

COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE A PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA E A COM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO (*PAVER*) EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL EM CARMO DE MINAS MG

Camila Soares Teodoro Feichas^{1*}

Prof. Me. Laísa Cristina Carvalho^{2*}

RESUMO

Este trabalho aborda um comparativo orçamentário entre a pavimentação asfáltica e a com blocos intertravados de concreto para um condomínio residencial na cidade de Carmo de Minas MG. Esse comparativo orçamentário é de extrema importância para um Engenheiro Civil antes da escolha final de qual pavimentação deve ser utilizada. O objetivo dessa pesquisa é descrever a importância do Orçamento de Obra na Construção Civil e definir qual é a pavimentação economicamente mais viável para o Condomínio Residencial em estudo. Para isso, dois orçamentos serão feitos utilizando como base o TCPO (Tabelas de Composições de Preços para Orçamento), que é a maior referência de engenharia de custos do Brasil. As tabelas TCPO apresentam um descritivo detalhado de todos os insumos e mão de obra necessária para a execução dos serviços. Como resultado desse comparativo orçamentário constatou-se que a pavimentação com blocos de concreto fica 18% mais cara. Porém, nos critérios vida útil, manutenção e infiltração de água no solo, os blocos intertravados de concreto se demonstraram a melhor alternativa.

Palavras-chave: Comparativo Orçamentário. Asfalto. Blocos intertravados de concreto. TCPO.

^{1*} Administradora de Empresas graduada na Universidade Federal de Itajubá UNIFEI e graduanda do décimo período de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas UNIS. E-mail: camilastfeichas@gmail.com.

^{2*} Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Minas Gerais, mestre e doutoranda em Estruturas e Construção Civil pela Universidade Federal de São Carlos.

1 INTRODUÇÃO

Na construção de um condomínio residencial, um dos principais itens que deve ser orçado é a pavimentação. Existem vários tipos de pavimentação e neste trabalho serão comparados o orçamento de dois tipos de pavimentos: o pavimento asfáltico e o de blocos intertravados de concreto (*paver*) em um Condomínio Residencial de Carmo de Minas MG.

Um bom planejamento de obra na construção civil requer inúmeras etapas, dentre elas, a construção do Orçamento da Obra. Esse orçamento deve ser iniciado após a confecção de todos os projetos de Engenharia Civil do empreendimento. Com esse levantamento em mãos, informações importantes como o quantitativo de cada material e o preço de cada etapa da obra serão analisados para se apurar a viabilidade financeira e funcional do empreendimento que será iniciado.

Segundo Bernucci *et al* (2006) existem muitas razões para o uso intensivo do asfalto nas pavimentações, como o fato de ser impermeabilizante, resistente à abrasão de diversos ácidos e de ter flexibilidade controlada. Por outro lado, segundo Maciel (2007), os blocos são de fácil execução e têm uma pequena necessidade de manutenção e essa manutenção pode ser feita pela mão de obra disponível no local da obra, sem a necessidade de maquinários sofisticados. Além disso, os insumos necessários para a sua produção estão disponíveis no Brasil e possuem uma boa vida útil, além da possibilidade de serem reciclados, se necessário.

Com o crescimento populacional das zonas urbanas, para atender a demanda crescente por novas moradias, há a necessidade de expansão dos loteamentos já existentes. Somente na Rodovia São Lourenço - Carmo de Minas, BR 460, existem quatro condomínios residenciais em construção e que estão na fase de pavimentação das ruas em 2019.

Projetar um loteamento residencial requer atenção a toda infraestrutura necessária para se construir casas e edifícios naquele local. Essa infraestrutura deve contar com a tubulação de água, esgoto e de água pluvial, postes de iluminação pública e todo o cabeamento dos mesmos, a pavimentação das ruas e calçadas, dentre outros.

Para escolher a pavimentação a ser usada em um condomínio residencial, devem ser analisados diversos fatores. Um dos principais fatores é o custo de cada tipo de pavimentação. Parece uma tarefa simples comparar custos, mas na construção civil este

comparativo envolve muitos detalhes, como o custo da mão de obra especializada. Somente para o cálculo da mão de obra, é necessário saber o tempo necessário para executar o serviço, a média salarial da hora trabalhada e também os encargos tributários referente a essa contratação de pessoal.

Além dos custos iniciais para a implantação da pavimentação, para fazer a opção entre uma pavimentação ou outra deve-se também analisar todos os aspectos da manutenção futura. Deve-se analisar o custo dessa manutenção, a periodicidade, o maquinário necessário e se há mão de obra especializada disponível na região. Ainda, para escolher a pavimentação adequada, deve-se pensar na responsabilidade ambiental do empreendimento. Deve ser analisado o impacto de cada pavimentação na impermeabilização do solo, pois essa impermeabilização pode gerar problemas de alagamentos e também na diminuição do lençol freático justamente em uma região de Estâncias Hidrominerais.

Além disso, como o tráfego de veículos pesados em loteamentos residenciais e condomínios residenciais fechados é leve, na escolha do melhor tipo de pavimentação pode se priorizar o conforto térmico e o impacto ambiental da mesma. Isso porque em vias de alto tráfego de veículos pesados o principal aspecto a ser considerado é a dimensão da estrutura necessária para suportar todas as cargas aplicadas no pavimento e não itens como o conforto térmico.

Para a opção final da pavimentação ideal para ser usada em cada condomínio residencial, um bom projeto de Orçamento de Obra se faz necessário. Com o orçamento detalhado em mãos os Engenheiros e os construtores vão ter itens imprescindíveis para o bom andamento da obra, como o quantitativo de materiais e de mão de obra necessária para cada etapa da obra, além de uma previsão de custo de cada uma dessas etapas.

2 PAVIMENTAÇÃO DE RUAS

No Egito Antigo, há mais de 2.000 anos antes de Cristo, já existiam grandes e majestosas vias com algum tipo de calçamento, como por exemplo a Estrada de Elefantina na ilha do Rio Nilo. Porém, a primeira civilização que utilizou os princípios da Mecânica dos

Solos na construção de estradas com pavimentação foram os Romanos (KNAPTON, 1996 *apud* OLIVEIRA, 2018).

Ao analisar a História, o objetivo clássico para a pavimentação de ruas era melhorar o tráfego em qualquer condição climática. Em locais de pouco tráfego de veículos pesados e com pouca densidade populacional a pavimentação poderá ser utilizada para melhorar as condições climáticas do local. Já em locais de altos tráfegos dos grandes centros urbanos a função principal da pavimentação deverá ser o dimensionamento estrutural (OLIVEIRA, 2018).

De acordo com Senço (2008), os pavimentos podem ser classificados em pavimentos rígidos e pavimentos flexíveis. Os pavimentos flexíveis admitem deformações, até um certo limite, sem que ocorra o seu rompimento. Um exemplo clássico de pavimento flexível é aquele constituído por uma base de brita ou por uma base de solo pedregulhoso que será posteriormente revestido por uma camada asfáltica (DNIT, 2006).

Já os pavimentos rígidos são aqueles cuja camada possui elevada rigidez quando comparada às camadas inferiores, o que possibilita que ele absorva todas as tensões decorrentes dos esforços aplicados. O exemplo típico de pavimento rígido é o pavimento de concreto. Esse não requer uma fundação de grande suporte, mas sim um suporte constante e uniforme. O pavimento de concreto possui uma bacia de deformação menor do que a dos pavimentos asfálticos. (RODRIGUES, 2003 *apud* OLIVEIRA, 2018).

Segundo Nabeshima *et al* (2011), embora o pavimento asfáltico seja praticamente um padrão nas cidades do Brasil, também existem cidades que utilizam os blocos de concreto intertravados. Já em outros países, como na África do Sul, desde a década de 90 são utilizados os blocos de concreto até mesmo para a pavimentação de rodovias.

Os Pavimentos com Blocos de Concreto Intertravados, pela definição proposta por Maciel (2007), são formados por blocos de concreto fabricados previamente que deverão ser assentados sobre uma base de areia e travados por contenção lateral e atrito entre as peças. Segundo Ferreira (2011) *apud* Arns *et al* (2017), as vantagens da pavimentação com blocos de concreto é que possui alta durabilidade, uma superfície regular e antiderrapante e um menor consumo de iluminação pública devido à sua cor mais clara. Ainda, outras vantagens são a menor absorção de energia (o que minimiza o efeito de ilha de calor), é de fácil instalação e manutenção.

Os blocos de concreto podem ser reaproveitados caso seja necessária a manutenção do pavimento ou mesmo a intervenção de concessionárias de gás, energia e telefone. Além disso, se necessário, o pavimento intertravado poderá ser projetado para ser permeável, o que colabora para que a água superficial retorne ao lençol freático.

Já o asfalto é um dos mais antigos materiais de construção utilizados pelas civilizações. Ele é um material que pode ser utilizado para múltiplas funções. De acordo com Bernucci *et al* (2006), na maioria dos países do mundo, a pavimentação asfáltica é a principal. No Brasil, a porcentagem de estradas pavimentadas com asfalto é igualmente alta, cerca de 95% das estradas pavimentadas possuem revestimento asfáltico, o que ocorre também na maioria das ruas pavimentadas brasileiras.

Existem inúmeras razões para esse uso tão intenso do asfalto nas pavimentações, dentre elas pode-se destacar o fato dele proporcionar uma forte ligação entre os agregados que o compõe, permitir uma flexibilidade controlada do pavimento, ser altamente durável e impermeabilizante.

3 ORÇAMENTO DE OBRAS

A Construção Civil como um todo, costuma apresentar baixos índices de produtividade e alto grau de desperdício. Todo esse desperdício e outros problemas, como perda de prazos, podem ser evitados ou minimizados com um bom planejamento orçamentário. Um orçamento é a previsão do custo de determinado produto ou serviço com as condições necessárias para sua realização (TEPEDINO, 2014).

Para a realização de um Orçamento de Obra deve-se, primeiramente, levantar todos os insumos e mão de obra necessários. Posteriormente, deve-se realizar uma pesquisa de preços no mercado local para poder quantificar o custo unitário de cada item do orçamento. Por último deve ser calculado a carga tributária sobre a mão de obra necessária e o custo total de cada etapa da obra.

Para este trabalho serão utilizados orçamentos com base no TCPO (Tabelas de Composições de Preços para Orçamento) que é a maior referência de engenharia de custos do Brasil. No TCPO são apresentados mais de 8.500 composições de serviços para serem

utilizadas nos orçamentos de obras feitos por engenheiros e arquitetos. As tabelas TCPO apresentam um descritivo detalhado de todos os insumos e mão de obra necessária para a execução dos serviços.

A primeira coluna das tabelas apresenta um “Código”, que deve ser uma numeração didática para o Engenheiro Orçamentista enumerar as linhas do orçamento em ordem crescente. Já a segunda coluna, “Componentes”, apresenta um descritivo teórico detalhado do item a ser calculado na linha em questão. Na terceira coluna, “Unidade”, é apresentado a unidade a ser trabalhada, ou seja, horas, quilos, metros cúbicos ou litros, normalmente. A quarta coluna apresenta o “Consumo”, que são índices que devem ser multiplicados pelo “Custo Unitário” a ser levantado através de pesquisa de preços no mercado local. Depois do “Custo Unitário” vem a coluna dos “Encargos Sociais” que somente deve ser preenchida nas linhas que constam a mão de obra. Para o cálculo dos encargos sociais deve ser usada a seguinte fórmula:

- **Encargos Sociais = (Consumo) x (Custo Unitário) x (Quantidade) x 0,7833**

Por último, para se obter o “Custo Total” de cada item levantado em cada linha do orçamento, deve ser usada uma das seguintes fórmulas:

1. Para linhas onde conste a mão de obra:

- **Custo Total = (Consumo) x (Custo Unitário) x (Quantidade) x 1,7833**

2. Para linhas onde não há mão de obra:

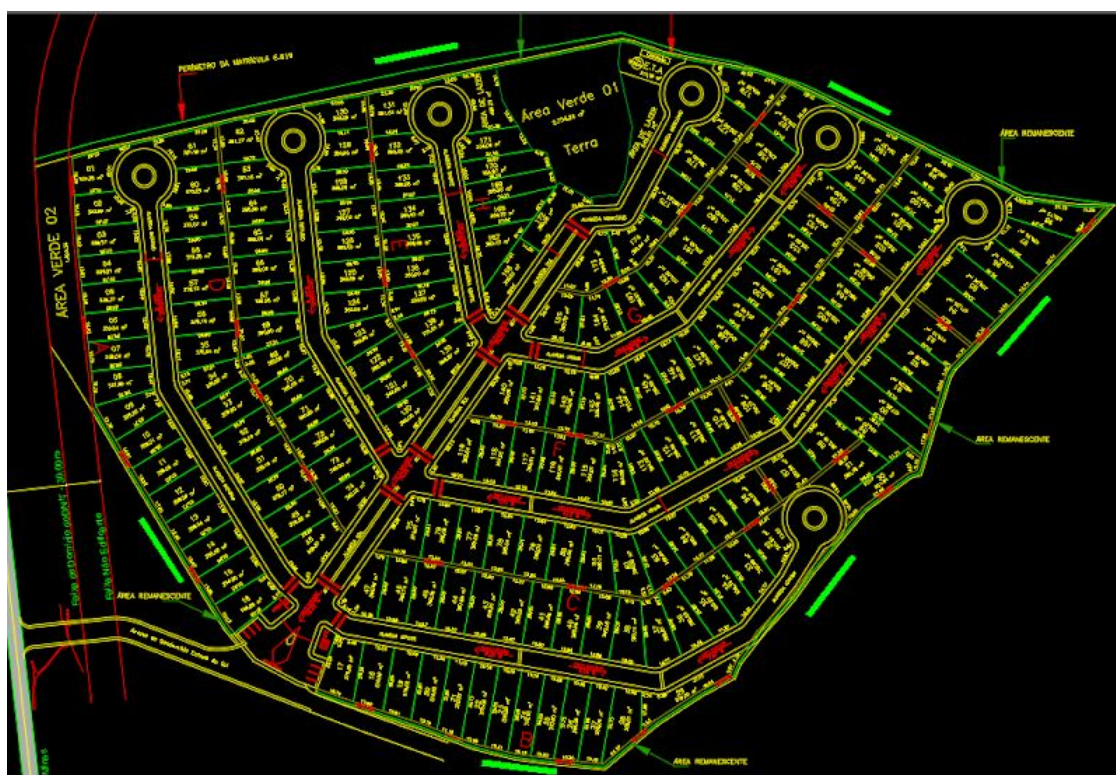
- **Custo Total = (Consumo) x (Custo Unitário) x (Quantidade)**

Depois de calcular o valor total de cada linha, a somatória de todas as linhas deve ser feita para se obter o “Total do Orçamento”.

4 ESTUDO DE CASO: CONDOMÍNIO RESIDENCIAL COLINAS DO SOL

No presente trabalho será analisado um estudo de caso no Condomínio Residencial Colinas do Sol. Esse condomínio está situado na rodovia São Lourenço- Carmo de Minas, na BR 460, Km 67. Esse condomínio é formado por 178 lotes e possui uma área total de 94.831,76m², sendo a área reservada para avenidas e ruas de 19.844,64m². A seguir é apresentado o projeto Urbanístico do Condomínio Colinas do Sol com o seu respectivo quadro de áreas.

Projeto 1: Projeto Urbanístico do Condomínio Colinas do Sol



Fonte: Escritório de Arquitetura Ana Rosa Matuk

Quadro 1: Quadro de Áreas do Condomínio Colinas do Sol

QUADRO GERAL DE ÁREAS		
NOME DA ÁREA	ÁREA	FRAÇÃO IDEAL
ÁREA TOTAL DOS LOTES:	65.251,81 m ²	0,6705179
ÁREA TOTAL DE SERVIDÃO:	2.608,77 m ²	0,0268073
ÁREA TOAL DE AVENIDA E RUAS:	19.844,64 m ²	0,2039206
ÁREA DA E.T.E.:	150,87 m ²	0,0015503
ÁREA DA E.T.A:	317,55 m ²	0,0032631
PORTARIA:	916,72 m ²	0,0094201
ÁREA VERDE:	4.177,58 m ²	0,0429282
ÁREA DE LAZER:	1.014,04 m ²	0,0104202
ÁREA DE PRAÇA:	549,78 m ²	0,0056495
ÁREA TOTAL DO LOTEAMENTO:	94.831,76 m ²	0,9744772
REMANESCENTE DA MATRÍCULA:	2.483,76 m ²	0,0255228
ÁREA DA MATRÍCULA 6.819 NO RGI:	97.315,52 m ²	1

Fonte: Escritório de Arquitetura Ana Rosa Matuk

Como o tráfego em condomínios residenciais é considerado baixo, de acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006) o revestimento poderia ser apenas uma camada de tratamento superficial betuminoso. Contudo, para a composição do orçamento deste estudo, será utilizada uma camada de CAUQ (Concreto Asfáltico Usinado a Quente) de 4,0cm, uma espessura muito utilizada no Sul de Minas. Já o bloco de concreto intertravado a ser orçado é o de 16 faces para tráfego pesado com comprimento de 11cm, espessura de 8cm e largura de 22cm. Ainda, é importante ressaltar que no projeto do referente estudo considerou-se uma drenagem superficial adequada e que o lençol d'água subterrâneo está a, no mínimo, 1,50m de profundidade em relação ao greide de regularização.

A seguir serão apresentados dois orçamentos feitos com a utilização de composições de preço do TCPO edição 13. O primeiro é o orçamento da pavimentação com CAUQ e a segunda com blocos intertravados de concreto.

Tabela 1: Orçamento de CAUQ para o Condomínio Residencial Colinas do Sol

Concreto Asfáltico para aplicação em pavimentação usinado a quente - preparo e aplicação - unidade: m³						
Área destinada a Avenidas e Ruas no Condomínio Residencial Colinas do Sol:					19844,64	m²
Área destinada a Ruas e Avenidas considerando a espessura de 4cm					793,79	m³
Cód.	Componentes	Unid.	Consumos	Custo Unitário	Encargos Sociais	Valor Total
1	Servente	h	2,00	R\$55,93	R\$7.374,22	R\$16.788,52
2	Concreto Asfáltico para aplicação em Pavimentação usinado a quente - preparo	t	2,43	R\$350,00		R\$675.114,65
3	Vibroacabadora sobre esteiras, diesel, potência 77 HP (57kW) - vida útil 20.000h	h prod.	0,07	R\$102,30		R\$5.521,89
4	Carregadeira sobre rodas 211 HP, com caçamba de aplicação geral de bordas cortantes aparafusáveis, capacidade nominal da caçamba 3,30m ³ , aplicação leve - vida útil: 8.000h	h prod.	0,07	R\$45,45		R\$2.525,43
5	Rolo compactador autopropelido estático de pneus, diesel, potência 80 HP (60 kW), peso operacional 9,2t vida útil 8.000h	h prod.	0,07	R\$62,50		R\$3.373,59
6	Caminhão Basculante, diesel, potência 167 HP (125 kW), capacidade carga útil 8,6t, caçamba 5m ³ - vida útil 8.000h	h prod.	0,39	R\$45,45		R\$14.070,25
					TOTAL:	RS717.394,32
					Valor do metro quadrado	RS36,15

Fonte: A autora

Tabela 2: Orçamento de Blocos Intertravados de Concreto para o Condomínio Residencial Colinas do Sol

Pavimentação Intertravada de Blocos de Concreto sobre Coxim de Areia - unidade: m²						
Área destinada a Avenidas e Ruas no Condomínio Residencial Colinas do Sol:					19844,64	m²
Cód.	Componentes	Unid.	Consumos	Custo Unitário	Encargos Sociais	Valor Total
1	Calceteiro	h	0,23	R\$55,93	R\$21.200,88	R\$48.266,98
2	Servente	h	0,46	R\$55,93	R\$42.401,76	R\$96.533,97
3	Areia Lavada Tipo Fina	m ³	0,005	R\$50,00		R\$4.961,16
4	Areia Lavada Tipo Média	m ³	0,05	R\$50,00		R\$49.611,60
5	Bloco de Concreto para pavimento intertravado 16 faces - tráfego pesado (comprimento: 110mm/ espessura: 80mm/ largura: 220 mm)	Unid.	39,00	R\$0,86		R\$666.779,90
6	Compactador de placa vibratória, diesel, potência 10 HP (7,5 kW) - vida útil 8.000h	h prod.	0,03	R\$15,00		R\$8.930,09
					TOTAL:	RS875.083,70
					Valor do metro quadrado	RS44,10

Fonte: A autora

Ao se analisar a composição do orçamento do CAUQ percebe-se que o item mais oneroso é o próprio concreto asfáltico, que ficou orçado em R\$675.114,65. O segundo item mais oneroso nessa primeira composição é a mão de obra, orçada em R\$16.788,52.

Já ao se analisar a composição do orçamento dos blocos intertravados de concreto, percebe-se que o item mais oneroso também é o próprio bloco de concreto, que ficou orçado em R\$666.779,90. Destaca-se que o preço dos Blocos e do CAUQ nas duas composições é praticamente o mesmo, com uma variação percentual de apenas 0,01%. Já o segundo item mais oneroso na composição dos blocos de concreto também é a mão de obra que, somando-se o valor orçado para o Servente e para o Calceteiro chega-se a um valor total de R\$144.800,95. Tem-se aqui a primeira grande distinção entre os dois orçamentos. O asfalto possui um custo de mão de obra equivalente a 11,59% do custo da mão de obra para a pavimentação com blocos de concreto. Isso ocorre pois a instalação dos blocos de concreto é manual e a instalação do CAUQ é praticamente toda mecanizada.

Por último, o preço final da pavimentação com blocos intertravados de concreto é R\$875.083,70 e com CAUQ é R\$717.394,32. Sendo assim, o valor do metro quadrado do CAUQ ficou em R\$36,15 e dos blocos de concreto em R\$44,10. Ou seja, os Blocos Intertravados de Concreto apresentam um custo 18% maior do que o do CAUQ. Essa diferença ocorre principalmente pelo preço da mão de obra para a instalação dos Blocos de Concreto, que foi o único item das duas composições com uma grande diferença percentual.

Portanto, conclui-se que a alternativa economicamente mais viável é a pavimentação com CAUQ, com uma economia de 18%. Porém, como já foi mencionado nesse trabalho, existem outros fatores relevantes para a escolha do pavimento a ser utilizado, como a vida útil, custo de manutenção e a taxa de infiltração de água pluvial no solo.

Ao se analisar a vida útil, Maciel (2007) afirma que a vida útil dos blocos de concreto é boa e estes possuem a possibilidade de serem reciclados, se for necessário. Outro destaque é o custo de manutenção dos blocos que é baixo principalmente devido ao uso de mão de obra local e a não necessidade de maquinários caros e sofisticados. Segundo a ABCP *apud* Oliveira (2018), o baixo custo de manutenção dos blocos ocorre pois cerca de 95% deles podem ser reaproveitados em operações de reparo e manutenção do pavimento.

Segundo Bianchi *et all apud* Oliveira (2018), enquanto o concreto asfáltico possui vida útil entre 8 e 12 anos, o pavimento de blocos intertravados possui vida útil mínima de 20 anos. Ou seja, no critério vida útil, os blocos intertravados são bem melhores do que o asfalto.

O concreto asfáltico, para Oliveira (2018), notavelmente requer valores para a sua manutenção em condições satisfatórias de uso. Para reabilitar um pavimento de concreto

asfáltico há necessidade de fabricação de material novo, gerando grande quantidade de resíduos, destacando-se que o processo de reciclagem é difícil.

Como a região entre São Lourenço MG e Carmo de Minas MG é de Estâncias Hidrominerais, a manutenção do lençol freático é muito importante. Para isso, os pavimentos permeáveis são os mais indicados, pois permitem a infiltração de água de chuva no solo. Além disso, essa infiltração de água no solo pode reduzir o risco de alagamentos.

Porém, o asfalto, que é um revestimento betuminoso e com a propriedade de ser um adesivo termoviscoplastico, é impermeável à água e pouco reativo (BERNUCCI *et al* 2006). Com isso, não ocorre infiltração da água pluvial nesse tipo de pavimentação. A água pluvial escoada é conduzida à tubulação de água pluvial e não ao solo.

Já os blocos intertravados de concreto apresentam características peculiares, dentre as quais, àquelas que o configuram como piso drenante. Segundo Martins (2014), o bloco por si só não é permeável, porém as juntas podem ser projetadas para oferecerem infiltração. Ainda de acordo com ICPI *apud* Martins (2014), a infiltração é justificável devido à água que consegue entrar pelas juntas entre os *pavers*, que possuem entre 3 e 5 mm. Estes espaços vazios entre as peças intertravadas proporcionam a infiltração da água de volta ao solo do subleito.

Cabe ainda destacar que, em 2019, o condomínio residencial em estudo encontrava-se na fase final de pavimentação de ruas e avenidas. Nessa fase, o tipo de pavimentação já estava definida e a escolha do proprietário foram os blocos intertravados de concreto.

O proprietário afirma que nem chegou a fazer o orçamento da pavimentação asfáltica pois considerou os fatores relacionados ao meio ambiente mais importante que os fatores financeiros na sua escolha. Para ele, a possibilidade de infiltração de água pluvial no solo para ajudar a manter o lençol de água da região e prevenir a possibilidade de alagamento no entorno do condomínio foram fatores decisivos. Ainda, mencionou o conforto térmico do condomínio que é bem melhor com a utilização dos blocos de concreto.

A seguir é apresentada a foto de uma rua e de uma avenida do condomínio, já com o revestimento dos blocos intertravados de concreto escolhidos.

Foto 1: Rua pavimentada com Blocos Intertravados de Concreto no Condomínio Colinas do Sol



Fonte: Imobiliária Realiza

Foto 2: Avenida pavimentada com Blocos Intertravados de Concreto no Condomínio Colinas do Sol



Fonte: Arquivo pessoal do proprietário do condomínio

5 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi comparar o orçamento da pavimentação asfáltica e da pavimentação com blocos intertravados de concreto. Para que esse objetivo fosse alcançado, primeiramente foi abordado o histórico das pavimentações de ruas e depois foi demonstrada a importância do Orçamento de Obra na Construção Civil.

Por último, foi apresentado um estudo de caso com a finalidade de fazer um comparativo orçamentário entre os dois pavimentos para o Condomínio Residencial Colinas do Sol situado entre São Lourenço MG e Carmo de Minas MG.

Com o orçamento pronto pode-se constatar que o preço final da pavimentação com blocos intertravados de concreto é R\$875.083,70 e com CAUQ é R\$717.394,32. Sendo assim, o valor do metro quadrado do CAUQ ficou em R\$36,15 e dos blocos de concreto em R\$44,10. Isso resultou em um custo 18% maior para os blocos intertravados de concreto.

Dessa forma, ao se analisar o custo inicial para a implantação de cada tipo de pavimento conclui-se que a alternativa mais viável é a pavimentação com CAUQ, com uma economia de 18%. Porém, como já foi mencionado nesse trabalho, existem outros fatores relevantes para a escolha do pavimento a ser utilizado, como a vida útil, custo de manutenção e a taxa de infiltração de água pluvial no solo.

Ao se analisar a vida útil, constata-se que os blocos de concreto são a melhor alternativa pois a vida útil deles é de no mínimo 20 anos enquanto a vida útil do concreto asfáltico é de 8 a 12 anos. Já ao se analisar o custo de manutenção, os blocos de concreto também são os mais indicados pois apresentam um baixo custo de manutenção pois cerca de 95% dos blocos podem ser reaproveitados em operações de manutenção ou reparo do pavimento.

Ainda, quando se analisa o impacto ambiental da manutenção dos dois pavimentos, os blocos de concreto mais uma vez saem na frente pois possuem baixo impacto ambiental devido ao reuso das suas peças. Já o asfalto requer a fabricação de material novo para o seu reparo, gerando grande quantidade de resíduos que dificilmente serão reciclados.

Por último, ao se analisar a infiltração de água pluvial no solo, os blocos de concreto mais uma vez são indicados. O asfalto é impermeável à água enquanto os blocos de concreto

são considerados pisos drenantes. O bloco por si só não é permeável, porém as juntas podem ser projetadas para oferecerem infiltração. Com isso, no critério infiltração de água pluvial no solo, os blocos de concreto são os mais indicados.

Conclui-se, então, que apenas no critério custo inicial de implantação, o asfalto é a melhor alternativa. Nos outros três critérios abordados nesse estudo, a vida útil, o custo de manutenção e a taxa de infiltração de água pluvial no solo a melhor alternativa são os blocos de concreto. Para o condomínio residencial em estudo, então, indica-se a utilização dos blocos intertravados de concreto pois, apesar de serem 18% mais caros na sua implantação inicial, terão uma vida útil alta e um baixo custo de manutenção futura. Além disso, o impacto ambiental dos blocos de concreto são bem menores do que o do concreto asfáltico devido a possibilidade de infiltração constante de água pluvial no solo e de gerar poucos resíduos nas manutenções necessárias.

Cabe ainda acrescentar que antes que o estudo do presente trabalho fosse concluído, o proprietário do Condomínio Residencial Colinas do Sol já tinha escolhido a pavimentação a ser utilizada no condomínio. Por coincidência, a pavimentação escolhida pelo proprietário é a mesma indicada por esse estudo. O proprietário optou pelos blocos intertravados de concreto sem nem ao menos fazer o orçamento do concreto asfáltico. Isso porque o proprietário já conhecia as vantagens ambientais de infiltração de água no solo e de conforto térmico dos blocos intertravados e fez essa opção considerando o menor impacto ambiental.

BUDGET COMPARISON BETWEEN ASPHALT PAVEMENT AND INTERLOCKING CONCRETE BLOCKS (PAVER) IN A RESIDENTIAL CONDOMINIUM IN CARMO DE MINAS MG

Camila Soares Teodoro Feichas³

Prof. Me. Laisa Cristina Carvalho⁴

ABSTRACT

This work addresses a budget comparison between asphalt pavement and interlocking concrete blocks for a residential condominium in the city of Carmo de Minas MG. This budget comparison is extremely important for a Civil Engineer before the final choice of which paving should be used. The objective of this research is to describe the importance of the Work Budget in Civil Construction and define which is the most economically viable pavement for the Residential Condominium under study. For this, two budgets will be made based on the TCPO (Price Compositions Tables for Budget), which is the largest reference in cost engineering in Brazil. The TCPO tables present a detailed description of all the inputs and labor required to perform the services. As a result of this budget comparison, it was found that paving with concrete blocks is 18% more expensive. However, in terms of useful life, maintenance and water infiltration in the soil, interlocking concrete blocks proved to be the best alternative.

Keywords: Budget Comparison. Asphalt. Interlocking Concrete Blocks. TCPO.

³* *Business Administrator graduated at the Universidade Federal de Itajubá UNIFEI and undergraduate student in the tenth period of Civil Engineering at Centro Universitário do Sul de Minas UNIS. E-mail: camilastfeichas@gmail.com.*

⁴* *Graduated in Civil Engineering at the Universidade Estadual de Minas Gerais, master and doctoral student in Structures and Civil Construction at the Universidade Federal de São Carlos.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNS, Pedro; MANENTI, Eduardo Leonardo. **Dimensionamento e Orçamento Comparativa entre Pavimentos Flexíveis (Pavimentação Asfáltica X Blocos Intertravados de Concreto) - Estudo de Caso.** Santa Catarina, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Pavimento Intertravado: Aplicação em Vias Urbanas.** São Paulo, 2015.

BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação asfáltica : formação básica para engenheiros.** Rio de Janeiro : PETROBRAS: ABEDA, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA (DNIT). **Manual de Pavimentação.** 3. ed. Rio de Janeiro: Ministério dos Transportes - DNER. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2006.

MACIEL, Anderson Brum. **Dossiê Técnico – Pavimentos Intertravados;** 2007.

MARTINS, Ronaldo Miotto. **Análise da Capacidade de Infiltração do Pavimento Intertravado de Concreto.** Pato Branco, Paraná, 2014.

NABESHIMA, Cinthia K. Y.; ORSOLIN, Kátia; SANTOS, Rafael K. X. dos. **Análise Comparativa Entre Sistemas de Pavimentação Urbana Baseados em Concreto Asfáltico e Blocos de Concreto Intertravados (Pavers).** 2011. 122 f.

OLIVEIRA, Cinara Souza de. **Análise Comparativa técnico-econômica entre os pavimentos de concreto asfáltico e blocos intertravados de concreto;** 2018.

PINI. **TCPO, Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos.** 13 Ed., 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **IP-06: Instrução para dimensionamento de pavimentos com blocos intertravados de concreto.** São Paulo, 2004.

TEPEDINO, Arthur. **Orçamento e Programação de uma Edificação Residencial Multifamiliar.** Florianópolis, SC, 2014. 95 p.