

Comparação da sustentabilidade ambiental, econômica e social para execução de calçadas

Comparison of environmental, economic and social sustainability for the execution of sidewalks

Julia Delmondes de Oliveira, aluna de graduação, UFSC.

julia.delmondes.o@gmail.com

Amanda Cristina Pádova, aluna de graduação, UFSC.

padova.amanda@gmail.com

Jucelio Dall Agnol, aluno de graduação, UFSC.

juceliodall@hotmail.com

Luiz Fernandes da Costa Neto

luizfernandesneto98@gmail.com

Natália Sagaz, aluna de graduação, UFSC.

natalia.sagaz30@gmail.com

Resumo

A ausência ou precariedade de calçadas são problemas que comprometem a mobilidade e acessibilidade das pessoas, sendo uma problemática comum em diferentes cidades brasileiras. Este artigo apresenta uma comparação da sustentabilidade econômica, ambiental e social entre três opções de calçadas para construção em uma comunidade quilombola. Foi realizada uma revisão bibliográfica, seguida de um estudo de modelagem de protótipos digitais de três tipos de calçada: a) em concreto, b) em piso intertravado e c) em piso cimentício. Na sequência, foi realizada a análise da sustentabilidade para cada protótipo. Obteve-se que a calçada mais sustentável economicamente é a calçada em piso intertravado, entretanto a calçada mais viável socialmente e ambientalmente, neste estudo, é a calçada em concreto. A contribuição deste estudo é a identificação da solução de calçada mais sustentável para construção em uma comunidade.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Calçadas; Comparativo

Abstract

The absence or precariousness of sidewalks are problems that compromise the mobility and accessibility of people, being a common problem in different Brazilian cities. This article presents a comparison of economic, environmental and social sustainability between three options of sidewalks for construction in a quilombola community. A literary review was carried out, followed by a modeling study of digital prototypes of three types of sidewalk: a) on concrete, b) on interlocked floor and c) on cementitious floor. In the sequence, the sustainability analysis was performed for each prototype. It was obtained that the most economically sustainable sidewalk is the interlocked floor sidewalk, however the most socially and environmentally viable sidewalk in this study is the concrete sidewalk. The contribution of this study is the identification of the most sustainable sidewalk solution for construction in a community.

Keywords: Sustainability; Sidewalks; Comparative

Introdução

Os métodos convencionais de construção exigem um grande consumo de energia além de depender muito recurso financeiro e mobilizar processos de produção que sejam centralizados dentro da indústria. A abordagem de um desenvolvimento sustentável visa repensar a necessidade de consumo dos materiais da construção civil e direciona-se a pautas não somente ambientais, mas também à manutenção de cidades mais saudáveis a partir da conservação dos recursos não renováveis e da utilização de materiais alternativos de baixo custo e impacto ambiental.

Sendo a construção civil uma grande geradora de impactos ambientais, a adoção de projetos e obras que primam pela sustentabilidade é fundamental para um futuro mais saudável para o planeta, pela realização de ações conscientes para proteger o meio ambiente, a cultura local, as comunidades e o clima no mundo. Desta forma, mesmo em pequenas construções, é possível propor soluções mais sustentáveis. Este trabalho tem como objetivo avaliar a sustentabilidade ambiental, social e econômica para a construção de calçadas em uma comunidade.

Essa pesquisa está alinhada com Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 10 e 11, da Organização das Nações Unidas, no que se refere ao comprometimento com um resultado eficiente a nível de sustentabilidade ambiental e social (ONU, 2015). Relacionado mais diretamente a meta 11.4 - Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo, e a meta 10.2 - Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, de forma a reduzir as desigualdades, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, nacionalidade, religião, condição econômica ou outra, considerando que as comunidades quilombolas desenvolveram práticas cotidianas de resistência na manutenção de seus modos de vida característicos e na consolidação de um território próprio. Assim, a execução das calçadas na comunidade em estudo poderá colaborar tanto na melhoria da infraestrutura que respeite a cultura e necessidades da comunidade, observando o cuidado com o meio ambiente e a geografia local, quanto viabilizar acesso aos espaços de capacitação e geração de renda de acordo com as necessidades e potencialidades locais.

1. Sustentabilidade na construção civil

Na construção civil, devido às atividades fins, ocorrem diferentes impactos ambientais, como a geração de resíduos e o alto consumo de materiais não renováveis. É inegável o impacto que o setor da construção civil gera em diferentes esferas, como a econômica, do emprego, e também do meio ambiente, entre outras. A grande escala de produção dessa atividade requer volumes proporcionais de materiais de construção que, geralmente, são extraídos de recursos naturais finitos (BARROS; FUCALÉ, 2016). Somente isso já é uma problemática considerável.

A busca por ações e soluções mais sustentáveis, que gerem menos impacto ao meio ambiente, bem como às cidades e às comunidades, é almejada para este setor e para a garantia de um futuro melhor para as novas gerações. Entende-se por sustentabilidade a busca pelo equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e os possíveis impactos das ações humanas nas gerações futuras, seja no âmbito ambiental, social ou outro. Desta forma, vários autores atribuem diferentes dimensões ao termo sustentabilidade, sendo que esta pode ser caracterizada em sua dimensão ambiental, social, econômica e também no âmbito cultural

(CARVALHO, 2009; HOFFMANN, 2014; LIBRELOTTO, 2005). Todos estes aspectos devem ser cuidadosamente equilibrados para a garantia de um futuro melhor para o mundo.

2.1 A Construção de Calçadas nas Cidades

As calçadas permitem a locomoção dos pedestres pela cidade e devem garantir a mobilidade no meio urbano. A ausência de calçadas em vias urbanas, ou a existência destes elementos construídos de forma precária, são problemas que comprometem a mobilidade e acessibilidade das pessoas nas cidades, podendo causar acidentes e outros problemas. Segundo o Guia prático para a construção de Calçada (PORTLAND, 2016), esse elemento deve ser planejado e executado de acordo com alguns preceitos para cumprir sua função. São esses: acessos, dimensões adequadas, continuidade, fluidez, segurança, espaços de socialização e comprometimento com o desenho da paisagem.

Esses sete itens podem ser expressos por uma boa calçada. A continuidade diz respeito, de forma direta, a um calçamento que não ofereça obstáculos ao caminho do pedestre, enquanto a fluidez leva em conta que as calçadas devem permitir o deslocamento das pessoas em velocidade constante (INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS, 2019).

Além disso, uma calçada possui três faixas de uso, que detêm funções distintas: a faixa de serviço, a faixa livre ou passeio e a faixa de acesso. A primeira sempre se localizando na faixa em contato com a rua, nela se localizarão postes, bancos, vegetação, etc. A segunda faixa é direcionada para os pedestres se locomoverem sem obstáculos os atrapalhando. Enquanto que a terceira faixa, localizada na faixa mais distante da rua, é voltada para o entra e sai dos variados lotes para a área pública. Essas faixas possuem largura mínima estabelecida pelo município definidas no plano diretor e/ou código de obras, os quais devem se atentar à norma NBR 9050:2020 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020), e o Decreto n. 5296 de 2004 (BRASIL, 2004).

A NBR 9050 trata de atributos importantes para o calçamento. Entre eles o declive transversal máximo de 3% na faixa livre ou passeio, o qual ao ser respeitado, garante a acessibilidade e o escoamento das águas. Tal passeio também deve ter um piso de revestimento de “superfície regular, firme, estável, não trepidante para dispositivos com rodas e antiderrapante, sob qualquer condição” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 55). Somando-se a isso, as larguras das diferentes faixas de uso são apresentadas, com valores estipulados de 70 cm para faixa de serviço e 120 cm para passeio, além de altura livre de 210 cm; também, rebaixamentos de calçadas, normalmente entre o calçamento e vias, devem ter uma declividade máxima de 8,33%.

A respeito do processo de execução de uma calçada, variadas formas podem ser empregadas. Como foi visto, há normatizações influenciando sobre como esse produto final deve estar para garantir seu uso por todos os públicos. Assim, nos dias atuais, muitos tipos de calçadas que eram comumente implementadas no passado, já não podem ser reproduzidas e devem ser adequadas, salvo em casos de tombamento. Exemplos desses tipos de calçadas são as de paralelepípedo e de pedra portuguesa. (INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS, 2019). É importante destacar que normalmente os municípios regulamentam padrões de calçadas para serem executadas nas cidades, e que os Planos Diretores são instrumentos que auxiliam com indicações e instruções para o correto dimensionamento dos passeios.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo comparativo entre opções de construção de calçadas para implantação em um caso de estudo, junto à Comunidade de Remanescentes do Quilombo Toca/Santa Cruz, um projeto de extensão desenvolvido nesta Universidade desde 2014, com o objetivo de encontrar a opção de passeio mais sustentável econômica-social-ambiental para proposta no projeto urbano. Neste local, entre os anos de 2018 e 2020, já foram realizadas outras ações de melhoria de infraestrutura, como a instalação da rede de abastecimento de água, melhoria na rede de distribuição da energia elétrica e soluções individuais de esgotamento sanitário. Desta forma, a coleta e análise de dados ocorre de forma quali-quantitativa.

Para atingir os objetivos propostos, foi realizada uma busca na literatura para compreender os principais conceitos envolvidos na implantação de calçadas sustentáveis, como o uso de materiais inovadores e não convencionais, a exemplo do bambu e de materiais reciclados. Os critérios adotados por Carvalho (2009) na Metodologia de Avaliação da Sustentabilidade de Projetos de Habitação de Interesse Social (MASP-HIS) foram estudados como referência para as análises desta pesquisa.

Na sequência, foram estudados protótipos de diferentes soluções de calçadas: a) calçada convencional em concreto, b) calçada em piso intertravado; e c) calçada com piso cimentício conforme regras municipais da cidade de Florianópolis (INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS, 2019). Os projetos dos protótipos de calçadas foram elaborados no software Sketchup.

Para a análise da sustentabilidade econômica, foram calculadas as composições unitárias de custos com base no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices) para análise do custo unitário de construção. Para a análise da sustentabilidade ambiental, foram comparados qualitativamente o consumo de materiais, o consumo de energia (uso de equipamentos na execução e transporte de materiais) e a geração de resíduos. Na análise da sustentabilidade em seu pilar social, foram consideradas a possibilidade de relacionamento com a comunidade local, a geração de infraestrutura e a possibilidade de participação comunitária na construção destes elementos urbanos.

3. Resultados e discussões

3.1 Calçada em concreto

Para fins de comparação entre os tipos de calçada, a primeira a ser analisada é a calçada em concreto. Este tipo é o mais utilizado pela facilidade de execução e por empregar materiais convencionais. A aplicação se dá por: nivelamento e compactação do solo; colocação da camada de brita; posicionamento das formas de sarrafo; e preenchimento das formas com concreto. Algumas opções são armadas e outras não.

Neste modelo, consideramos uma camada de 5 cm de brita para contribuir no nivelamento da superfície e no melhor assentamento do concreto. O concreto de traço 1:2,7:3 foi contabilizado para 6 cm de espessura, sem armação. Em todas as simulações, foi considerado que a calçada será alocada sobre terra compactada, representada na camada mais inferior como pode ser observado na Figura 1.

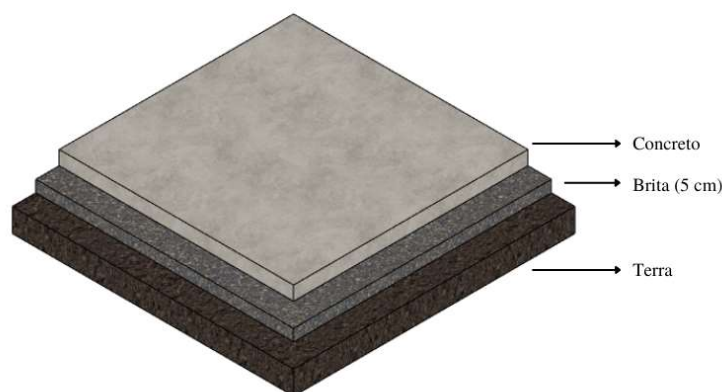


Figura 1: Modelagem de calçada em concreto. Fonte: Elaborada pelos autores.

Para quantificação do custo unitário deste tipo de calçada, foi realizada a composição de custos com base nas tabelas do SINAPI, referentes ao mês de dezembro do ano de 2021, para a qual obteve-se um resultado de R\$738,13 por m³ de calçada executada (Quadro 1) (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2021). Para fins de comparação com as demais opções de calçadas que serão apresentadas na sequência, a partir do custo unitário por metro cúbico desta calçada simulamos o custo do metro quadrado desta calçada projetada, sendo este aproximadamente R\$81,19. Consideramos um protótipo de calçada com 0,11m³, com 1 m² de área e espessura de 11 cm.

03.PISO.PASS.017/01	94990	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, NÃO ARMADO. AF_07/2016	m ³	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO (RS)	CUSTO TOTAL (RS)
INSUMO	4460	SARRAFO NÃO APARELHADO *2,5 X 10* CM, EM MAÇARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO - BRUTA	m	2.50	8,64	21,60
INSUMO	4517	SARRAFO *2,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIÃO - BRUTA	m	2.00	2,12	4,24
COMPOSIÇÃO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	2.26	27,79	62,80
COMPOSIÇÃO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	1.98	27,42	54,29
COMPOSIÇÃO	88316	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	4.24	20,40	86,50
COMPOSIÇÃO	94964	CONCRETO FCK = 20 MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	m ³	1.21	420,41	508,70
CUSTO TOTAL / m³						738,13

Tabela 1: Composição de custos para execução de serviços de passeio em concreto. Fonte: Caixa Econômica Federal, 2021

3.2 Calçada com piso intertravado

O piso intertravado, conhecido popularmente como paver, é extremamente eficaz em projetos de pavimentação de passeios públicos, pois apresenta múltiplos pontos positivos como variedade de cores e modelos, além da facilidade de manutenção e aplicação. Também

se torna ecologicamente adequada por permitir a passagem da água e o reabastecimento dos lençóis freáticos, evitando a impermeabilização do solo.

A espessura da peça pré-moldada de concreto usada como material de revestimento no sistema de pavimento intertravado é definida conforme o trânsito existente no local da aplicação, e varia de 4 a 10 centímetros. Já a resistência do concreto utilizado nos blocos pode chegar a 50 MPa. Como o protótipo esboçado foi estudado para ser desenvolvido em um local de tráfego leve, apenas para pedestres, a altura do bloco retangular utilizado é de 6 cm e com resistência de 35 MPa.

A proposta de calçada em estudo é representada com uma camada de terra, sendo variável conforme o terreno onde o calçamento será instalado. Logo acima há uma camada de pedrisco de 5 cm e outra camada de areia de 5 cm. Por fim, as peças pré-moldadas de concreto são encaixadas, formando fileiras (Figura 2). O passo a passo de instalação segue as seguintes etapas: deixar a área onde será assentado o piso de concreto intertravado toda nivelada; compactação da área (por ser apenas 1 m³, pode-se utilizar soquete); instalação das guias de concreto para confinamento do piso intertravado; colocação do pedrisco, de maneira a deixar o material mais uniformemente espalhado possível e em seguida compactar; colocação de areia ou pó de pedra já que o tráfego é destinado apenas à pedestres; assentamento das peças do piso intertravado por uma das extremidades, formando fileiras. (caso surja necessidade de recorte, deve ser executado por ferramentas específicas para essa finalidade); se necessário, ajustar as peças com um martelo de borracha para que todas fiquem no mesmo nível; com areia ou pó de pedra (peneirada), rejuntar para dar o intertravamento final; por fim, limpar o local e retirar excesso de materiais aplicados.

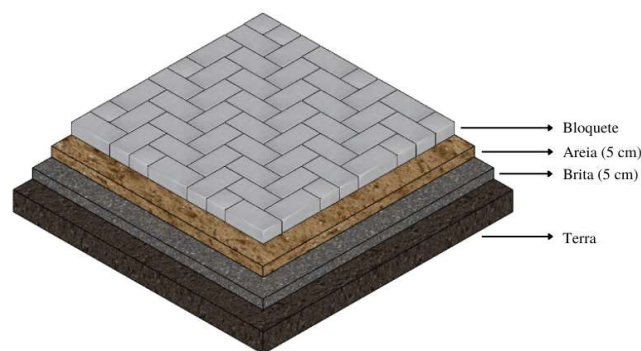


Figura 2: Modelagem de calçada em piso intertravado. Fonte: Elaborada pelos autores.

Para quantificação do custo unitário deste tipo de calçada, foi realizada a composição de custos com base nas tabelas do SINAPI, referentes ao mês de dezembro do ano de 2021, para a qual obteve-se um resultado de R\$63,38 por m² de calçada executada (Quadro 2) (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2021).

03.PAVLINTE.012 /001	92396	EXECUÇÃO DE PASSEIO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO RETANGULAR COR NATURAL DE 20 X 10 CM, ESPESSURA 6 CM. AF_12/2015	m ²	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO (RS)	CUSTO TOTAL (RS)
INSUMO	370	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m ³	0,0600	89,55	5,37
INSUMO	4741	PÓ DE PEDRA (POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE)	m ³	0,0100	77,05	0,77
INSUMO	36155	BLOQUETE/PISO INTERTRAVADO DE CONCRETO - MODELO ONDA/16 FACES/RETANGULAR/TIJOLINHO/PAVER/HOLANDES/PARALELEPIPEDO, 20 CM X 10 CM, E = 6 CM, RESISTÊNCIA DE 35 MPA (NBR 9781), COR NATURAL	m ²	1,0500	35,62	37,40

COMPOSIÇÃO	88260	CALCETEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,4000	27,24	10,90
COMPOSIÇÃO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,4000	20,40	8,16
COMPOSIÇÃO	91277	PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, FORÇA CENTRÍFUGA DE 25 KN (2500 KGF), POTÊNCIA 5,5 CV - CHP DIURNO. AF_08/2015	chp	0,0041	10,52	0,0043
COMPOSIÇÃO	91278	PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, FORÇA CENTRÍFUGA DE 25 KN (2500 KGF), POTÊNCIA 5,5 CV - CHI DIURNO. AF_08/2015	chi	0,1900	0,54	0,10
COMPOSIÇÃO	91283	CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE 13 HP, COM DISCO DE CORTE DIAMANTADO SEGMENTADO PARA CONCRETO, DIÂMETRO DE 350MM, FURO DE 1" (14 X 1") - CHP DIURNO. AF_08/2015	chp	0,0500	11,15	0,56
COMPOSIÇÃO	91285	CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE 13 HP, COM DISCO DE CORTE DIAMANTADO SEGMENTADO PARA CONCRETO, DIÂMETRO DE 350MM, FURO DE 1" (14 X 1") - CHI DIURNO. AF_08/2015	chi	0,1500	0,80	0,12
CUSTO TOTAL / m²						63,38

Tabela 2: Composição de custos para execução de serviços de passeio em piso intertravado. Fonte: Caixa Econômica Federal, 2021

3.3 Calçada com placa cimentícia - Calçada Certa Florianópolis

O piso cimentício provém de uma mistura de pedras naturais, água e cimento. Ele, juntamente com mais alguns materiais, proporciona uma forma de pavimentação urbana segura, devido às suas propriedades antiderrapantes. Além disso, para efeitos de qualidade, esse tipo de calçada apresenta boas propriedades de conservação e resistência contra as ações do tempo.

Neste modelo, foi utilizado como referência o Guia Calçada Certa da Cidade de Florianópolis, que apresenta a proposta de padronização de calçadas com placas cimentícias (INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS, 2019). Desta forma, foi alocada uma camada com 5 cm de pedriscos sobre a terra compactada. Adiante, a camada de concreto possui espessura de 6 cm, sendo ela sem armação. Por fim, há a argamassa de assentamento, onde serão assentadas as placas de concreto de 40cm x 40cm, como mostra a Figura 3.

As etapas da sua execução são: nivelamento e compactação do solo; colocação de barras de madeira para contenção dos pedriscos que serão compactados; emprego da camada de concreto para garantir a declividade necessária, bem como o nivelamento da peça; aplicação da argamassa para assentamento das placas; adensamento e posicionamento das placas cimentícias, como última camada da pavimentação (PORTLAND, 2009).

Para quantificação do custo unitário deste tipo de calçada, foi realizada a composição de custos adaptada com base nas tabelas do SINAPI, referentes ao mês de dezembro do ano de 2021 (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2021). Foi necessário alterar o insumo do piso podotátil, original da composição escolhida, pela placa de concreto cimentício, para simulação do custo unitário da execução deste tipo de calçada, visto que não há composição unitária específica para este serviço. Obteve-se um resultado de R\$80,24 por m² de assentamento das placas cimentícias (Quadro 3). Entretanto, considerando a implantação deste revestimento de calçada sobre o embasamento em concreto, cujo custo por metro

quadrado é de R\$81,19 (Figura 1 e Tabela 1), o custo unitário total para execução da calçada seria de aproximadamente R\$161,43 por m².

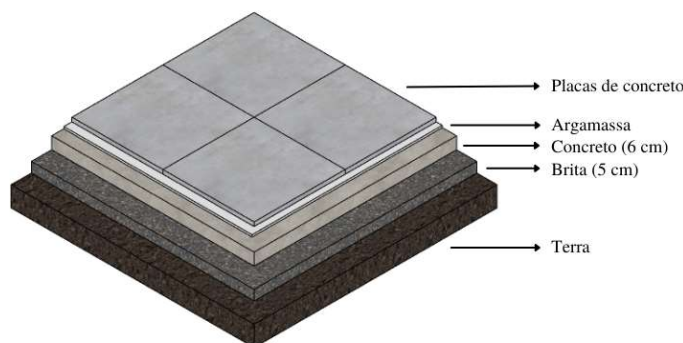


Figura 3: Modelagem de calçada em piso cimentício. Fonte: Elaborada pelos autores.

01.PISO.PISO.023/01	101094	PISO PODOTÁTIL, DIRECIONAL OU ALERTA, ASSENTADO SOBRE ARGAMASSA. AF_05/2020	m ²	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO (RS)	CUSTO TOTAL (RS)
INSUMO	1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	kg	0,240	0,68	0,16
INSUMO	37595	ARGAMASSA COLANTE TIPO AC III	kg	1,215	1,44	1,75
INSUMO	40671	PLACA/PISO DE CONCRETO POROSO/ PAVIMENTO PERMEÁVEL/BLOCO DRENANTE DE M ² 61,90 CONCRETO, 40 CM X 40 CM, E = 6 CM, COR NATURAL	m ²	1,000	61,90	61,90
COMPOSIÇÃO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,437	27,42	11,98
COMPOSIÇÃO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,218	20,40	4,45
CUSTO TOTAL / m²						80,24

Tabela 3: Composição de custos para execução de serviços de assentamento de placa de concreto cimentício. Fonte: Adaptado de Caixa Econômica Federal, 2021

Observação: insumo do piso podotátil alterado pela placa de concreto para simulação

3.4 Comparação das opções de calçadas

Para sintetizar a análise da sustentabilidade ambiental, econômica e social, foi proposta uma escala aplicada aos tipos de calçadas estudados nesta pesquisa (Quadro 4). Ao analisarmos o Quadro 4, concluímos que o protótipo produzido com concreto é aquele que possui melhor recomendação, quanto à relação estabelecida com a comunidade e a participação da mesma, visto que é um material que pode ser facilmente produzido e aplicado, gera infraestrutura e não possui necessidade de equipamentos específicos na execução. Desta forma, dentre as três opções, mostrou-se a mais sustentável desta pesquisa. Já no custo de produção o protótipo mais econômico foi a calçada com piso intertravado (paver), por possuir o menor custo total em sua produção. Os parâmetros para obtenção deste resultado foram retirados dos Quadros 1, 2 e 3, os quais representam o custo unitário pelo consumo específico de cada material.

É notório observar que no parâmetro ambiental referente ao consumo de materiais renováveis, todas as subcategorias em análise não apresentam boa avaliação, certificando a necessidade cada vez mais crescente de desenvolvimento de materiais, tanto na área de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo como também nas mais diversas áreas da Construção Civil que possibilitem a reciclagem e reaproveitamento dos elementos em novas obras. A produção destas novas tecnologias contribui para a conscientização quanto ao impacto do ser humano ao meio ambiente e possibilita construções mais sustentáveis, que geram menos desperdício e resíduos.

Dimensões da Sustentabilidade e Subcategorias de Análise		Tipo de Calçada		
		1 - Convencional	2 - Blocos / Paviers	3 - Placa cimentícia
Econômica	Custo de construção	Bom	Ótimo	Ruim
	Relacionamento com a comunidade local	Ótimo	Bom	Ruim
Social	Geração de infraestrutura	Ótimo	Ótimo	Ótimo
	Participação comunitária	Ótimo	Bom	Ruim
Ambiental	Consumo de materiais renováveis	Ruim	Ruim	Ruim
	Consumo de energia	Bom	Ruim	Ruim
	Geração de resíduos	Bom	Ruim	Ruim

Quadro 1: Avaliação da Sustentabilidade das Calçadas. Fonte: elaborado pelos autores.

Legenda:  Ótimo  Bom  Ruim

4. Considerações finais

Pelas análises realizadas, em relação à sustentabilidade econômica percebe-se que a calçada mais econômica é a calçada de blocos intertravados, com um custo unitário de R\$63,38 por metro quadrado, enquanto que a calçada em piso cimentício possui um custo por metro quadrado de aproximadamente R\$161,43 e a calçada em concreto de aproximadamente R\$81,19. Desta forma, pela dimensão econômica, é mais viável a construção da calçada com blocos intertravados, considerando o caso de estudo (para padrão popular).

Em relação à sustentabilidade social, todas as opções têm potencial de gerar melhorias na infraestrutura urbana do caso em estudo, que é uma comunidade com ausência de passeios urbanos adequados para os pedestres. Em relação à participação comunitária, destaca-se que todas as opções utilizam materiais produzidos na indústria, portanto, a contribuição da comunidade está nos processos construtivos do passeio. Em relação ao relacionamento com a comunidade local, destaca-se que a melhoria da infraestrutura traz benefícios para o cotidiano, tornando a região mais harmônica e permitindo maior participação da população com o meio urbano, além de permitir o desenvolvimento social na etapa de construção dos passeios.

No pilar ambiental da sustentabilidade, observa-se que dentre as três opções de calçada, nenhuma adota materiais renováveis para sua construção. A calçada de piso intertravado é a

que possui maior consumo de equipamentos na composição unitária, consumindo mais energia que as outras opções. Mesmo não sendo contabilizado nenhum equipamento na calçada com piso cimentício, sabe-se que pode ser necessário realizar algum corte em peças, sendo também necessário o uso de equipamentos e consequentemente energia. A única opção que não consome energia por meio de uso de equipamentos na execução, é a calçada em concreto. Da mesma forma, espera-se maior geração de resíduos nas opções de calçada com blocos intertravados e placas cimentícias devido à possível necessidade de corte em peças pré-fabricadas. Na calçada em concreto, seria possível reutilizar sobras de massa em outras calçadas, evitando assim o desperdício de material e a geração deste tipo de resíduos. De todo modo, tanto a calçada em concreto quanto a calçada em piso cimentício, utilizam cimento na sua execução, as duas para a massa de concreto e a segunda para a argamassa de assentamento. Desta forma, geram resíduos de embalagem do cimento, que são recicláveis mas devem ser corretamente destinados. A calçada em piso cimentício também gera embalagem da argamassa colante, geralmente em plástico, reciclável.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BARROS, Emília Xavier do Rêgo; FUCALE, Stela. **O uso de resíduos da construção civil como agregados na produção de concreto**. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada. Recife, v. 2, n. 1, p. 252-258, 2016. Disponível em: <http://revistas.poli.br/index.php/rep/article/view/343/91>. Acesso em 12 de jan de 2022.

BRASIL. Decreto n. 5.296 de 2 de dezembro de 2004. Brasília, 2004.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Sinapi - **Composição de Custos do SINAPI - Ref. 12/2021 Não desonerado**. 2021. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>. Acesso em 23 jan 2022.

CARVALHO, M. T. M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto**. (Doutorado). Departamento de engenharia civil, Universidade de Brasília, Brasília. 2009. 241p. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/4483>. Acesso em 03 fev 2022

HOFFMANN, A. B. **Avaliação da sustentabilidade em habitações de interesse social do programa Minha Casa Minha Vida em Rancho Queimado - SC**. (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2014. 246 p.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS. **Calçada Certa: manual de projeto e execução**- 2ª Edição. Florianópolis, 2019. Disponível em:

https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/02_10_2019_15.09.05.2943a273527a07ace38562f47c9276e1.pdf. Acesso em: 12 jan. 2022.

LIBRELOTTO, L. **Modelo para avaliação da sustentabilidade na construção civil nas dimensões econômica, social e ambiental (ESA):** aplicação no setor de edificações. Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005, 371 p.

ONU. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Traduzido pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil. Organização das Nações Unidas, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 12 fev 2022.

PORTLAND, Associação Brasileira de Cimento. **Manual de placas de concreto: Passeio público.** Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2009. 32p. Disponível em: <https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2012/08/ManualPlacasDeConcreto1.pdf>. Acesso em: 12 jan 2022.

PORTLAND, Associação Brasileira de Cimento. **Guia prático para a construção de calçadas.** Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://abcp.org.br/guia-pratico-para-a-construcao-de-calcadas/>. Acesso em: 10 fev 2022.