

ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO DA SINALIZAÇÃO TÁTIL NOS CORREDORES DE ACESSO DA SATC

Patrich Batista da Costa¹, Alexandre Milanez.¹

Patrich_rs@hotmail.com¹, Alexandremilanez@satc.edu.br¹

¹Faculdade SATC, Engenharia Mecânica - Rua Pascoal Meller, 73 - CEP 88.805-380 - CP 362 - Criciúma - SC - Brasil.

Resumo

A acessibilidade é um conjunto de medidas destinadas a garantir e a possibilitar o acesso universal de pessoas que possuem necessidades especiais a todos os lugares. Recentemente o MEC passou a exigir das instituições de ensino melhores condições de acessos ao seu Campus, para tanto foram criados os pisos táteis segundo as normas da ABNT NBR 9050 e NBR 16537, assegurando e garantindo um padrão com as características desejáveis para uma melhor qualidade e desempenho do produto e serviço. O piso tátil ou sinalização tátil consiste em um conjunto de relevos lineares e/ou tronco-cônicas que são colocadas e acopladas diretamente sobre o piso existente, permitindo a diferença de textura e refletância da superfície do piso. Para o estudo foi necessário a realização da fabricação da peça, a escolha do adesivo e o procedimento de aplicação para garantir o melhor piso tátil. Após a caracterização e definição do problema, foi realizado um estudo comparativo entre os pisos táteis placa e os pisos táteis elemento. Para obtenção dos resultados foi elaborado o percurso para instalação e a relação de todos os custos necessários para fabricação e implantação do piso tátil. Ao final do estudo, a SATC adotou o piso tátil placa para ser instalado e por apresentar um processo de instalação mais rápido e eficiente do que o piso tátil elemento. Contudo, em relação à produção e instalação por ser realizado dentro da instituição SATC e por funcionários da mesma, esta gerou uma economia de aproximadamente 44,97% se este mesmo piso fosse comercializado e implantado por uma empresa terceirizada.

Palavras-chave: Acessibilidade, Custo, Piso Tátil, SATC.

1. Introdução

Segundo dados do IBGE (2015) mais de 6,2% da população brasileira tem algum tipo de deficiência, sendo que a deficiência de maior índice é a visual atingindo mais de 3,6% dos brasileiros. A acessibilidade é um conjunto de medidas destinadas a garantir e a possibilitar o acesso universal de pessoas que possuem mobilidades reduzidas e necessidades especiais ao âmbito social.

Devido à falta de acesso de algumas pessoas a determinados locais foram criados os pisos táteis para facilitar e garantir o acesso de todas as pessoas de forma igualitária, entretanto, foi criado às normas da ABNT para manter um padrão assegurando as características desejáveis do produto e serviço. Consequentemente, o MEC passou a exigir das instituições de ensino melhores condições de acessos aos locais do campus.

A instituição SATC com o intuito de deixar o campus acessível a todos começou a colocar pisos táteis direcionais e de alerta para uma melhor locomoção dentro do campus, entretanto, encontrou dificuldades de aderência na colagem do piso tátil com o piso base, ou seja, o piso tátil estava desprendendo muito facilmente sem a durabilidade e colagem necessária.

Para uma melhor compreensão dos materiais dos pisos táteis e as etapas de colocação, conforme as normas NBR 9050 e NBR 16537 foi necessário realizar uma revisão bibliográfica que abordasse diversos segmentos.

Dessa forma, o presente estudo realizou os estudos iniciais de implantação, com a validação do procedimento de colagem, projeto da peça e estudo econômico.

2. Revisão bibliográfica

Para Bossini (2010), a deficiência visual é dividida em dois grupos, a deficiência permanente e incapacidade. A deficiência permanente é a perda total do sistema visual que não pode ser recuperado através de métodos medicinais sem nenhuma perspectiva de melhoras, entretanto, a incapacidade é uma limitação das funções básicas visual, que com auxílio de equipamentos, adaptações e recursos especiais possam receber ou transmitir informações para o seu bem-estar.

Segundo Brasil (2004), o artigo 5º do Decreto nº 5.296 considera pessoas portadora de deficiência, todas aquelas que de alguma forma tem limitação ou anormalidade de uma

estrutura ou função fisiológica, entre outras, que provoque incapacidade para desempenho de atividade.

A deficiência visual é dividida em dois grupos: cegueira e baixa visão. A cegueira é uma alteração grave ou total das funções elementares da visão, considerando acuidade visual igual ou menor a 0,05 e a baixa visão (ou visão subnormal) é o comprometimento das funções visuais, limitando algumas pessoas conforme a sua gravidade da doença ocular, com acuidade visual entre 0,3 e 0,05 (Sonza, *et al.*, 2013).

Segundo NBR 9050 (2015), a sinalização tátil visual é dividida em dois segmentos: os direcionais e os de alerta. Os pisos táteis direcionais são colocados como um guia de referência para locomoção em locais de circulação, entretanto, os de alerta são utilizados para indicar situações que envolvam risco de segurança ou quando houver mudança de direção.

Conforme NBR 16537 (2016), a sinalização tátil visual direcional ou de alerta, deve ser colocada na posição horizontal ou vertical. Os pisos táteis consistem em um conjunto de relevos lineares, o mesmo deve ser detectável pelo contraste de cores na colocação sobre o piso, prevalecendo o contraste claro-escuro percebido pela maioria da população.

2.1. Pisos Táteis

Os pisos táteis feitos em poliuretano termoplástico (TPU) apresentam boa resistência à abrasão (degaste), a corrosão e ao corte. Podem ser utilizados para duas funções principais, tais como: direcional para indicar a direção correta a ser percorrida e o de alerta para indicar algum possível perigo.

Segundo Mozaik (2016), os pisos táteis têm quatro funções específicas: condução, marcação de atividade, identificação de perigo e mudança de direção. Contudo podem ser classificados em três tipos de acordo com a sua instalação, tais como: pisos integrados, pisos de sobreposição e os elementos táteis. A sinalização tátil consiste em um conjunto de relevos lineares e/ou tronco-cônicas que são acopladas diretamente sobre o piso existente, permitindo a diferença de textura e refletância da superfície do piso com a sua face em relevo.

Para CPA e SEPED (2005), as pessoas com deficiência visual utilizam bengalas para orientação e/ou a própria sola do sapato para o seu deslocamento diário, sem correr o risco de perder o caminho ou escorregar no piso.

2.1.1. Piso Tátil Direcional

Piso tátil direcional siga são filetes (tiras) de borracha (TPU), antiderrapante, com a superfície de relevos lineares regulamente dispostos com medidas, distância e disposições conforme indicado pela norma NBR 9050 e NBR 16537.

O piso tátil direcional é instalado na posição horizontal ou vertical, indicando o sentido do deslocamento do fluxo de pessoas, em ambientes externos e internos, entretanto é fundamental para orientar à direção do percurso das rotas acessíveis (CPA e SEPED, 2005).

A Tab. 1 e 2 apresentam as medidas mínimas e máximas padrão para fabricação de pisos tátil direcional, conforme NBR 9050 (2015).

Tabela 1 – Dimensionamento do piso tátil direcional (NBR 9050, 2015).

Piso tátil direcional (mm)	Recomendado	Mínimo	Máximo
Largura da base do relevo	30	30	40
Largura do topo do relevo	25	20	30
Altura do relevo	4	3	5
Distância horizontal entre centros de relevo	83	70	85
Distância horizontal entre bases de relevo	53	45	55

Tabela 2 – Dimensionamento dos relevos do piso tátil direcional (NBR 9050, 2015).

Relevos táteis direcionais instalados no piso (mm)	Recomendado	Mínimo	Máximo
Largura da base do relevo	40	35	40
Largura do topo do relevo	Largura da base do relevo menos 10		
Distancia horizontal entre centros de relevo	Largura da base do relevo mais 30		
Altura de relevo	4	3	5

A Tab. 1 demonstra as dimensões do piso tátil placa e a Tab. 2 demonstra as dimensões dos relevos, ambas indicam a largura, distância e a altura dos relevos usados como referência padrão, para fabricação de peças e colocação do mesmo no piso.

A Fig. 1 mostra os desenhos para fabricação de pisos táteis em placas grandes, conforme a NBR 9050 (2015), os pisos táteis também podem ser fabricados como piso “Siga”, sem o uso completo da chapa e assumindo um formato de tiras tornando-se similares com os símbolos de leituras em braile.

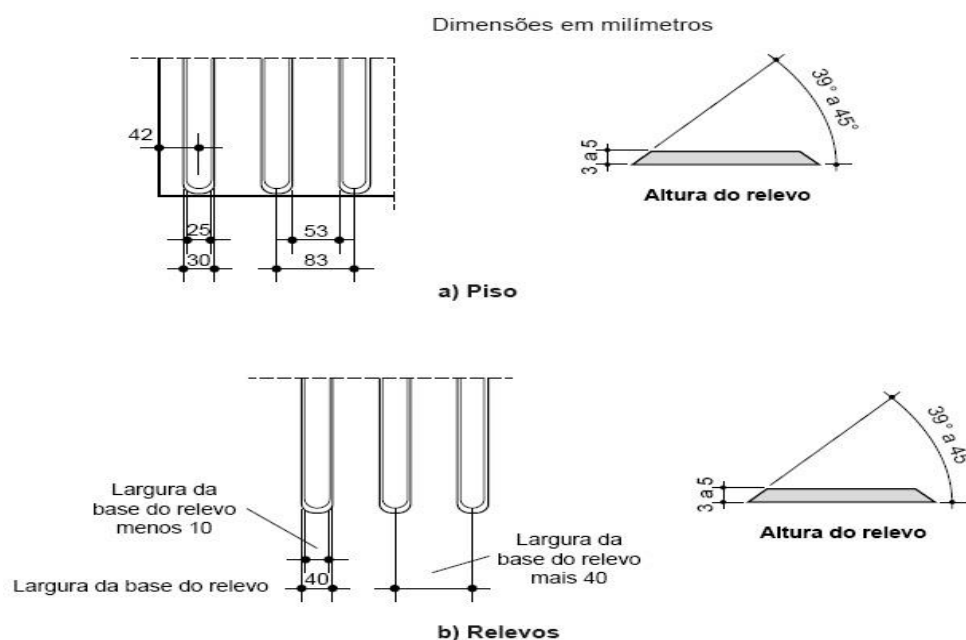


Figura 1 – Sinalização tátil direcional e relevos táteis direcionais (NBR 9050, 2015).

O desenho do piso tátil direcional é utilizado como referência padrão para fabricação de peças, tal desenho proporciona as medidas recomendadas para fabricação em larga escala e para colocação no piso. Esse detalha de forma simples e objetiva as distâncias entre centros, distâncias externas, altura de relevos, entre outras, medidas para produção.

2.1.2. Piso Tátil Alerta

O piso tátil de alerta são pequenas peças circulares de borracha (TPU), antiderrapante, com superfície de relevo tronco-cônica regulamente dispostos com medidas, distância e disposições conforme indicado pela norma NBR 9050 e NBR 16537.

O piso tátil de alerta ou também conhecido por “piso de bolinha” é formado por uma superfície de relevo tronco-cônica instalada para sinalizar e/ou indicar possíveis situações que ofereçam algum tipo de risco à segurança. O piso tátil de alerta é colocado na posição horizontal ou vertical e instalado perpendicular ao sentido do deslocamento, em ambientes externos e internos (CPA e SEPED, 2005).

Para a NBR 9050 (2015), o piso tátil de alerta deve ser empregado em alguns locais que possam oferecer situações de risco, tais como: desníveis, mudanças de direção, objetos suspensos, início e término de rampas e/ou escadas, entre outros.

A Tab. 3 e 4 apresentam as medidas mínimas e máximas padrão para fabricação de pisos tátil de alerta, conforme NBR 9050 (2015).

Tabela 3 – Dimensionamento do piso tátil alerta (NBR 9050, 2015).

Piso tátil de alerta (mm)	Recomendado	Mínimo	Máximo
Diâmetro da base do relevo	25	24	28
Distância horizontal entre centros de relevo	50	42	53
Distância diagonal entre centros de relevo	72	60	75
Altura do relevo	4	3	5
Nota: A distância do eixo da primeira linha de relevo até a borda do piso é igual à metade da distância horizontal entre centros. O diâmetro do topo é igual à metade a dois terços do diâmetro da base, respeitando-se os limites acima.			

Tabela 4 – Dimensionamento dos relevos do piso tátil alerta (NBR 9050, 2015).

Relevos táteis de alerta instalados no piso (mm)	Recomendado	Mínimo	Máximo
Diâmetro da base do relevo	30	25	30
Diâmetro do topo do relevo	½ do diâmetro da base		
Distancia diagonal entre centros de relevo	Diâmetro da base do relevo mais 20		
Altura de relevo	4	3	5

A Tab. 3 demonstra as dimensões do piso tátil placa e a Tab. 4 demonstra as dimensões dos relevos, ambas indicam a largura, distância e a altura dos relevos usados como referência padrão, para fabricação de peças e colocação do mesmo no piso.

A Fig. 2 mostra os desenhos para fabricação de pisos táteis de alerta em placas grandes, entretanto, segundo a NBR 9050 (2015), os pisos táteis também podem ser fabricados somente com a secção tronco-cônico, sem o uso completo da chapa e assumindo um formato parecido com os símbolos de leituras em braile.

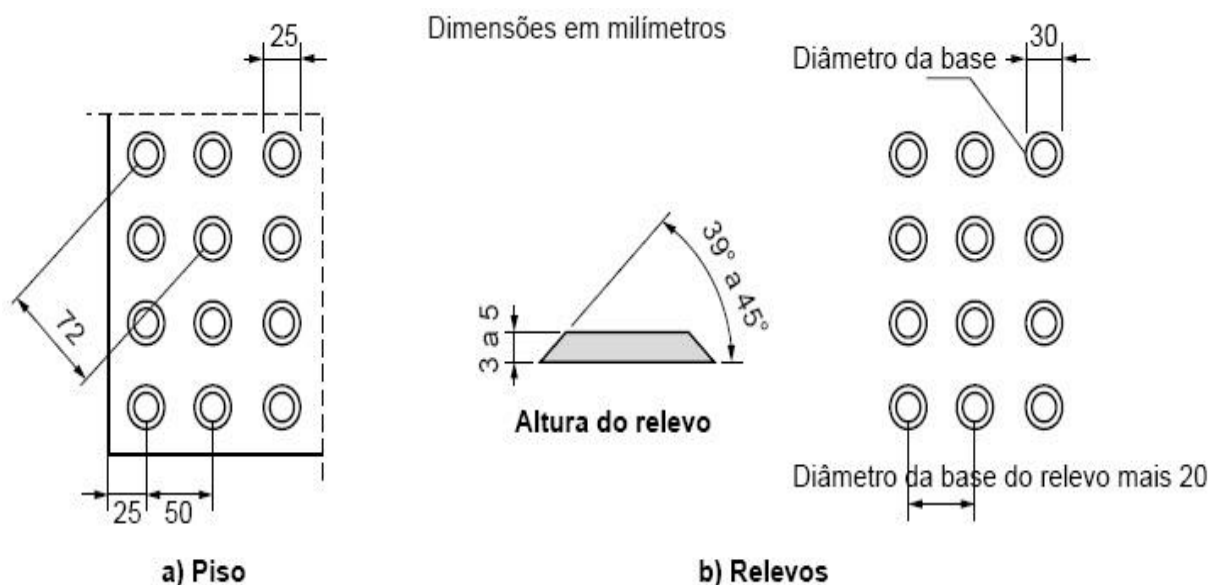


Figura 2 – Sinalização tátil de alerta e relevos táteis de alerta (NBR 9050, 2015).

O desenho do piso tátil de alerta é utilizado como referência padrão para fabricação de peças, este desenho proporciona as medidas recomendadas para fabricação em larga escala e para colocação no piso. Esse detalha de forma simples e objetiva as distâncias entre centros, distâncias externas, altura de relevos, entre outras, medidas para produção.

2.2. Materiais do Piso

Segundo CPA e SEPED (2005), os pisos têm que possuir uma superfície regular, firme e estável sob qualquer condição, para ter uma melhor aderência e durabilidade do adesivo em contato com o substrato e os pisos.

2.2.1. Poliuretano Termoplástico (TPU)

Segundo Canevarolo Jr. (2010), os polímeros são compostos naturais ou sintéticos, denominado macromolécula formada por várias unidades estrutural, menores de repetição ligadas por ligação covalente denominada monômero.

Os polímeros podem ser divididos em: Termoplásticos, Termorrígidos e Elastômero. Os termoplásticos podem apresentar-se na forma cristalina ou amorfa, os termorrígidos ou termofixo são completamente amorfos e os elastômeros (borracha) são parcialmente cristalinos, entretanto todos de alguma forma podem ser conformados mecanicamente ou plasticamente. Os materiais poliméricos apresentam boa resistência à abrasão (desgaste), ao corte, à corrosão, flexíveis, entre outros (Padilha, 2007).

Para Oertel (1994), o poliuretano tornou-se visível mundialmente por apresentar vários polímeros preparados a partir da reação de poliadição realizada com isocianatos polifuncionais, ou seja, quando não ocorre perda de massa na formação de compostos.

O poliuretano (PU) é um material versátil, este pode apresentar-se na forma de termoplástico, termorrígido e elastômero, dependendo somente da estrutura química e dos reagentes empregados (Canevarolo Jr, 2010).

2.3 Adesivo

O adesivo é qualquer substância ou substrato aplicado na superfície que permite a união de dois materiais distintos, que oferece resistência a sua separação. Segundo Constante (2014), os adesivos estruturais são fabricados com bases em resinas poliméricas e podem ser classificados, conforme alguns critérios: composição química, resistência à umidade, temperatura de cura, entre outros. Os adesivos sintéticos formados por polímeros realizam uma reação de polimerização entre monômeros, mais a adição de catalisadores e solventes que servem como agentes de cura (endurecedores) formando uma reação (Monteiro, 1995).

2.4 Custos

Segundo Dutra (2010), custo é a parcela do gasto econômico relativo que é aplicado ou represente a fabricação de um produto acabado, serviços utilizados na produção de outros bens ou na prestação de um serviço.

Custo de um produto é todo e qualquer gasto direto ou indireto, que agrega de alguma forma uma parcela de gasto ou despesa ao produto final acabado, tais como: gasto com matérias-primas, mão-de-obra, embalagens, salários com funcionários, consumo de energia elétrica, entre outros (Megliorini, 2007).

3. Procedimento Metodológico

Após a leitura e compreensão das revisões bibliográficas estudadas iniciaram-se as definições do trajeto mais crítico para colocar o piso tátil, o procedimento de instalação específico, o projeto da peça, a mudança do perfil injetado, a escolha do melhor adesivo e colocação do mesmo, a fim de gerar resultados confiáveis.

Para validar tecnicamente as mudanças foi realizado um ensaio não destrutivo, qualitativo de aderência.

3.1. Projeto das peças

As peças foram desenvolvidas no *software* Solidworks®, segundo uma série de requisitos impostas pelas normas da ABNT NBR 9050 e NBR 16537 que exige o tamanho padrão para todo e qualquer elemento ou piso tátil placa, conforme a Fig. 3.

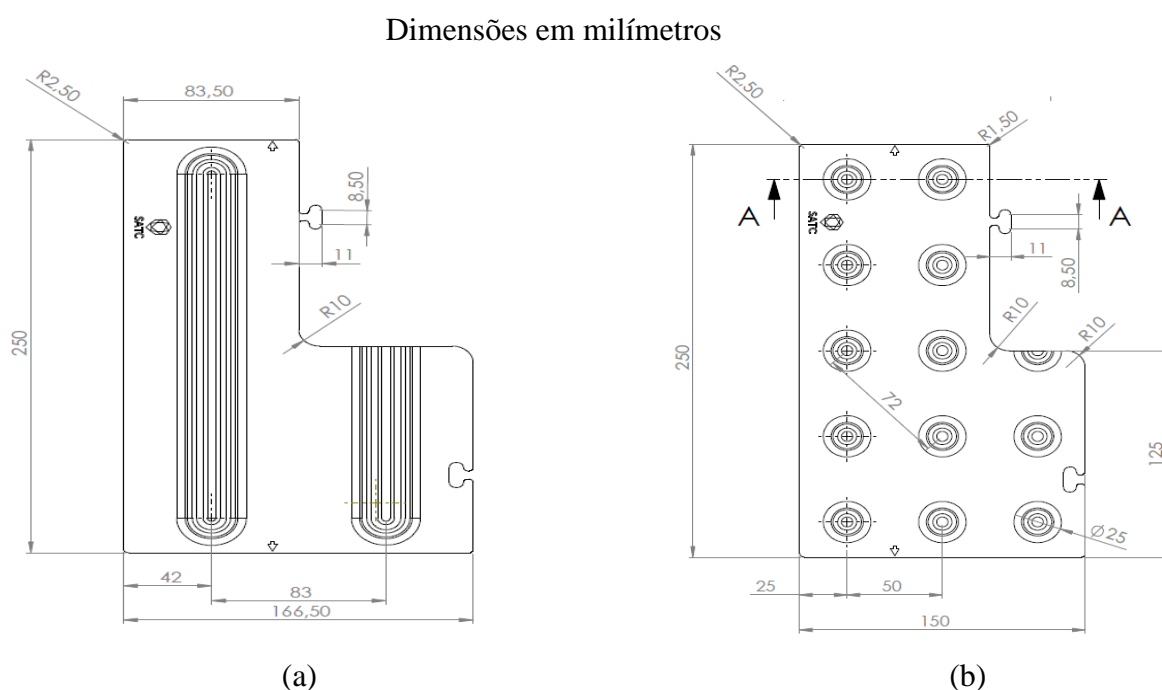


Figura 3 – Projeto do piso tátil. a – Piso direcional placa. b – Piso alerta placa.

As Fig. 3-a e 3-b apresentam o projeto das peças com a metade da secção da área do piso tátil em formas de placa que possuem um tamanho de 250x250x4mm.

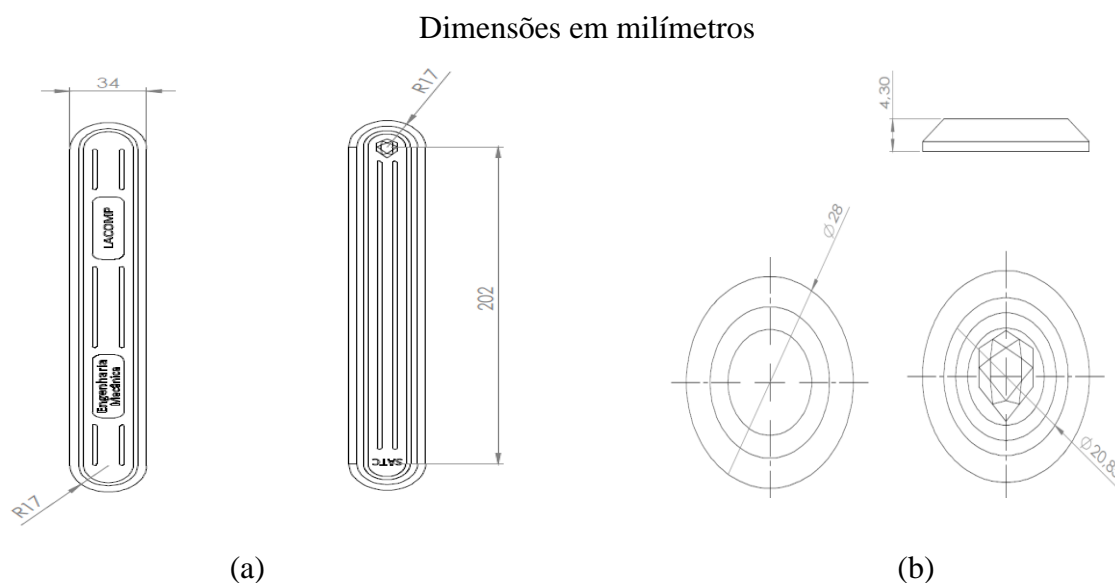


Figura 4 – Projeto do piso tátil. a – Piso direcional elemento. b – Piso alerta elemento.

As Fig. 4-a e 4-b são os pisos táteis elementos, sendo que a Fig. 4-a é o projeto do piso tátil direcional, este apresenta um tamanho de 236x34x4mm e a Fig. 4-b é o projeto do piso tátil alerta e apresenta um diâmetro da base de 28mm e uma espessura 4,30mm.

Todos os pisos táteis foram desenhados conforme as normas da ABNT, levando em consideração todas as medidas, tolerâncias e o contraste necessário para fabricação e possível comercialização do mesmo.

3.2. Procedimento de instalação

Para o teste de instalação do piso tátil foi realizado um procedimento operacional para uma melhor adaptação da adesivação e aderência do substrato no piso. O procedimento é simples, entretanto, muito eficaz e segue alguns passos (Mozaik, 2016):

- Varrer o chão para tirar todos os resíduos sólidos, isenta de poeiras, graxas e outros.
- Limpar o piso com álcool isopropílico, para remoção de todo resíduo oleoso para uma melhor aderência.
- Demarcar o local com fita utilizando o gabarito.
- Aplicar no contra piso, já delimitado pela fita e limpo de impurezas, uma camada de cola.
- Aplicar, no verso das placas uma camada uniforme de cola.

- As placas deverão ser assentadas somente após a completa evaporação do solvente, esperar o tempo de cura indicado na embalagem da cola (geralmente de 15 a 30 minutos).
- Eliminar bolhas com o uso de uma marreta de borracha, com batidas uniformes do centro para fora da placa, após a sua aplicação.
- Usar o estilete para acabamento, no corte da camada de cola aplicada no piso que fica em excesso sobre a fita crepe.
- Remover totalmente a fita crepe, se houver excessos de cola no chão limpar utilizando um pano úmido com removedor e rebater as bordas para garantir total aderência.
- Após 24 horas de aplicação, caso seja necessário aplicar veda borda ao redor das placas, para garantir uma melhor aderência e, procedida à total limpeza do local.

A Fig. 5 apresenta um fluxograma com as principais etapas do procedimento de instalação, conforme citado acima.

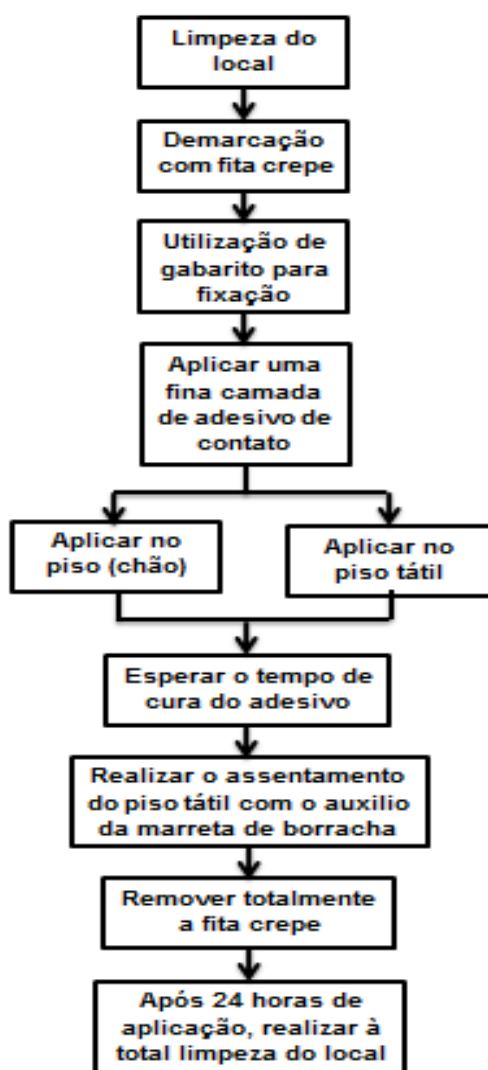


Figura 5 – Fluxograma do procedimento de instalação do piso tátil.

O procedimento de instalação, conforme a Fig. 5 foi elaborado para a implantação do piso tátil elemento, porém este pode ser utilizado com a mesma eficiência para o piso tátil placa. O procedimento consiste em algumas etapas simples e de fácil aplicação, contudo obedecendo ao correto passo-a-passo, obtém-se um melhor desempenho e durabilidade na fixação dos pisos táteis.

3.3. Projeto do trajeto de instalação do piso tátil na SATC

O projeto para realização do percurso em estudo foi elaborado no *software* Autocad®, abrangendo somente os corredores de maior tráfego de pessoas na SATC, segundo a Fig. 6.



Figura 6 – Desenho do percurso de instalação do piso tátil.

A planta baixa da instituição disposta na Fig. 6 apresenta o trajeto que consiste no percurso mais crítico devido ao maior fluxo de movimento de pessoas, que está demarcado em linha azul limitando-se somente nos corredores entre os prédios 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 e 13 com uma distância total de 675 metros percorrido.

3.4. Adesivo

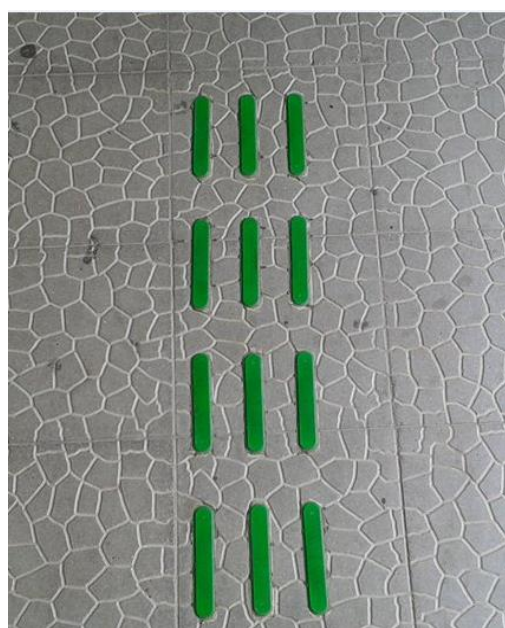
Para realização dos testes iniciais foram disponibilizados pela SATC e desenvolvidos no laboratório de conformação mecânica e processamento de polímero (LACOMP), os pisos táteis direcionais e os de alerta, à fabricação do piso tátil consiste na colocação de um polímero Termoplástico denominado TPU (SOFPUR HPU 790) que, foi injetado dentro de uma matriz de injeção acoplada na máquina injetora Pavan Zanetti, desenvolvido especialmente para os testes.

Para testes iniciais foram utilizados três tipos de adesivos, na qual são o PU FIX, adesivo de contato cascola (cola de sapateiro) e o adesivo de contato colabras. Primeiramente foram realizados testes em laboratório nos pisos cerâmico, madeira e concreto, seguindo o passo-a-passo do procedimento operacional.

Após realização dos testes em laboratório foi escolhido o adesivo que melhor se comportou, nos diferentes substratos. Para o piso tátil placa foi escolhido o adesivo de contato cascola (cola de sapateiro) e para o piso tátil elemento foi o adesivo de contato PU FIX que se comportou de forma igualitária para todos os diferentes materiais. A Fig. 7-a demonstra a atual implantação do piso tátil placa na SATC e a Fig. 7-b demonstra a implantação dos primeiros testes do piso tátil elemento realizado nos corredores da SATC.



(a)



(b)

Figura 7 – Comparação entre os pisos táteis. a - Piso tátil direcional placa. b - Piso tátil direcional elemento.

A Fig. 7-a apresenta a atual instalação do piso tátil direcional placa com um maior volume de material e uma maior área de contato entre o substrato e a placa, entretanto em relação à Fig. 7-b demonstra o piso tátil direcional elemento que tem um menor volume de material e, conseqüentemente uma menor área de contato entre o substrato e o elemento.

A escolha e a adequação do melhor adesivo foram primordiais para a eficiência e adaptação entre os materiais para garantir uma prolongada fixação e conservação dos mesmos.

4. Resultado e Análise

Neste capítulo serão apresentados os resultados de custo-benefício e as respectivas comparações entre o modo correto de aplicação do piso tátil, segundo às normas da ABNT NBR 9050 e NBR 16537.

Os resultados foram obtidos através de testes qualitativos realizados dentro e fora do laboratório.

4.1. Projeto de instalação dos pisos táteis

A composição de instalação da sinalização tátil de alerta e direcional, deve seguir algumas condições específicas, tais como: mudança de direção entre duas ou mais linhas de piso tátil direcional. Este deve conter uma área de piso tátil alerta indicando os trajetos alternativos; nos rebaixamentos de calçadas e quando ocorrer mudança de direção formando um ângulo superior a 90° deve ser sinalizado com piso tátil direcional (NBR 9050, 2015).

4.1.1. Análise de trajetória

A Fig. 8-a mostra a forma atual incorreta de aplicação do piso tátil na rampa com desnível, apresentando somente o piso tátil direcional sem a utilização do piso tátil de alerta na SATC e a Fig. 8-b apresenta a forma correta de aplicação do piso tátil direcional e o de alerta, aplicado na entrada e na saída de um desnível ou rampa, realizado através do *software* autocad®.

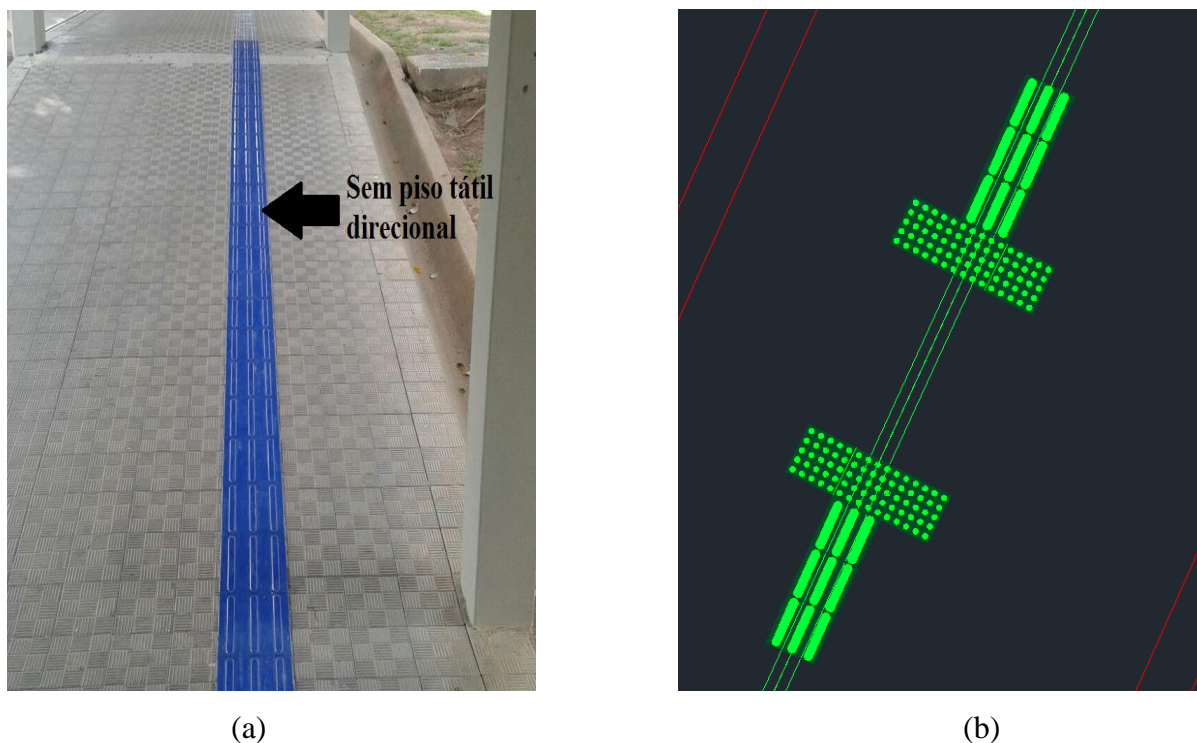


Figura 8 – Instalação do piso tátil placa na rampa. a - Piso tátil atual. b - Projeto piso tátil.

A Fig. 8-a demonstra a forma incorreta de aplicação do piso tátil direcional aplicado na rampa com desníveis entre os prédios 6 e 7, segundo a norma NBR 9050 a parte inclinada das rampas não devem conter piso tátil direcional, estes devem ser isentos de sinalização. Nas partes retas, ou seja, as partes planas têm que haver no início e no final da rampa o piso tátil de alerta. O piso tátil de alerta tem que ser instalado perpendicular ao piso tátil direcional, delimitando o local com o intuito de alertar algum possível perigo.

A Fig. 8-b apresenta o desenho realizado no *software* autocad® da forma correta de instalação e aplicação do piso tátil direcional e o de alerta em rampas com desníveis e elevações, segundo a norma vigente NBR 9050.

4.1.2. Projeto de mudança de trajetórias

Os pisos táteis têm varias utilidades e formas de orientações, a Fig. 9-a mostra a forma atual com excesso de matéria prima no piso tátil de alerta e a incorreta aplicação do piso tátil na união de duas rotas com sentidos opostos na SATC e a Fig. 9-b apresenta a forma correta de instalação do piso tátil direcional e o de alerta aplicado na união de duas ou mais rotas de acesso com sentidos opostos.

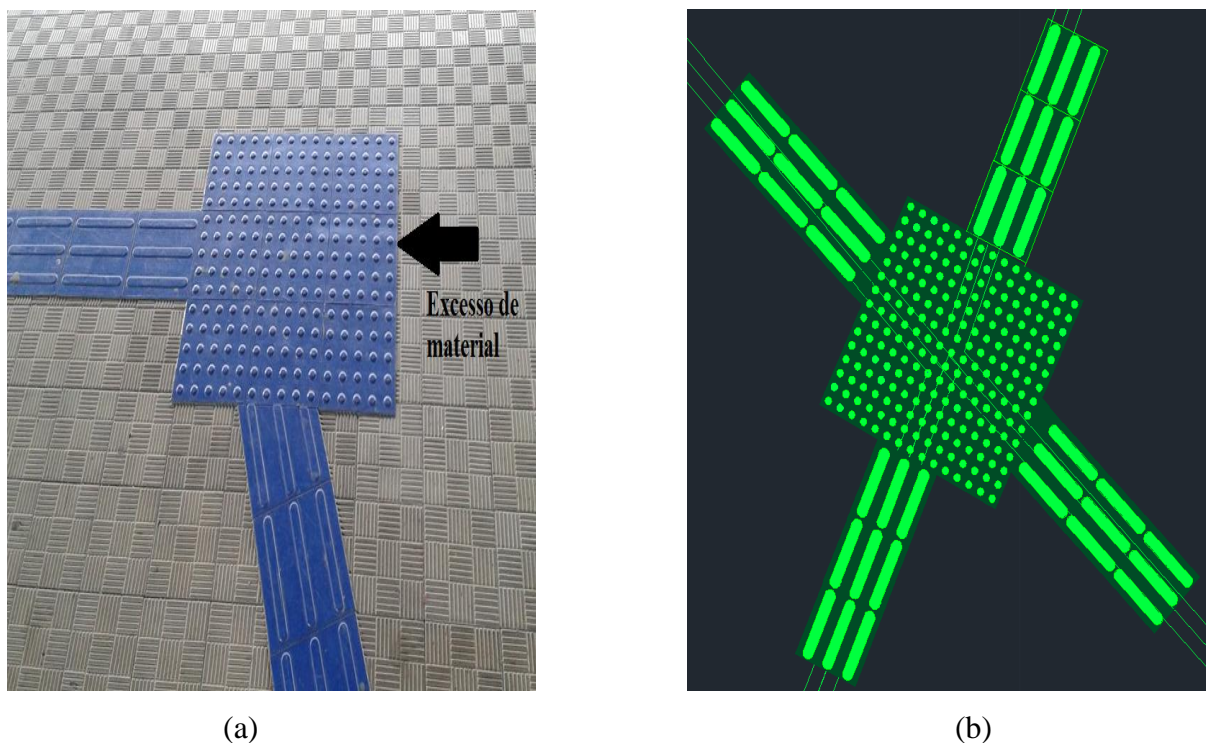


Figura 9 – Instalação do piso tátil placa no corredor. a - Piso tátil atual. b - Projeto piso tátil.

A Fig. 9-a demonstra a forma incorreta de aplicação do piso tátil direcional aplicado na união de duas rotas com sentidos diferentes entre os prédios 4, 6 e 7 na entrada do corredor que contém a rampa com desníveis, segundo a norma NBR 9050 a união de somente duas rotas de acesso em sentidos diferentes, devem conter somente quatro placas de piso tátil alerta. Ficou verificado um desperdício de material com a utilização em excesso do piso tátil de alerta com cinco placas a mais do que o necessário.

A Fig. 9-b apresenta o desenho realizado no *software* autocad® da forma correta de instalação e aplicação do piso tátil direcional e o de alerta, para união de duas ou mais rotas de acesso, esses devem conter nove placas de piso tátil de alerta, delimitando em seu centro os outros trajetos disponíveis para circulação de pessoas, segundo a norma vigente NBR 9050.

4.1.3. Projeto da união de duas ou mais trajetórias com acesso a porta

A Fig. 10-a mostra a forma atual, incorreta de aplicação do piso tátil na união de duas rotas com sentidos opostos na SATC e a Fig. 10-b mostra a forma correta de instalação do piso tátil direcional e o de alerta aplicado na união de três rotas com sentidos oposto e com o acesso a entrada na porta da biblioteca.

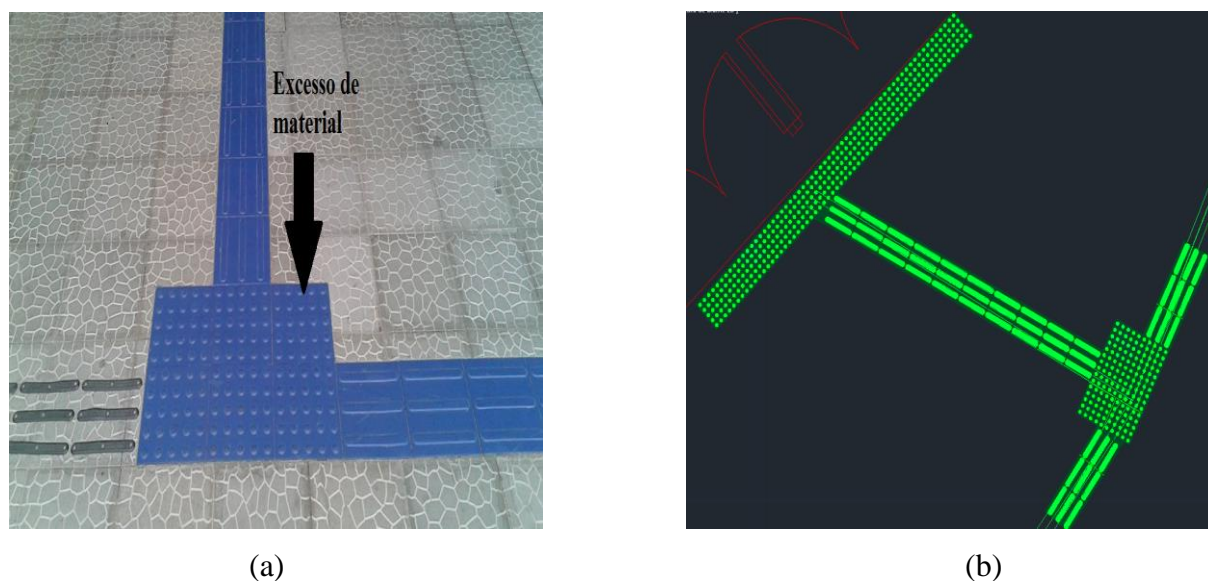


Figura 10 - Instalação do piso tátil placa no corredor. a - Piso tátil atual. b - Projeto piso tátil com acesso a porta.

A Fig. 10-a demonstra a forma incorreta de aplicação do piso tátil direcional aplicado na união de duas rotas com sentidos diferentes no corredor em frente à biblioteca no prédio 9, segundo a norma NBR 9050 a composição da sinalização tátil de alerta e direcional para a união de somente duas rotas de acesso em sentidos diferentes, devem conter somente quatro placas de piso tátil alerta para sinalização das outras direções, porém atualmente para esta situação tem-se um excesso de piso tátil de alerta de duas placas a mais do que a norma NBR 9050 exige para este caso.

A Fig. 10-b apresenta o desenho realizado no *software* autocad® da forma correta de instalação e aplicação do piso tátil direcional e o de alerta, para união de três rotas e para o acesso a entrada de uma porta, esses devem conter seis placas de piso tátil de alerta, delimitando em seu centro os outros trajetos disponíveis para circulação de pessoas e para o acesso à porta é necessário o total preenchimento da entrada da porta com sinalização tátil, a fim de garantir, alertar e promover a segurança de que a sua frente tenha um possível obstáculo ou perigo, segundo a norma vigente NBR 9050.

4.2. Análise de custos

A Tab. 5 apresenta as quantidades de peças necessárias e o peso total de adesivos para colocação no percurso de 675 metros percorrido abrangendo os corredores de acesso entre os prédios 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 e 13 da SATC.

Tabela 5 – Quantidade de material.

Piso Tátil	Quantidade (und.)	Adesivo (Kg)
Piso Alerta (Placa)	607,00	310,80
Piso Direcional (Placa)	2.093,00	
Piso Alerta (Elemento)	15.175,00	229,10
Piso Direcional (Elemento)	6.279,00	

A Fig. 11 apresenta a quantidade de peças necessárias para a produção do percurso em estudo com o total de 675 metros percorrido abrangendo somente os corredores da SATC, conforme a Tab.5.

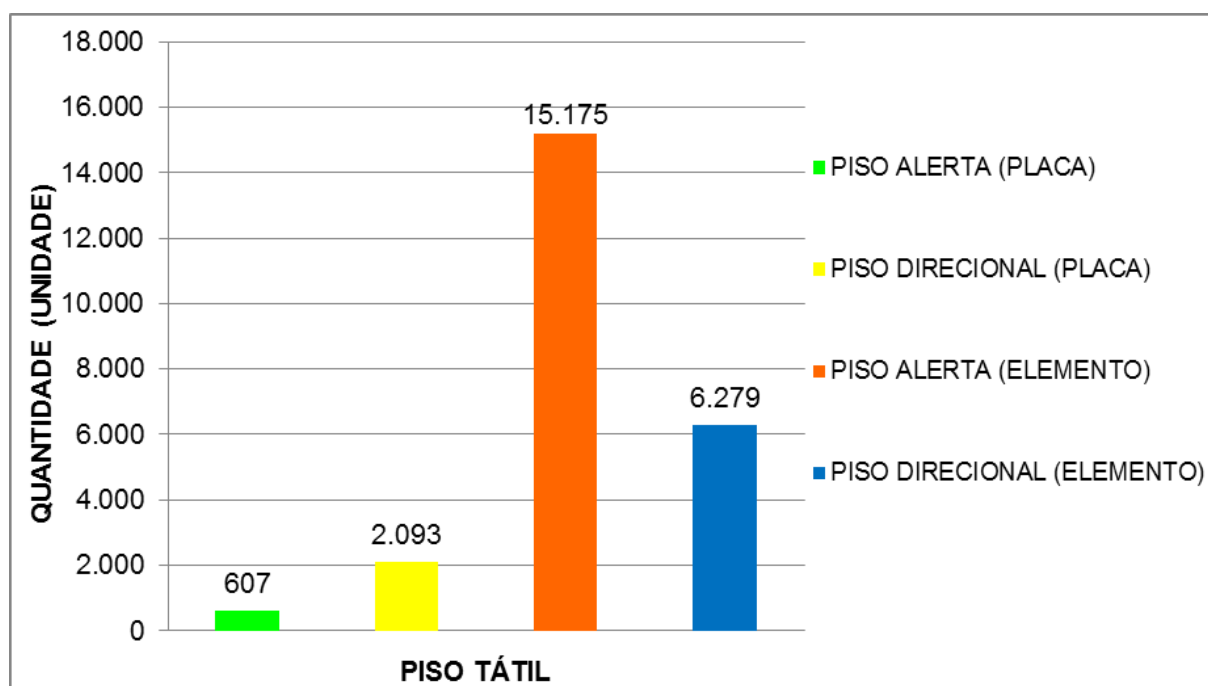


Figura 11 – Quantidades de peças necessárias para produção e implantação.

Segundo a Tab. 5, a Tab. 6 e a Fig. 11 serão necessárias para produção e colocação do piso tátil placa um total de 2.700 peças, totalizando um peso de 675 Kg de polímero TPU (SOFPUR HPU 790) e 310,80 Kg de adesivo de contato cascola (cola de sapateiro). Para o piso tátil elemento serão necessárias um total de 21.454 peças, totalizando um peso de 325 Kg de polímero TPU (SOFPUR HPU 790) e 229,10 Kg de adesivo de contato PU FIX.

Tabela 6 – Quantidade de matéria prima e adesivos necessários.

Formato	Piso Tátil	Quantidade (Und.)	Peso Matéria Prima (Kg)	Valor por (Kg)	Quantidade de Adesivo (Kg)	Valor do adesivo por (Kg)
Placa	Alerta	607	152,00	R\$ 22,80	90,13	R\$ 28,57
	Direcional	2.093	523,00		220,67	
Elemento	Alerta	15.175	73,18		40,96	R\$ 64,60
	Direcional	6.279	251,82		188,14	

A Tab. 7 apresenta a relação de tempo e custo necessários para produção e implantação dos pisos táteis na SATC.

Tabela 7 – Quantidade de produção e colocação do material.

Formato	Piso Tátil	Tempo de Produção (Hora)	Custo Hora Máquina	Ferramental	Tempo para Colocação (dias)	Custo Material para colocação	Custo Hora Homem
Placa	Alerta	60	R\$120,00	R\$12.600,00	10	R\$2.325,00	R\$230,00
	Direcional			R\$12.600,00			
Elemento	Alerta	60	R\$120,00	R\$13.800,00	15	R\$5.325,00	R\$230,00
	Direcional			R\$13.800,00			

A Tab. 6 e Tab. 7 demonstram as quantidades de materiais e os processos necessários para fabricação e implantação dos pisos táteis na SATC, abrangendo uma distância total de 675 metros percorrido. Para colocação dos pisos táteis em forma de placa é necessário a fabricação de 2.700 peças (pisos tátil direcional e alerta) e 111 baldes de adesivo de contato (cola de sapateiro) contendo 2,8kg para cada balde e para os elementos táteis é necessário 21.454 peças (pisos tátil direcional e alerta) e 592 tubos de adesivo PU FIX contendo 387g para cada tubo. A Tab. 8 remete-se aos passos e aos custos detalhados para fabricação e aplicação do piso tátil.

Tabela 8 – Custo do material para fabricação e instalação do piso tátil.

Material	Piso Tátil		
	Placa	Elemento	Placa comprada Fora
SOFPUR HPU 790	R\$ 15.390,00	R\$ 7.410,00	R\$ 97.875,00
Adesivo de Contato	R\$ 8.880,00	R\$ 14.800,00	R\$ 8.880,00
Custo hora máquina	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00	-
Produção Ferramental	R\$ 25.200,00	R\$ 27.600,00	-
Custo para colocação	R\$ 4.625,00	R\$ 8.775,00	R\$ 4.625,00

A Fig. 12 apresenta o total de custos possíveis gerados para a fabricação e colocação do piso tátil na SATC com um percurso total de 675 metros percorrido.

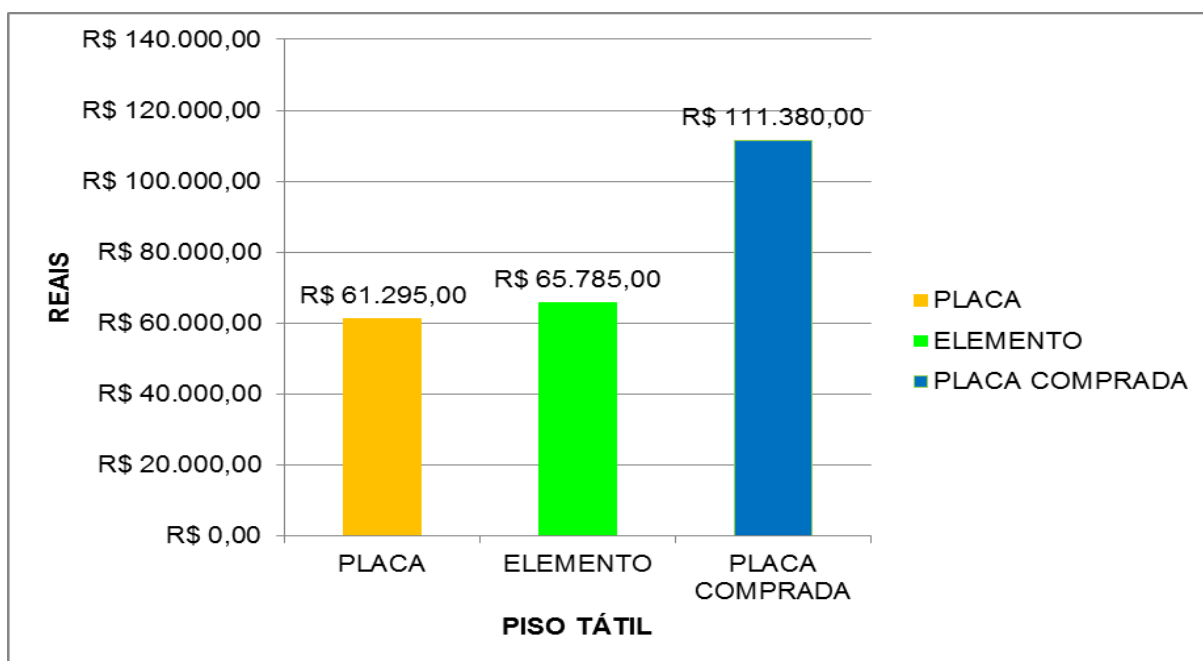


Figura 12 – Custo total para fabricação e instalação do piso tátil.

A Tab. 8 apresenta todos os custos necessários para fabricação e aplicação do piso tátil placa e o piso tátil elemento. Para a fabricação da peça, foi escolhido como matéria prima o polímero TPU (SOFPUR HPU 790) para o piso tátil placa foram necessários 675 Kg e para o piso tátil elemento foram necessários 325 Kg. As Tab. 6 e 7 indicam todas as quantidades

necessárias e os valores unitários para produção e a instalação de cada item gerando os custos totais por fase de processo.

A Fig. 12 representa o total de gastos com o produto final acabado e colocado na SATC, o piso tátil placa apresentou um menor custo em comparação com o piso tátil elemento e com a placa que fosse comprado o piso em uma empresa terceirizada.

4.3. Projeto da Matriz de injeção

Com os dados obtidos neste trabalho, foram desenvolvidos os projetos e a fabricação dos moldes para injeção, conforme a Fig. 13. Esse Projeto ficou a cargo do laboratório de conformação mecânica e processamento de polímero (LACOMP) da Faculdade SATC.



Figura 13 – Matriz para fabricação do piso tátil.

Após a realização de estudos e levando em consideração os custos para implantação do piso tátil placa direcional e o de alerta, foi fabricado um molde feito em aço com um custo de R\$ 12.600,00 reais para cada molde. O molde faz meia placa a cada ciclo, totalizando um intervalo de tempo de 40 segundos por ciclo para fabricação de meia placa, conforme a Fig. 13.

O piso tátil de alerta (placa), conforme a Fig. 14, apresenta uma cor com contraste em relação ao piso adjacente. E esse consiste em um conjunto de relevos tronco-cônicos, obedecendo todas as dimensões e tolerância, segundo a norma vigente NBR 9050.

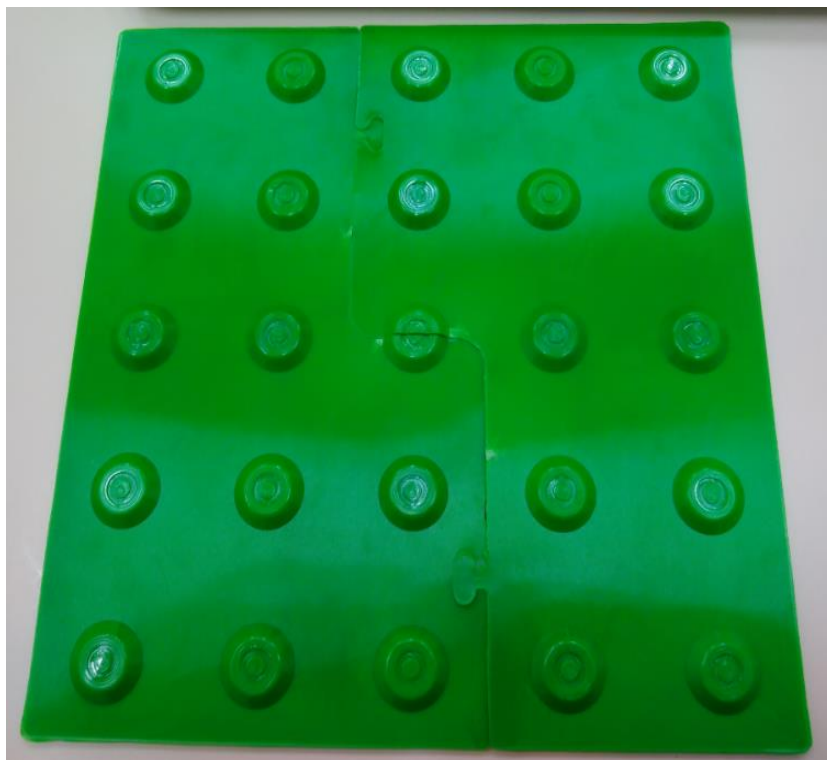


Figura 14 – Fabricação do piso tátil de Alerta.

A Fig. 14 representa o piso tátil de alerta que foi fabricado com o polímero TPU (SOFPUR HPU 790), na SATC pela máquina injetora Pavan Zanetti, através do molde de aço conforme a Fig. 13. As peças foram produzidas em duas partes com utilização de 1Kg de material para produção de cada metro de piso tátil placa alerta e um tempo necessário de 80 segundos para produção de uma peça completa.

5. Conclusão

Com a realização de testes, o desenvolvimento deste trabalho pode-se chegar às seguintes conclusões:

- A SATC adotou para ser instalado, em seu Campus o piso tátil placa por apresentar um processo de instalação mais rápido e eficiente.

- O piso tátil elemento apresentou um tempo hábil de colocação maior, pois para a sua fixação é necessária uma demarcação maior com fita crepe conforme o procedimento de instalação, e, para manter um padrão de qualidade utiliza-se um gabarito feito de madeira, papelão ou plástico.
- A atual instalação do piso tátil está colocada de forma incorreta, segundo às normas da ABNT, e terá que ser retirado e recolocado todo o percurso existente.
- Segundo a Tab. 7 e a Tab. 8, o que resultou na escolha do piso tátil placa, foi a diferença entre os custos da cola e a colocação do piso tátil elemento, pois a cola com melhor desempenho para o piso tátil elemento foi o adesivo de contato PU FIX com uma quantidade necessária de 229,10 Kg, sendo necessários 592 tubos contendo 387g cada, gerando uma diferença de 40,00% em relação ao custo da cola do piso tátil placa. Em relação ao custo de colocação, o piso tátil elemento necessitaria de cinco dias a mais do que o necessário e teria mais trabalho para fixação no substrato.
- Pode-se verificar nas Fig. 11 e 12 que o piso tátil elemento apresentou uma quantidade muito superior de peças do que o piso tátil placa, porém em relação ao seu custo de fabricação e instalação o piso tátil elemento ficou R\$ 4.490,00 reais mais caro do que o piso tátil placa, totalizando uma diferença de 6,825% entre os valores.
- A produção e instalação, por ter sido realizado dentro da SATC por funcionários da mesma, geraram uma economia de aproximadamente 44,97% se este piso fosse realizado por uma empresa terceirizada.

Portanto, o presente trabalho apresentou resultados satisfatórios conforme os requisitos das normas ABNT NBR 9050 e NBR 16537. Os custos de fabricação e aplicação, em comparação com duas propostas de pisos táteis sugeridas e a compra do mesmo em uma empresa terceirizada, auxiliaram na tomada de decisão da diretoria para a escolha do piso tátil em formato de placa para implantação na instituição SATC.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, pela capacidade física e mental que me concede todos os dias. Aos meus pais, esposa, filho e amigos pelo pleno apoio. Ao Prof. Dr. Alexandre Milanez por seus conhecimentos passados e por sua orientação e dedicação neste trabalho. A faculdade SATC pela disponibilidade e o suporte físico.

6. Bibliografia

ABNT - NBR 9050. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, Rio de Janeiro. RJ. 2015.

ABNT – NBR 16537. Acessibilidade – Sinalização tátil no piso – Diretrizes para elaboração de projetos e instalação. Rio de Janeiro. RJ. 2016.

Bossini, A. B. N., 2010, “Acessibilidade em obras Públicas”, Monografia de pós-graduação, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba/PR. Brasil. 119 p.

Brasil. Decreto nº 5.296, de 02 de dezembro de 2004. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm Acesso em:
13 de Maio de 2017.

Canevarolo Jr., S. V., 2010, “Ciência dos polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros”, Ed. Artliber, 3ªed., São Paulo, 280 p.

Constante, C. J., 2014. “Utilização de métodos ópticos de correlação de imagem para a determinação da tenacidade à fractura de adesivos estruturais”, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto – ISEP. Porto. Portugal. 124 p.

CPA; SEPED, 2005, “Acessibilidade: Mobilidade acessível na cidade de São Paulo – Edificações, vias Públicas, Leis e Normas”, São Paulo, 169 p.

Dutra, R. G., 2010, “Custos: uma abordagem prática”, Ed. Atlas, 7 ed., São Paulo, 422 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, de 21 de Maio de 2015. Disponível em:
<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-08/ibge-62-da-populacao-tem-algum-tipo-de-deficiencia>. Acesso em 22 de Maio de 2017.

Meghiorini, E., 2007, “Custos: Análise e gestão”, Pearson Prentice Hall, 2ªed., São Paulo, 208p.

Monteiro, D. F., 1995. “Análise do comportamento à fractura de juntas de aço efectuadas com adesivos estruturais”, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP. Porto. Portugal. 193 p.

Mozaik. Sinalização Tátil por Elementos discreto. Disponível em: <http://www.pisostateis.com.br/EspecificaçõesTécnicasTáteis-Mozaik-2016.pdf>. Acesso em 01 de Maio de 2017.

Oertel, G., Polyurethane Handbook, “Polyurethane handbook: chemistry, raw materials, processing application, properties”. Ed. Hanser, 2th edition. New York. USA. 1994. 688p.

Padilha, F. A., 2007, “ Materiais de Engenharia: microestrutura e propriedades”, Ed.Hemus, Curitiba, 343 p.

Sonza, A.; Kade, A.; Façanha, A.; Rezende, A.; Nascimento, G.; Rosito, M.; Bortolini, S.; Fernandes, W., 2013, “Acessibilidade e tecnologia assistiva: pensando a inclusão sociodigital de PNEs”, ED. Corag, Bento Gonçalves, 352p.