSURA 8CM. AF_12/2015	M ²	R\$ 77,23	76951,06	R\$ 5.942.930,36
SOMATORIA					R\$ 5.989.101,00

PAVIMENTO ASFALTICO COM AREA DE 76.951,06 M²					
CODIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR UNIT	QUANTIDADE	VALOR TOTAL
100.577	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE SUBLEITO DE SOLO PREDOMINANTEMENTE ARENOSO. AF_11/2019	M ²	R\$ 0,60	76951,06	R\$ 46.170,64
96.388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERITICO (ARENOSO) - EXCLUSIVE SOLO, ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019 (20CM)	M ³	R\$ 6,26	15390,21	R\$ 96.342,71
96.401	EXECUÇÃO DE IMPRIMAÇÃO COM ASFALTO DILUIDO CM-30. AF_11/2019	M ²	R\$ 6,44	76951,06	R\$ 495.564,83
96.402	EXECUÇÃO DE PINTURA DE LIGAÇÃO COM EMULSÃO ASFALTICA RR-2C. AF_11/2019	M ²	R\$ 1,64	76951,06	R\$ 126.199,74
95.995	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO COM APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFALTICO, CAMADA DE ROLAMENTO - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	M ³	R\$ 905,85	3078,04	R\$ 2.788.242,53
SOMATORIA					R\$ 3.552.520,45

Fonte: Elaborada pelo autor 2020.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa objetivou conhecer, identificar e analisar a história e importância das estradas e a pavimentação para a humanidade, considerando que o setor da construção civil e pavimentação, causam grandes impactos no meio ambiente, ao mesmo tempo em que é uma das atividades mais importantes no que se refere ao transporte terrestre.

De acordo com o Relatório Anual de Atividades 2018, da Agência Nacional de Transporte Terrestre – ANTT, o Brasil é um país essencialmente terrestre e rodoviário, e com uma malha viária de 1,7 milhão de quilômetros de rodovias, entre federais, estaduais e municipais (pavimentadas e não-pavimentadas). A malha federal é composta por cerca de 76 mil quilômetros. 4,5% do PIB – Produto Interno Bruto corresponde ao transporte terrestre de cargas.

Assim, um plano de gestão para a pavimentação com blocos intertravados de concreto, voltado para os conceitos de pavimentações sustentáveis e com eficiência de trânsito, contribuem com as atividades socioeconômicas, com a qualidade de vida e com a preservação ambiental.

O bem estar e qualidade de vida podem ser um dos fatores determinantes na compra de um imóvel, considerando a importância da pavimentação com blocos e os benefícios para o meio ambiente, muitas construtoras têm buscado métodos e certificações que garantem a eficiência energética das edificações, vinculadas à preservação ambiental, que contemplam medidas socioeconômicas, tornando-as mais atraentes, econômicas e sustentáveis.

No Brasil, a pavimentação com blocos, tem sido utilizada desde a época do Império, um dos exemplos é o Caminho do Ouro que liga Paraty no Rio de Janeiro a Minas Gerais.

Com o desenvolvimento de tecnologias, surgiram novos modelos para pavimentação, dentre esses modelos, o pavimento de Concreto Usinado a Quente – CBQU, que apesar da resistência, esse pavimento depende de sistemas de micro e macrodrenagem, em virtude da impermeabilidade de sua superfície, o que contribui com a velocidade do escoamento da água proporcionando grandes volumes de enxurradas, além de que o período de projeto adotado é de 10 anos, em função da duração máxima da camada asfáltica de revestimento (oxidação de ligante), sendo o período recomendado pelo método de dimensionamento do DER/SP (667122), DNIT, e embasado no método da AASHTO.

Analisando a tabela com os comparativos de preço com base na tabela SINAPI desonerada 05/2020, já identificamos uma diferença inicial significativa de valores entre os dois projetos sendo que o pavimento asfáltico fica em torno de 40% mais barato do que o intertravado, mas os benefícios do pavimento intertravado permite a economia em obra de rede de drenagem visto que esse tipo de pavimento favorece a infiltração de mais de 70% da água enquanto o pavimento asfáltico e no máximo 5% com isso também reduz a velocidade de escoamento superficial e reduz o volume de água lançada no córrego através das redes que pode gerar um desequilíbrio no ecossistema e o assoreamento do mesmo, a vida útil do bloco pode chegar a 25 anos enquanto a do asfalto é 10 anos, gerando um menor consumo energético ao longo da vida útil assim como em caso de manutenções e possível retirar as peças para realizar os serviços necessários e depois recoloca-las sem

grandes custos e com mão de obra sem grandes qualificações, a coloração mais clara absorve menos calor permitindo temperaturas mais amenas, ou seja apresenta diversos outros benefícios que permite a preservação do meio ambiente e da qualidade de vida das pessoas que planeja morar no local.

A importância de ações que contribuam com o crescimento econômico de maneira sustentável e políticas que objetivam a preservação do meio ambiente e a qualidade de vida da população, precisa ser considerada. Tais ações devem ser ampliadas e incentivadas, de acordo com o desenvolvimento das cidades e crescimentos de novos Condomínios e setores residenciais, uma vez que o crescimento populacional está intimamente ligado ao crescimento das edificações, e ao surgimento de demandas de ruas de acesso aos novos empreendimentos, que por sua vez, está ligado ao consumo das fontes de recursos naturais e ocupação de áreas no meio ambiente.

A pavimentação com blocos é uma alternativa que torna possível a preservação ambiental, através de pavimentos sustentáveis, bem como ambientes mais agradáveis para a população

Porem cabe ao empreendedor analisar se as vantagens do pavimento com bloco de concreto são suficientes para sua determinação no projeto, visto que financeiramente o pavimento asfáltico se torna mais em conta.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9781:2013**. Disponível em: <http://salvadorpremoldados.com.br/wp-content/uploads/2016/04/NORMA-ABNT-NBR-9781-PISOS.pdf>. Acesso em 11 de dez. de 2019.

_____. **ABNT. NBR 15953-2011- Pavimento intertravado com peças de concreto- Execução.**

Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/nbr-15953-2011-pavimento-intertravado-com-peças-de-concreto-execucao/4889704/>. Acesso 20 de mar. de 2020

_____. **ABNT. Dossiê Técnico – Pavimento Intertravado.** Disponível em:

<http://abnt.org.br/paginampe/biblioteca/files/upload/anexos/pdf/067b4684226322ef433009b42233447d.pdf>. Acesso em 24 de jun. de 2020

ABCP. Associação Brasileira de Cimento Portland. **Conceitos e Requisitos para Pavimentos Intertravado Permeável.** Disponível em: https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/PR2_Conceitos_requisitos_pav_permeavel.pdf. Acesso em 26 de jun. de 2020.

ARAÚJO, Marcelo Almeida; et. al. **Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto).** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento. Ano 01, Edição 11, Vol. 10, pp. 187-196, nov. de 2016.

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Relatório Anual de Atividades 2018.** Disponível em: http://www.antt.gov.br/backend/galeria/arquivos/2019/06/25/Relatorio_Anual_2018.pdf. Acesso em 09 de jul. de 2020.

BERNUCCI, B. LIEDI... [et al.]. - **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros** – Rio de Janeiro: PET ROBRAS: ABED A, 2010. Disponível em: <http://www.ufjf.br/pavimentacao/videos/livro-pavimentacao-asfaltica/> Acesso em 01 de abril de 2020

CANHOLI, A. (2015). **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes** (2º Ed. ed.). São Paulo: Oficina de Texto.

CEMADEN. (2016). **Enxurrada.** Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais. Disponível em: <https://www.cemaden.gov.br/enxurrada/>. Acesso em: 11 de dez. de 2019.

CRUZ, Luiz M. **Pavimento intertravado de concreto:** estudo dos elementos e métodos de dimensionamento. 2003. 281 f. Dissertação (Mestrado) em Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <https://www.CRUZ%2C+Luiz+M.+Pavimento+intertravado+de+concreto>. Acesso em 22 de jun. de 2020

DNIT, Departamento Nacional de Trânsito. **Normas e manuais, métodos de ensaio**. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/meetodo-de-ensaio-me/dner-me049-94.pdf/view>. Acesso em 02 de abril de 2020.

GERHARDT, T. E., & SILVEIRA, G. T. (2009). **Métodos de pesquisa** (1° Ed. ed.). Rio Grande do Sul: UFRGS.

GIL, A. C. (2007). **Como elaborar projetos de pesquisa** (4° Ed. ed.). São Paulo: Atlas.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. (2017). **Cidades Sustentáveis - Desastres**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/perguntasfrequentes.html?catid=7>. Acesso em: 14 de dez. de 2019.

MENDES, Denise. **CALÇADA DO LORENA**. Disponível em: <http://www.historianet.com.br/conteudo/default.aspx?codigo=606>. Acesso em 22 de jun. de 2020

PEREIRA, C. (2019). Piso Intertravado: **O que é, principais tipos, vantagens e desvantagens**. Escola Engenharia. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/piso-intertravado/>. Acesso em: 14 de dez. de 2019.

SINAPI. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil** Cadernos técnicos de composições para pavimento intertravado. CAIXA. 2017. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote3-saneamento-infraestrutura-urbana/SINAPI_CT_LOTE3_INTERTRAVADO_v004.pdf. Acesso em 02 de abril de 2020.

SOCIEDADE NACIONAL DA AGRICULTURA. (2015). **Construções de barraginhas e lagos: soluções simples para tempos de crise hídrica**. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/construcoes-de-barraginhas-e-lagos-solucoes-simples-para-tempos-de-crise-hidrica/>. Acesso em: 11 de dez. de 2019.

SOUZA, Vinícius Alexandre Sikora de. **Eventos de Precipitações Extremas na Amazônia Ocidental: Rondônia –Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Departamento de Engenharia Ambiental – DEA. Disponível em: http://www.engenhariaambiental.unir.br/uploads/65413365/arquivos/VASS_TCC_82824407.pdf. Acesso em 26 de jun. de 2020

TECNOSIL. (2017). **Pavimento intertravado: por que ele pode ser uma ótima solução para a sua construção?**. Tecnosil Brasil: Disponível em: <https://www.tecnosilbr.com.br/pavimento-intertravado-por-que-ele-pode-ser-uma-otima-solucao-para-a-sua-construcao/>. Acesso em: 11 de dez. de 2019.

TETRACON. Blog da história do pavimento intertravado. Disponível em: <https://tetraconind.com.br/blog/a-historia-do-paver-o-pavimento-intertravado-pelo-mundo/>. Acesso em: 22 de jun. de 2020

VANVERA. (2019). **VANVERA realiza grande lançamento do Condomínio do Residencial Eldorado**. Disponível em: <https://www.ariquemesagora.com.br/noticia/2019/09/09/vanvera-realiza-grande-lancamento-do-condominio-do-residencial-eldorado.html>. Acesso em: 10 de dez. de 2019.



RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTES: Helder Pereira Bezerra Júnior

CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 18.11.2020

RESULTADO DA ANÁLISE

Estadísticas

Suspeitas na Internet: 10,23%

Percentual do texto com expressões localizadas na internet ▲

Suspeitas confirmadas: 8,41%

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados ▲

Texto analisado: 93,74%

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: 100%

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.4.11
quarta-feira, 18 de novembro de 2020 13:22

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **HELDER PEREIRA BEZERRA JÚNIOR**, n. de matrícula 23185, do curso de Engenharia Civil, foi **APROVADO** na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 10,23%. Devendo o aluno fazer as correções que se fizerem necessárias.

(assinado eletronicamente)
HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO
Bibliotecária CRB 1114/11
Biblioteca Júlio Bordignon
Faculdade de Educação e Meio Ambiente