

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS Uni-ANHANGUERA CURSO
DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ESTUDO DE PAVER EM CONDOMÍNIOS FECHADOS NA REGIÃO
METROPOLITANA: UMA IDEIA DE SUSTENTABILIDADE**

FELIPE SANTOS CHAVES

JHOYS LANE DIAS BARBOSA

GOIÂNIA/GO

Maio/2019

FELIPE SANTOS CHAVES
JHOYS LANE DIAS BARBOSA

**ESTUDO DE PAVER EM CONDOMÍNIOS FECHADOS NA REGIÃO
METROPOLITANA: UMA IDEIA DE SUSTENTABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás - UNIANHANGUERA, sob orientação do Professor Especialista Murilo Faria Cezar como requisito parcial para obtenção do título de bacharelado em Engenharia Civil.

GOIÂNIA/GO

Maio/2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

FELIPE SANTOS CHAVES

JHOYS LANE DIAS BARBOSA

ESTUDO DE PAVER EM CONDOMÍNIOS FECHADOS NA REGIÃO
METROPOLITANA: UMA IDEIA DE SUSTENTABILIDADE

Trabalho Final de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Bacharelado (ou Licenciatura ou Especialização) em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás Uni-ANHANGUERA, defendido e aprovado em 16 de Maio de 2019, pela banca examinadora constituída por:



Prof. Especialista. Murilo Faria Cesar



Prof(a). Ms. Raquel Franco Bueno



Prof. Ms. Vinicius Nogueira Frões

RESUMO

Atualmente diversos fenômenos da natureza são ocasionados pelo aquecimento global. Em determinadas épocas do ano, a Região Metropolitana de Goiânia sofre com chuvas volumosas e intensas, estimadas para ocorrerem durante um mês, mas devido às mudanças climáticas ocorrem em apenas um dia, causando enchentes que resultam em problemas como erosões, inundações entre outros. Por meio de fatores positivos o paver auxilia nos problemas ocasionados pela chuva, em função da sua composição granulométrica a qual possibilita uma determinada absorção da água em sua peça pré-moldada, ainda na sua instalação não sendo necessário a utilização de rejunte, reduzindo o escoamento superficial pois a água percola pelo revestimento, pelas juntas intertravadas e também em suas camadas de pavimentação. Portanto este trabalho tem como objetivo estudar o uso do paver nesses condomínios para melhorar a área de permeabilidade, por meio de uma análise técnica, econômica e ambiental. Com base em pesquisas bibliográficas e estudo de campo, realizou-se a análise da eficácia do defluxão dos pavimentos e determinar a complexibilidade da manutenção com a orientação da Norma ABNT NBR 9781 (2013), que estabelece os metados, ensaios e os requisitos para aceitação de peças de concreto para pavimentação dos blocos de concreto intertravada, sujeitam ao tráfego de pedestres, de veículos. Em relação à custo e benefício utilizou-se as tabelas da AGETOP (Agência Goiana de Transporte e Obras), DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e Tabela PINI para composição de custos dos tipos de pavimentos detectados nos condomínios. Concluímos, portanto, que o paver possui eficácia semelhante aos demais pavimentos usados em condomínios fechados, porém se destacando quanto a sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Piso intertravado. Pavimento. Permeável. Ecológico.
Blocos de concreto.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Balbo (2007), para facilitar os meios das às áreas cultiváveis e matérias primas como rochas, madeira, minerais e água, além do anseio de explorar sua ampla extensão de terra, o homem desenvolveu o que chamamos de estradas, tendo como referência a China o país que as criou. Tempos depois, os romanos fizeram um aperfeiçoamento das vias por meio da instalação de pavimentos e drenagem, com a intenção de aumentar a sua qualidade e durabilidade.

Fioriti (2007) ressalta que, o piso intertravado vem sendo utilizado pela população há muitos de anos. Durante o império romano criou-se um conceito de pavimentação de vias por meio das pedras brutas que deram origem aos primeiros tipos de pavimentos. Entretanto a sua estrutura irregular, dificultava a passagem de pedestres e, principalmente, o meio de transporte com veículos de tração animal, que era bastante utilizada na época. De maneira a facilitar a circulação e oferecer um melhor deslocamento nas vias, ruas, estradas movimentadas, os romanos passaram, assim, a empregar o uso de pedras talhadas manualmente, moldadas para que houvesse melhor ajuste entre elas.

Naquela época já havia uma enorme preocupação com inúmeros fatores de relevância atual para o desenvolvimento de uma boa pavimentação (MASCARENHAS NETO, 1790). Ainda segundo Neto (1790), drenagem e abaulamento são um dos fatores importantes a ser levado em consideração, pois é uma condição adotada para quando a água em contato com a superfície convexa da estrada possa obter um fácil escoamento, direcionando a água para o fosso evitando o acúmulo superficial no pavimento.

De acordo com as NTA (Novas Técnicas de Asfaltos, 2015), no Brasil são utilizados diversos tipos de revestimentos na pavimentação. A capa de rolamento é a camada superior que tem como objetivo resistir diretamente às ações oriundas do tráfego e transmiti-las de forma reduzida às camadas subjacentes, impermeabilizar o pavimento, além de melhorar as condições de conforto e segurança.

Para Senço (2007), o paver é um pavimento fabricado de blocos de concreto com dimensões e forma definidas, elaborado em fábricas próprias. Normalmente o formato, o tamanho, espessura e esquemas de articulação são patenteados. Os modelos mais utilizados são blocos retangulares ou sextavados (Blokret) quadrados (Tor-cret). Este tipo de revestimento vem sendo aplicado frequentemente em pátios de estacionamentos, vias urbanas, parada de

ônibus, acostamento de rodovias e condomínios, oferecendo um aspecto bastante agradável, permitindo também a criação de desenhos no pavimento. Esse revestimento oferece a possibilidade do reaproveitamento.

O paver é constituído por pequenas peças de concreto maciças pré-moldadas destinadas à manter a estabilidade da pavimentação. O intertravamento é a capacidade que as peças apresentam de suportarem a movimentos individuais (vertical, horizontal, rotação ou giração). Este tipo pavimentação é abundantemente utilizado nos países de primeiro mundo e vem sendo cada vez mais implementado no Brasil (SOUZA E MORAES, 2017).

A ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland, 2018), diz que o uso do piso pré-moldado de concreto, vem se tornando cada vez mais comum pelo mundo, pelo fato de oferecer possibilidades durante o seu processo de fabricação, onde engloba questões ambientais, tecnológicas e econômicas.

O pavimento intertravado contribui para a realização de obras mais limpas e racionais, além de favorecer a permeabilidade no local onde é instalado, permitindo a drenagem de águas pluviais. O pavimento reduz o escoamento superficial em até 100%, dependendo da intensidade da chuva, e retarda a chegada da água ao subleito atenuando erosões (ABCP).

Atualmente diversos fenômenos da natureza são ocasionados pelo aquecimento global. Em determinadas épocas do ano, a Região Metropolitana de Goiânia sofre com chuvas volumosas e intensas, estimadas para ocorrerem durante um mês, mas devido às mudanças climáticas ocorrem em apenas um dia, causando enchentes que resultam em problemas como erosões, inundações entre outros. Por meio de fatores positivos o paver auxilia nos problemas ocasionados pela chuva, em função da sua composição granulométrica a qual possibilita uma determinada absorção da água em sua peça pré-moldada, ainda na sua instalação não sendo necessário a utilização de rejunte, reduzindo o escoamento superficial pois a água percola pelo revestimento, pelas juntas intertravadas e também em suas camadas de pavimentação.

Portanto este trabalho tem como objetivo estudar o uso do paver nesses condomínios para melhorar a área de permeabilidade, por meio de uma análise técnica, econômica e ambiental.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Primeiramente foram realizadas pesquisas bibliográficas e experimentais. Os estudos bibliográficos foram feitos por pesquisas em livros, revistas, normas técnicas e artigos científicos. O estudo experimental foi realizado por meio de visitas em quatro condomínios fechados da região metropolitana de Goiânia para fazer um comparativo entre os tipos de pavimentos utilizados. Através de questionários com os gestores dos condomínios foram coletadas informações sobre ocorrência de alagamentos no local.

Em seguida executaram-se ensaios para a análise da eficácia de fluxo dos pavimentos e determinar a complexibilidade da manutenção, com a orientação da ABNT NBR 9781 (2013), norma que estabelece os requisitos e métodos de ensaio exigíveis para aceitação de peças de concreto para pavimentação intertravada, sujeita ao tráfego de pedestres, de veículos dotados de pneumáticos e áreas de armazenamento de produtos.

Os materiais utilizados foram corpo de prova de concreto, água potável, estufa ventilada com temperatura de (110 ± 5) °C, termômetro com resolução de 1°C; recipiente de água; balança com resolução de 0,1 g, escova com cerdas suaves; tela metálica com suporte e pano.

Foram realizadas amostras com cinco corpos de prova como ilustrado na Figura 1, com dimensões de 100mm de largura, 60mm de altura e 200mm de comprimento. Os corpos de provas foram pesados (M1) e imerso em água a uma temperatura de (23 ± 5) °C por 24 horas até alcançar a condição saturada e, logo após, foi retirado o excesso de água e o material foi pesado individualmente e este procedimento foi repetido a cada duas horas até registrar diferença de massa a 0,5% em relação à anterior (M2). O índice de absorção foi medido por:

Legenda:

A= absorção de cada corpo de prova, expressa em porcentagem.

m1 = massa da amostra seco.

m2 = massa da amostra saturado.



Figura 1. Corpos de Prova
Fonte: Autoral (2019)

Para realização deste utilizou-se o procedimento definido pela norma brasileira NBR 9781. No segundo teste, os corpos de provas foram pesados e imersos em água como representado pela Figura 2, a uma temperatura de $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ por 24 horas até alcançar a condição saturada, o material foi seco em estufa, a uma temperatura de $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$, até atingir a constância de massa, e em seguida pesado. As peças de concreto foram inspecionadas, visualmente, com intuito de identificar defeitos que possam comprometer o assentamento, a estrutura e a estética do pavimento.

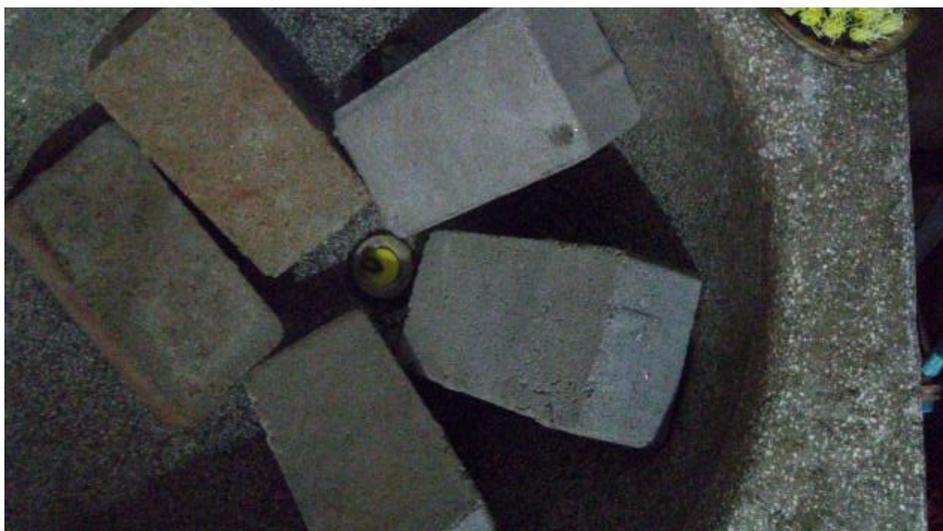


Figura 2. Corpos de Prova imersos na água
Fonte: Autoral (2019)

Para elaboração da análise econômica foram consultadas as tabelas da AGETOP

(Agência Goiana de Transporte e Obras), DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) e Tabela SINAPI onde foram confeccionados os custos dos diferentes pavimentos detectados nos condomínios.

Com o uso de planilhas eletrônicas foi tabulados os custo dos materiais e mão de obra para execução do serviço, concomitantemente ao tempo gasto para a execução.

Além dos aspectos construtivos, econômicos também avaliou-se o impacto ecológico de cada revestimento por meio de revisões bibliográficas e estudo de campo na empresa DISBRAL (Distribuidora Brasileira de Asfalto).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Conceito de pavimento

O pavimento é constituído por camadas de diversas espessuras finitas conforme a Figura 3, estrutura realizada sob a terraplenagem com finalidade, economicamente e tecnicamente a distribuir e resistir os esforços verticais causados pelo tráfego, proporcionando conforto e segurança melhorando as situações de rolamento e resistindo às cargas horizontais a fim de proporcionar uma longevidade a superfície de rolamento, (NOGUEIRA, 1961).

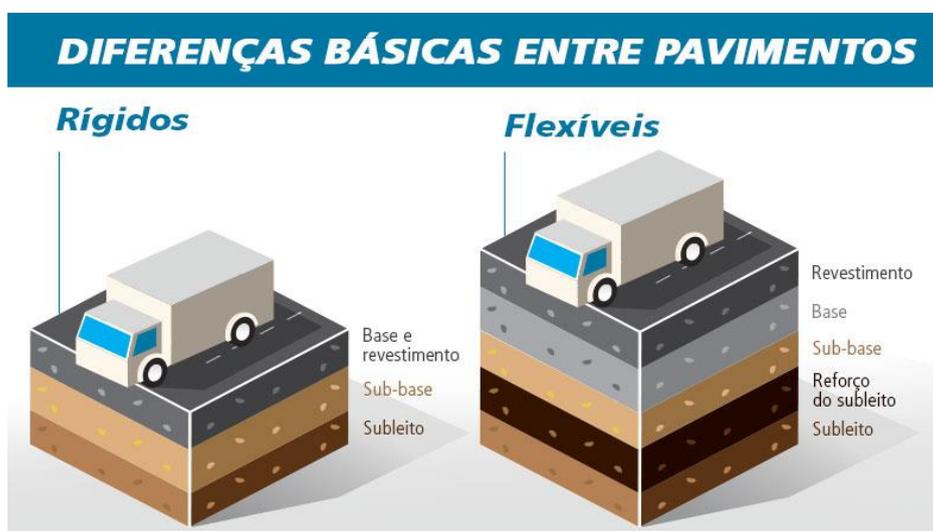


Figura 3. Diferença das camadas dos pavimentos
Fonte: Ingeprest Engenharia e Segurança, (2017).

Conforme relatado por Balbo (2007), as camadas dos pavimentos possuem funções específicas com o objetivo de assegurar aos veículos condições apropriadas de suporte e rolamento em qualquer clima. Quando aplicadas por meios de transportes na superfície do pavimento, as cargas geram determinado estado de tensão na sua estrutura, onde depende do comportamento mecânico das camadas finitas. É possível indentificar na Figura 4, o comportameto do pavimento quando o mesmo recebe carga oriunda dos veiculos.

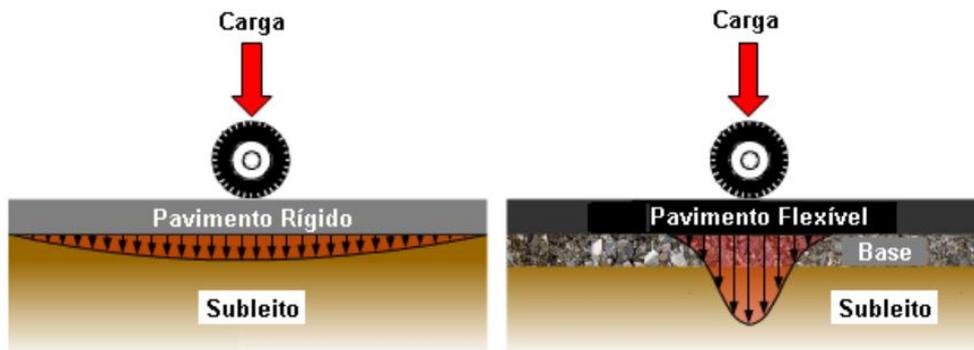


Figura 4. Atuação da Carga no pavimento.
 Fonte: Núcleo do Conhecimento, (2016).

3.2 Conceito de revestimento

Para Senço (2007), os revestimentos possuem inúmeras classificações, de acordo com o processo executivo, composição dos materiais e também visando à necessidade de cada local onde será aplicado o revestimento. Os blocos de concreto podem ser fabricados em diferentes modelos como ilustrado na Figura 5.



Figura 5. Modelos de Pisos Intertravados.
 Fonte: TEM Sustentável (2016).

De acordo com Souza e Moraes (2017), o pavimento intertravado paver são pequenas peças de concreto maciças pré-moldadas destinadas à pavimentação intertravada. O

intertravamento é a capacidade que as peças apresentam de suportarem a movimentos individuais (vertical, horizontal, rotação ou giração). Este tipo pavimentação é abundantemente utilizado nos países de primeiro mundo e vem sendo cada vez mais implementado no Brasil.

Vantagens:

- No processo de execução não exige uma mão-de-obra especializada, devido a praticidade do seu assentamento.
- As peças chegam aos locais da aplicação prontas para serem aplicadas, não sendo necessária a adição de produtos químicos, ou equipamentos especializados para isso.
- O armazenamento pode ser realizado por longos períodos de tempo, podendo até mesmo ser estocado ao ar livre.
- Tem vida útil de 25 anos, se a resistência atender as normas da pavimentação.
- Possui um conforto térmico melhor que a pavimentação asfáltica.
- Baixo custo da manutenção, pois é necessária apenas a substituição da peça que apresenta defeito e sem a necessidade de equipamentos especiais para o mesmo.
- Apresenta variedade de cores em que podem ser produzidos, podendo assim, serem implantados na sinalização horizontal das vias.

A Figura 6 ilustra como são as camadas para execução do pavimento utilizando o revestimento de pisos intertravados.



Figura 6. Preparação do Paver
Fonte: RHINO Pisos (2019).

Para Senço (2007) o concreto betuminoso usinado a quente é o melhor das capas de

rolamento dos pisos flexíveis. Trata-se na junção dos agregados, obedecendo às rigorosas caracterizações, e betume devidamente dosado. A mistura é realizada em usina fixa, com um rigoroso controle de temperaturas do agregado e do betume, granulometria, teor de betume, aplicação e compressão, sendo mesmo o serviço aperfeiçoado controle dos que compõem as fases da pavimentação. Geralmente preferido para revestimento das autoestradas, das vias expressas e utilizado em condomínios fechados devido a seu conforto de estabilidade, ilustrado na Figura 7.



Figura 7. Execução do CBUQ em Condomínio.
Fonte: Terrena Asfaltos e Pavimentações (2017).

3.3 Análise comparativa

Para a realização comparativa dos revestimentos utilizados nos condomínios fechados na região metropolitana de Goiânia, foram realizadas visitas nos condomínios, onde observou-se a diferença na trabalhabilidade dos revestimentos e a maneira que cada um atua, realizando um comparativo entre eles.

Durante as visitas, foi observado que em alguns condomínios são utilizados como revestimento o Paver (Pavimento Intertravado) e em outros se utiliza o CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente).

No Condomínio Jardins Madri, localizado no endereço Avenida Puerto del Sol, S/N – Jardins Madri – Goiânia – GO e no Condomínio Residencial Alphaville Cruzeiro do Sul, localizado no endereço Rua Sírius - Residencial Alphaville Flamboyant, Goiânia - GO, 74884-

681, constatou-se o uso do CBUQ.

Já no Condomínio Residencial Solar Gabriela, localizado no endereço Avenida C-7, quadra 59 lote 9/11 número 1826 - Setor Sudoeste, Goiânia - GO, 74305-080 e no Condomínio Residencial Harmonia, localizado no endereço Rua 17 De Marco Quadra 10 S/N - Setor Estrela Dalva, Goiânia - GO, 74475-738, foi identificado o uso do Piso Intertravado.

Conforme análises nos parâmetros técnicos, econômicos e ambientais, pode-se notar que nos condomínios onde é utilizado o CBUQ, existe um conjunto de componentes para a realização do escoamento no pavimento, auxiliando na drenagem superficial da água, evitando acúmulo de água que pode causar fissuras na capa de rolamento.

Durante as visitas nos condomínios que utilizam o CBUQ, notou-se a necessidade de utilização de meio fio com sargeta, boca de lobo e as tubulações necessárias para o escoamento da água que foi capitada, auxiliando na drenagem, já que o pavimento é impermeável. O uso do revestimento betuminoso aumenta as áreas impermeáveis contribuindo para o aumento de alagamentos. Com isso observou-se que mesmo após 24h depois da chuva, havia um acúmulo de água na superfície do revestimento, conforme Figura 8.



Figura 8. A,B,C e D – Acúmulo de água superficial no revestimento.
Fonte: Autoral (2019)

Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2018), afirma que o pavimento intertravado possui características ecológicas, produtos à base de cimento que podem ser realizados por meio de materiais recicláveis e reutilizados na produção de novos materiais. Proporciona uma superfície antiderrapante que garante uma segurança aos pedestres mesmo em condições adversas causadas pelas chuvas. O uso do paver oferece várias alternativas em relação a cor e textura, quando utilizado peças de concreto com pigmentação clara, proporciona o conforto térmico, pois diminui a absorção ao calor.

A utilização dos pavimentos permeáveis pode proporcionar uma redução dos volumes escoados, reduzindo os impactos naturais causados pelas mudanças climáticas e uma urbanização sem planejamento. Pela capacidade de drenagem o piso permite a infiltração da água, facilitando com a redução das superfícies impermeabilizadas evitando o escoamento superficial nos condomínios.

Diferentemente dos condomínios que usam o revestimento CBUQ, nos condomínios que se utilizam o Pavimento Intertravado (Paver), os componentes que auxiliam no escoamento superficial da água no revestimento, variam de acordo com o tamanho da área a ser pavimentada, pois dependendo do tamanho da mesma, não se faz necessário a utilização dos componentes, já que o revestimento e a sua instalação tem a função de permitir a percolação da água pela camada superficial e suas juntas intertravadas, ilustrado na Figura 9.



Figura 9. Paver recebendo ação da Água.
Fonte: Maski, (2017).

Por meio de um questionário (Apêndice A) realizado com os gestores dos condomínios estudados, observou-se que onde há o uso do CBUQ, ocorrem acúmulos de água na superfície. Em contrapartida onde se usa Paver não há histórico de acúmulos superficiais. Existem pontos para escoamento de água superficial nos condomínios que usam CBUQ, diferentemente dos que usam Paver.

Alguns moradores já presenciaram acidentes de trânsito ao redor do condomínio que se utiliza CBUQ, devido à aquaplanagem dos veículos. Nos dois tipos de revestimentos ocorreram patologias devido à chuva contínua sendo necessária a manutenção do pavimento.

3.4 Determinação da absorção de água

Conforme relatado por Scott Hood (2006), a absorção de água das peças de concreto é uma característica relevante a ser considerada, pois reflete diretamente na durabilidade da peça de concreto nas condições de utilização. Sendo assim, quanto maior o percentual de absorção, menor a durabilidade devido à possibilidade de lixiviar elementos químicos mais facilmente causando eflorescências que prejudiquem o aspecto do pavimento.

Para a análise da eficácia do escoamento superficial dos pavimentos foi usado como referência a ABNT NBR 9781 (2013). A tabela 1 apresenta os resultados da absorção de água das peças de concreto para pavimento intertravado.

Tabela 1 – Absorção de água das peças de concreto.

| Corpo de prova | Absorção (%) | Média (%) | Desvio Padrão |
|-----------------------|---------------------|------------------|----------------------|
| CP1 | 2,39 | 2,77 | 0,36 |
| | 2,81 | | |
| | 3,11 | | |
| CP2 | 2,82 | 2,58 | 0,24 |
| | 2,56 | | |
| | 2,35 | | |
| CP3 | 6,54 | 7,15 | 0,72 |
| | 6,96 | | |
| | 7,95 | | |
| CP4 | 3,34 | 3,00 | 0,30 |
| | 2,89 | | |
| | 2,77 | | |
| CP5 | 2,74 | 2,87 | 0,20 |
| | 2,76 | | |
| | 3,10 | | |

Fonte: Autoral

Conforme a NBR 9781 (ABNT, 2013), o limite máximo médio de absorção de água é de 6% para a amostra, não sendo permitido nenhum valor individual acima dos 7%. Os valores apresentados estão dentro dos limites da norma (ABNT, 2013), com exceção ao corpo de prova CP3. De acordo com os resultados apresentados, o percentual de absorção de água nas peças de concreto variou entre 2,5% e 7,5%. Observou-se, assim, que o corpo de prova CP3 está fora dos padrões aceitáveis pela norma e os demais corpos de prova tiveram um resultado satisfatório.

3.5 Análise econômica

Para a análise econômica foram consultadas as tabelas da AGETOP (Agência Goiana de Transporte e Obras), DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) e Tabela SINAPI para composição de custos. Nas tabelas 2 e 3, coletou-se os valores para execução dos revestimentos estudados.

Tabela 2 – Composição de Custo do pavimento Betuminoso

| Composição do Custo - Pavimento CBUQ - AGETOP | | | |
|--|----------------|-----------------------|--------------------------------|
| Serviços | Unidade | Preço Unitário | Preço por m² |

| | | | |
|---|--------------------|--------|----------------------|
| Limpeza (Pav. Urb.) | m ² | 0,17 | 0,17 |
| Carga de Entulhos (Pav. Urb.) | m ³ | 1,76 | 0,35 |
| Transportes de Entulhos (Pav. Urb.) | m ³ /Km | 2,31 | 6,93 |
| Escavação e Crga de Mat. De 1° Cat (Pav. Urb.) | m ³ | 2,73 | 0,27 |
| Transportes de Mat. De 1° Cat. - à Caminhão (Pav. Urb.) | m ³ /Km | 1,96 | 0,39 |
| Compactação à 100% do P.N (Pav. Urb.) | m ³ | 4,17 | 0,42 |
| Regularização e Compactação do Sub-Leito (Pav. Urb.) | m ² | 1,95 | 1,95 |
| Esc. E Carga de Mat. De Jaz. - C/Indeniz (Pav. Urb.) | m ³ | 11,44 | 2,29 |
| Transporte de Mat. De Jazida - Cascalho (Pav. Urb.) | m ³ /Km | 1,96 | 7,84 |
| Estabilização Granulométrica sem Mistura (Pav. Urb.) | m ³ | 15,37 | 3,07 |
| Imprimação (Pav. Urb.) | m ² | 0,36 | 0,36 |
| Pintura de Ligação (Pav. Urb.) | m ² | 0,35 | 0,35 |
| Concreto Betuminoso Usinado à quente (Pav. Urb.) | m ³ | 364,63 | 10,94 |
| Transporte Local de Material Betuminoso (Pav. Urb.) | TKM | 2,92 | 0,01 |
| Transporte Local de Massa Asfáltica (Pav. Urb.) | TKM | 1,55 | 25,92 |
| CM-PLUS | 1 | 2 | 2 |
| RR-2C | 1 | 1 | 1 |
| CUSTO TOTAL | | | R\$ 64,26 |

Fonte: AGETOP

Tabela 3 – Composição de Custo do pavimento Piso Intertravado

| Composição do Custo - Pavimento Paver - SINAPI | | | |
|---|--------------------|----------------|--------------------------|
| Serviços | Unidade | Preço Unitário | Preço por m ² |
| Limpeza (Pav. Urb.) | m ² | 0,17 | 0,17 |
| Carga de Entulhos (Pav. Urb.) | m ³ | 1,76 | 0,35 |
| Transportes de Entulhos (Pav. Urb.) | m ³ /Km | 2,31 | 6,93 |
| Escavação e Crga de Mat. De 1° Cat (Pav. Urb.) | m ³ | 2,73 | 0,27 |
| Transportes de Mat. De 1° Cat. - à Caminhão (Pav. Urb.) | m ³ /Km | 1,96 | 0,39 |
| Compactação à 100% do P.N (Pav. Urb.) | m ³ | 4,17 | 0,42 |
| Regularização e Compactação do Sub-Leito (Pav. Urb.) | m ² | 1,95 | 1,95 |
| Esc. E Carga de Mat. De Jaz. - C/Indeniz (Pav. Urb.) | m ³ | 11,44 | 2,29 |
| Transporte de Mat. De Jazida - Cascalho (Pav. Urb.) | m ³ /Km | 1,96 | 7,84 |
| Estabilização Granulométrica sem Mistura (Pav. Urb.) | m ³ | 15,37 | 3,07 |
| Areia Media - Posto Jazida/Fornecedor (Retirado na Jazida, sem transporte) | m ³ | 75 | 4,26 |
| Pó de Pedra (Posto Pedreira/Fornecedor Sem frete) | m ³ | 56,44 | 0,36686 |
| Bloquete/Piso Intertravado de Concreto - Modelo Tijolinho, 20 cm x 10, E= 6 cm, com resistencia de 35 MPA (NBR 9781), cor natural | m ² | 36,27 | 38,036635 |

| | | | |
|---|-----|-------|------------------|
| Calceteiro com Encargos Complementares | h | 18,97 | 7,5405 |
| Servente com Encargos Complementares | h | 14,29 | 5,680275 |
| Placa Vibratria reversível com motor 4 tempos a gasolina, força centrífuga de 25 KN (2500 KGF), potência 5,5 CV - CHP Diurno . AF_08/2015 | chp | 4,61 | 0,018901 |
| Placa Vibratria reversível com motor 4 tempos a gasolina, força centrífuga de 25 KN (2500 KGF), potência 5,5 CV - CHI Diurno . AF_08/2015 | chi | 0,58 | 0,112926 |
| Cortadora de Piso com motor 4 tempos a gasolina, potência de 13 HP, com disco de corte diamantado segmentado para concreto, diâmetro de 350 mm, furo de 1" (14x1") - CHP Diurno. AF_08/2015 | chp | 9,66 | 0,466578 |
| Cortadora de Piso com motor 4 tempos a gasolina, potência de 13 HP, com disco de corte diamantado segmentado para concreto, diâmetro de 350 mm, furo de 1" (14x1") - CHI Diurno. AF_08/2015 | chi | 0,68 | 0,102272 |
| CUSTO TOTAL | | | R\$ 80,26 |

Fonte: SINAPI

3.6 Impacto Ambiental

Por meio de revisões bibliográficas e estudo de campo na empresa DISBRAL (Distribuidora Brasileira de Asfalto), foi estudado o impacto ambiental dos revestimentos.

Na empresa DISBRAL foi analisado parte do processo de fabricação do CBUQ e percebemos que é um procedimento complexo que exige mão-de-obra mais especializada, sendo necessário um aquecimento do agregado de 100 a 180° C, há uma necessidade de equipamento especial para o seu processo construtivo, o que eleva o custo da fabricação e durante o aquecimento são emitidos gases que poluem a atmosfera, conforme demonstrado na Figura 10.

De acordo com o DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), a emissão dos gases poluentes ocorre devido ao aquecimento do cimento asfáltico que emite óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos.



Figura 10. Aquecimento do CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo)
Fonte: Autoral (2019)

O processo de fabricação do CBUQ pode causar sérios danos à saúde do trabalhador se o mesmo não fizer o uso correto dos EPI's (Equipamento de Proteção Individual) e ter uma experiência com o manuseio do produto. O trabalhador fica exposto ao contato com altas temperaturas, podendo sentir um mal estar e a altos ruídos das máquinas que podem gerar na perda parcial da audição, representado na Figura 11.



Figura 11. Processo de Fabricação do CBUQ.
Fonte: Autoral (2019)

Em contrapartida o Piso Intertravado (Paver) não emite gases poluentes durante seu processo de fabricação e assentamento e o risco na saúde do trabalhador é praticamente nulo se o mesmo fizer o uso correto dos EPI's. A Figura 12, demonstram o processo de assentamento do piso intertravado.



Figura 11. Processo de Assentamento do Paver.

Fonte: Maski, (2017).

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a viabilidade técnica, econômica e sustentável da aplicabilidade do Piso Intertravado (Paver) em condomínios fechados na região metropolitana de Goiânia, realizando um comparativo entre os revestimentos utilizados nos condomínios estudados, o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) e o Piso Intertravado (Paver).

O projeto propôs uma técnica que favorece a drenagem na Região Metropolitana de Goiânia, afim de demonstrar ao responsável pela obra de que o pavimento intertravado é uma ótima solução em comparação ao revestimento betuminoso que é o mais usual nos condomínios, porém o uso do revestimento betuminoso aumenta as áreas impermeáveis contribuindo para o aumento de alagamentos, causa poluição ambiental durante seu processo de execução e pode causar danos à saúde dos trabalhadores.

Ao fazer o estudo comparativo dos revestimentos usados nos condomínios, os resultados mostram que o Paver atende as exigências de pavimento permeável e tem capacidade de reduzir

o acúmulo superficial de água da chuva. O experimento conforme à NBR 9781 (ABNT, 2013), confirma que o objeto de estudo possui função de absorver a água de forma que a absorção não danifique as propriedades físicas e químicas do material.

De acordo com a análise econômica dos revestimentos, pudemos observar que o valor da execução do CBUQ é menor, um dos poucos fatores em que o CBUQ se sobressai em relação ao paver, o valor do paver é 24,89% maior que o valor do CBUQ.

Referente ao impacto ambiental dos revestimentos, conclui-se que o paver não gera gases poluentes ao contrário do CBUQ e não há grandes riscos à saúde do trabalhador.

ESTUDO DE PAVER EM CONDOMÍNIOS FECHADOS NA REGIÃO METROPOLITANA: UMA IDEIA DE SUSTENTABILIDADE

CHAVES, Felipe Santos¹; BARBOSA, Jhoys Lane Dias²; CEZAR, Murilo Faria³

¹ Estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

² Estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

³ Professor, Doutor, Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás Uni-ANHANGUERA.

Atualmente há diversos fenômenos da natureza ocasionados pelo aquecimento global. Em determinadas épocas do ano, a Região Metropolitana de Goiânia sofre com chuvas volumosas e intensas, estimadas para ocorrerem durante um mês, mas devido às mudanças climáticas ocorrem em apenas um dia, causando enchentes que resultam em problemas como erosões, inundações entre outros. Por meio de fatores positivos o paver auxilia nos problemas causados pela chuva, devido a sua fabricação que possibilita uma determinada absorção da água em sua peça pré-moldada, ainda na sua instalação não sendo necessário a utilização de rejunte, evitando o escoamento superficial pois a água percola pelo revestimento, pelas juntas intertravadas e também em suas camadas de pavimentação. Portanto este trabalho tem como objetivo estudar o uso do paver nesses condomínios para melhorar a área de permeabilidade, por meio de uma

análise técnica, econômica e ambiental. Com base em pesquisas bibliográficas e estudo de campo, realizou-se a análise da eficácia do defluxão dos pavimentos e determinar a complexibilidade da manutenção com a orientação da Norma ABNT NBR 9781 (2013), que estabelece os metados, ensaios e os requisitos para aceitação de peças de concreto para pavimentação dos blocos de concreto intertravada, sujeitam ao tráfego de pedestres, de veículos. Em relação à custo e benefício utilizou-se as tabelas da Agetop (Agência Goiana de Transporte e Obras), DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e Tabela PINI para composição de custos dos tipos de pavimentos detectados nos condomínios. Concluímos, portanto, que o paver possui eficácia semelhante aos demais pavimentos usados em condomínios fechados, inclusive com variáveis sustentáveis relevantes.

PALAVRAS-CHAVE: Piso intertravado. Pavimento. Permeável. Ecológico.
Blocos de concreto.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781:** Peças de concreto para pavimentação. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Pavimento Intertravado é alternativa sustentável para economia de recursos.** Disponível em: <<https://www.abcp.org.br/cms/imprensa/banco-de-pautas/pavimento-intertravado-e-alternativa-sustentavel-para-economia-de-recursos/>>. Acesso em 13 set. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Sistemas Construtivos Pavimentos Permeáveis:** Melhores Práticas Pavimento Intertravado Permeável. Disponível em: <http://flgblocos.com.br/pdf/Cartilha_Pav_Intertravado_Permeavel.pdf>. Acesso em 5 set. 2018.

BALBO, J.T. **Pavimentação asfáltica:** materiais, projetos e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L.B; MOTTA, L.M.G; CERATTI, J.A.P. & SOARES, J.B. **Pavimentação asfáltica**: Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobras: Adeba, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. DNIT 031/2004: **Pavimentos Flexíveis - Concreto Asfáltico - Especificação de serviço**. Rio de Janeiro: Dnit, 2004. 13 p. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/normas/dnit031_2004_es.pdf>. Acesso em: 05 maio 2019.

FIORITI, Cesar F. **Pavimentos intertravados de concreto utilizando resíduos de pneus como material alternativo**. 2007.

NOGUEIRA, C. **Pavimentação: Projeto e Construção**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1961.

NOVAS TÉCNICAS DE ASFALTO (NTA). **Tipo de revestimento asfáltico**. Disponível em: <<http://www.nta-asfaltos.com.br/por-tipo-de-revestimento-asfaltico>>. Acesso 1 out. 2018.

SCOTT HOOD, R. S. **Análise da viabilidade técnica da utilização de resíduos de construção e demolição como agregado miúdo reciclado na confecção de blocos de concreto para pavimentação**. 2006, 150p. Dissertação (mestrado em engenharia civil). Universidade Federal do rio Grande do Sul, PPGEC/UFRGS, Porto Alegre.

SENÇO, W. **Manual de técnicas de pavimentação**: volume 1. São Paulo: Pini, 2007

SOUZA, Bruno Henrique Zironi de; MORAES, Gilson Castro de. **Produção de blocos para pavimentação intertravada “Paver” com agregados oriundos de demolição da construção civil**. 2017. Disponível em <<http://prsrecicladora.com.br/wp-content/uploads/2015/12/3a3f89a4d5ee3c7c27bdeebd9f1dd252.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

Apêndice A: Questionário, como composição do trabalho final de curso, desenvolvido e executado pelos acadêmicos Felipe Santos Chaves e Jhoys Lane Dias Barbosa aplicado aos gestores dos condomínios estudados.

QUESTIONÁRIO

1. Ocorre alagamentos no condomínio com uma chuva de grande intensidade?
2. Existem pontos para escoamento de água suficientes no seu condomínio?
3. Você já presenciou ou ficou sabendo de algum acidente ocorrido por conta da chuva no seu condomínio? Se sim cite-o.
4. A chuva intensa já causou patologias no revestimento asfáltico?
5. Como é feita a manutenção do revestimento quando ocorre deformidades?
6. Quais são outros tipos de problemas que ocorrem durante e após uma chuva de grande intensidade no seu condomínio?