



economia circular integrada na conformação de granulado de borracha

Rafael Sabino

Este documento foi escrito segundo o antigo acordo ortográfico.

Foi concebido para uma leitura digital. Para maior facilidade de manuseamento do documento aconselha-se a utilização das ligações electrónicas e a leitura do pdf em Adobe Reader para a visualização imediata dos vídeos importados no documento pdf.

O índice deste documento foi configurado para reencaminhar o leitor para cada capítulo e subcapítulo numerado. Para voltar ao índice, deverá carregar sobre o número de página.

2019
Relatório de Projecto Final
Mestrado em Design de Produto

ESAD.CR
Escola Superior de Artes e Design

Rua Isidoro Inácio Alves de Carvalho
2500-321 Caldas da Rainha
www.esad.ipleiria.pt

Autor:
Rafael Sabino
eurafaelsabino@gmail.com

Orientadores:
Fernando Poeiras
Sérgio Gonçalves



Agradecimentos

Às minhas maiores referências, Mãe e Pai, por todo o apoio, dedicação e educação.

Aos meu orientadores, amigos e restantes intervenientes, por toda a ajuda e disponibilidade, imprescindíveis para a realização deste documento.

Artur Mateu
Carla Mota
CDRSP
Eduardo Vanzeler
Emanuel Sabino
Eneida Lombe Tavares
ESTG
Inês Sabino
Fábio Mendes
Fernanda Carvalho
Fernando Brízio
Fernando Poeiras
Francisco Mota
Isabel Baraona
Jacob Oduwole
JC de Sousa
Joana Tavares
João Barroqueiro
João Mateus
João Ribeiro Famalicão
Jorge Carreira
Jorge Domingues
Mafalda Lalanda
Maria da Graça Sabino
Pedro Madaleno
Rio do Prado
Rodrigo Coito
Sérgio Gonçalves
Tânia Martins

economia circular integrada na conformação de granulado de borracha

Rafael Sabino

resumo

Este projecto teórico-prático, com base nos princípios da economia circular, tem como objectivo a exploração do granulado de borracha e sua reciclagem. Perceber qual o contexto e tipologia pertinente para a utilização deste material. Deste modo, em parceria com a PneuGreen, foram desenvolvidas alternativas de mercado e de fabrico para a empresa.

O resultado prático deste projecto consiste na criação de dois modelos de pilaretes fixos, um pilarete delimitador móvel e um grafismo integrado no pavimento comum de granulado de borracha.

palavras-chave: design, impacto, segurança, mitigação, delimitação

abstract

This theoretical-practical project, based on a study on circular economy, has as goal the exploration of rubber crumb and their recycling. Understand the relevant context and typology for the use of this material. As such, while partnering with Pneu Green, there were developed market and manufacturing alternatives for the company.

The practical result of this project consists in the creation of two models of bollards: a mobile delimiter and a graphic deterrent on the common pavement.

key-words: design, impact, safety, mitigation, delimitation

Índice

I

Introdução

- 1.1 O problema do pneu e pavimento usados na gestão ambiental **12**
- 1.2 Estratégias de produção e utilização do granulado de borracha **18**

10-19

II

Contexto dos projectos desenvolvidos

- 2.1 Contexto pessoal **22**
- 2.2 Contexto de economia e ambiente **32**
- 2.3 Contexto empresarial **46**

20-47

III

Referências e precedentes para os projectos desenvolvidos

- Pavimento de granulado de borracha **50**
- Eco calçada **52**
- Firka Table / Kalo **54**
- Macaron Seats / Kalo **56**
- Cadeira Andre **58**
- The rubber company **60**
- Eco rubber **62**
- Parkingwix **64**

48-73

- Muro Av. Infante **66**
- D. Henrique **68**
- Dissuasor **68**
- Poste Delimitador **72**

224-243

VI

Referências Bibliográficas / Anexos

- Bibliografia **226**
- Índice de imagens **232**
- Anexos **242**

V

Conclusões

- 5.1 Avaliação dos projectos **216**
- 5.2 Desenvolvimentos futuros **220**

214-223

IV

Descrição cronológica do processo de projecto

- 4.1 Investigação inicial **76**
- 4.2 Definição do programa de projecto **78**
- 4.3 Desenvolvimento de projecto **84**
 - 4.3.1 Projectos **85**
 - Pilarete de madeira **86**
 - Pavimento³ **94**
 - Prensa **102**
 - Pilarete bolha **106**
 - Poste delimitador **128**
 - 4.3.2 Ensaios com o material e seus modos de conformação **150**
 - 4.4 Apresentação dos protótipos **170**
 - Pilarete de madeira **172**
 - Pavimento³ **182**
 - Pilarete bolha **188**
 - Poste delimitador **202**

74-213

I

10-19

Introdução

1.1 O problema do pneu e pavimento usados na gestão ambiental

No dia 29 de julho de 2019, assinalou-se o *Earth Overshoot Day*. Por outras palavras, registou-se o dia a partir do qual o Homem começou a consumir os recursos estimados para 2020. Em comunicado de imprensa, a ZERO – Associação Sistema Terrestre Sustentável veio reforçar este alerta vindo da Footprint Network, uma organização não governamental que promove a consciencialização da administração dos recursos naturais do planeta:

“Todos os anos é apresentada uma estimativa sobre o dia em a Humanidade atinge o limite do uso sustentável de recursos naturais disponíveis para cada ano, ou seja, o orçamento natural, habitualmente designado como *Overshoot Day* (Dia de Sobrecarga da Terra). Este ano será atingido amanhã, 29 de Julho, três dias mais cedo que em 2018, em que a data foi 1 de Agosto, sendo que a tendência tem sido a de acionar o cartão de crédito ambiental cada vez mais cedo, não obstante todo o discurso político e público sobre economia circular e neutralidade carbónica.”¹

¹ Amanhã, 29 de julho, A humanidade esgotará os recursos naturais do planeta disponíveis para este ano, (2019) ZERO - Associação sistema terrestre sustentável (Consultado a 29/06/2019)
Disponível em: https://zero.org/amanha-29-de-julho-a-humanidade-esgotara-os-recursos-naturais-do-planeta-disponiveis-para-este-ano/?fbclid=IwAR2WkPwcyHKEVXo-uXHCV9y4xgM_sNMps3BgmWfsZbzcY4RS6iry6IIITa

É evidente que a postura do ser humano e a forma como se relaciona com os seus recursos e habitats têm de ser drasticamente alteradas. Diversas investigações, divulgadas através de inúmeras plataformas de comunicação social, vão contribuindo para a progressiva consciencialização sobre o tema. Durante os últimos três anos, a Organização das Nações Unidas (ONU) realizou estudos sobre as alterações climáticas e a perda de biodiversidade. Os resultados, noticiados no Diário de Notícias, são bastante concretos:

“A nossa destruição da biodiversidade e dos ecossistemas atingiu níveis que ameaçam o bem-estar da humanidade.”²

13

A postura de indiferença perante a preservação da Natureza, adoptada pela maioria dos governos vigentes e estimulada pelo sistema, revela-se intimamente associada ao nosso bem-estar. Uma das medidas fundamentais para esse processo passa pelo compromisso de iniciar a transição da actual economia linear para uma economia circular. No fundo, um novo modelo que caminha para uma desaceleração da extração dos recursos finitos, para passar a reaproveitar ou a reciclar o máximo de materiais já existentes. Este acordo, assinado pelos estados membros da União Europeia, pretende reestruturar o sistema económico com rigorosas metas

² Neves. F (2019) Perda de biodiversidade é tão grave como as alterações climáticas. Diário de Notícias (Consultado a 29/06/2019)
Disponível em: <https://www.dn.pt/vida-e-futuro/interior/perda-de-biodiversidade-e-tao-grave-como-as-alteracoes-climaticas-10862910.html>

a serem cumpridas até 2035. O portal *eco.nomia*, site criado para partilha de conhecimento sobre economia circular, desenvolvido pelo Ministério do Ambiente Português, encontra-se a clara definição deste conceito:

“Economia Circular é um conceito estratégico que assenta na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia. Substituindo o conceito de fim-de-vida da economia linear, por novos fluxos circulares de reutilização, restauração e renovação, num processo integrado, a economia circular é vista como um elemento chave para promover a dissociação entre o crescimento económico e o aumento no consumo de recursos, relação até aqui vista como inexorável. Inspirando-se nos mecanismos dos ecossistemas naturais, que gerem os recursos a longo prazo num processo contínuo de reabsorção e reciclagem, a Economia Circular promove um modelo económico reorganizado, através da coordenação dos sistemas de produção e consumo em circuitos fechados. Caracteriza-se como um processo dinâmico que exige compatibilidade técnica e económica (capacidades e atividades produtivas) mas que também requer igualmente enquadramento social e institucional (incentivos e valores). A Economia Circular ultrapassa o âmbito e foco estrito das ações de gestão de resíduos e de reciclagem, visando uma ação mais ampla, desde do redesenho de processos, produtos e novos modelos de negócio até à otimização da utilização

de recursos (“circulando” o mais eficientemente possível produtos, componentes e materiais nos ciclos técnicos e/ou biológicos). Visa assim o desenvolvimento de novos produtos e serviços economicamente viáveis e ecologicamente eficientes, radicados em ciclos idealmente perpétuos de reconversão a montante e a jusante. Materializa-se na minimização da extração de recursos, maximização da reutilização, aumento da eficiência e desenvolvimento de novos modelos de negócios.”³

A abordagem à sustentabilidade tem sido apenas sinónimo de minimizar impactos ambientais negativos, reduzir pegadas ecológicas, neutralizar emissões e aumentar a eficiência na aplicação dos recursos, ou seja, continuar a fazer as coisas do mesmo modo, apenas com menos intensidade, mas sem mudar de rumo, apenas transferindo os problemas para o futuro. (WBCSD, 2000; Dyllick & Hockerts, 2002)

É assumido que materiais biodegradáveis se tornam nutrientes biológicos ao serem absorvidos pelo meio ambiente. Por outro lado, a abordagem C2C assume que materiais sintéticos ou minerais podem ser continuamente mantidos em ciclo fechado, tornando-se nutrientes técnicos. O que antes era considerado resíduo deve ser considerado como matéria-prima de outro processo, de forma a que o fluxo de materiais possa ser mantido continuamente num ciclo industrial fechado.⁴

³ *Eco.nomia* (2019) O que é a economia circular? (Consultado a 06/05/2019)
Disponível em: <https://eco.nomia.pt/pt/economia-circular/estrategias>

⁴ Leitão, A. (2015). Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. *Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting* (Consultado a 06/05/2019)
Disponível em: <http://u3isjournal.isvoug.pt/index.php/PJFMA/article/view/114/52>

A nível nacional não existe nenhuma entidade especializada na recolha e trituração do granulado de borracha em final de vida, surgindo assim uma oportunidade de negócio enquadrada no contexto da economia circular. É, por isso, importante lembrar que o resíduo existe e a sua aplicação deve ser estudada.

Devido ao seu pesado impacto e elevada quantidade, os pneus são frequentemente alvo de estudos para a sua reutilização e reciclagem. Ainda que esta última seja considerada no contexto de uma economia circular, em Portugal a trituração do pavimento de granulado de borracha, em final de vida, não é feita. Desta forma, não havendo uma reutilização do granulado de borracha, o ciclo não se fecha e envia um material ainda mais nocivo para valorização energética.

“A abordagem à sustentabilidade tem sido apenas sinónimo de minimizar impactos ambientais negativos, reduzir pegadas ecológicas, neutralizar emissões e aumentar a eficiência na aplicação dos recursos, ou seja, continuar a fazer as coisas do mesmo modo, apenas com menos intensidade, mas sem mudar de rumo, apenas transferindo os problemas para o futuro.” (WBCSD, 2000; Dyllick & Hockerts, 2002)

Os pneus, são um resíduo, que devido ao seu pesado impacto e grande quantidade, têm sido alvo de constantes estudos para a sua reutilização e reciclagem. Apesar da reciclagem de pneus ser considerada economia circular⁵, em Portugal a trituração do pavimento de granulado de borracha em final de vida, não é feita, acabando por ser incinerado com os restantes pneus que não são reciclados. Desta forma, não havendo uma reutilização do granulado de borracha, o ciclo não se fecha, enviando um material, ainda mais nocivo para valorização energética. A nível nacional não existe nenhuma entidade especializada na recolha e trituração do granulado de borracha em final de vida, surgindo assim uma oportunidade de negócio enquadrada no contexto da economia circular.

⁵ Leitão, A. (2015). Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting (Consultado a 06/05/2019)

Disponível em: <http://u3isjournal.isvoug.pt/index.php/PJFMA/article/view/114/52>

⁶ Eco.nomia (2019) Estratégias da economia circular (Consultado a 06/05/2019)
Disponível em: <https://eco.nomia.pt/pt/economia-circular/diagrama-de-sistemas>

1.2 Estratégias de produção e utilização do granulado de borracha

Este trabalho prático tem como principal objectivo a exploração do granulado de borracha, tentando perceber onde e de que forma se adapta melhor. Com base nos princípios da economia circular, os seguintes projectos são pensados no sentido de maximizar o seu reaproveitamento no final de vida, assim como pretendem estimular a integração do pavimento de granulado de borracha reciclado na sua composição. Em parceria com a PneuGreen, empresa produtora deste pavimento, o presente trabalho procura em simultâneo, identificar novas áreas de mercado que permitam ampliar os campos de aplicação do material transformado pela empresa. Tirando partido das propriedades técnicas de absorção de impacto do granulado, este trabalho centra-se em elementos dissuasores como pilaretes fixos e pilaretes móveis. A escolha desta tipologia deve-se a boa relação que existe entre as propriedades do material e a função

prevista para os objectos. De forma a maximizar a sua utilização, pretende-se introduzir também granulado de borracha proveniente de pavimento anti trauma em final de vida

de modo a perceber o seu desempenho. Através de testes práticos, experimentar possíveis métodos de produção e suas variáveis para a obtenção dos resultados pretendidos. Pretende-se como resultado, obter produtos de granulado de borracha que sejam possíveis de ser produzidos em larga escala de maneira a serem introduzidos numa industria e darem vazão a grandes quantidades de granulado de borracha.

II

20-47

**Contexto
dos proyectos
desenvolvidos**

2.1 Contexto pessoal

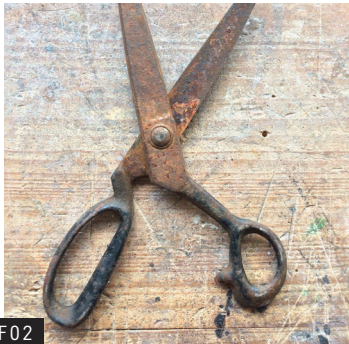
Desde que me lembro, em minha casa tudo se aproveita, tudo se faz. Ao longo de 31 anos, em permanente contacto com esta forma de pensar e de viver, é inevitável compreender quão vital esta atitude é na nossa vida.

É comum pensar na minha mãe a cozinhar, a costurar, a desenhar, a limpar ou com um berbequim na mão, em cima do escadote, a colocar um candeeiro no tecto; ou até a desmontar a máquina de lavar roupa ou a porta do forno para os arranjar ou limpar. Estas são algumas de muitas resoluções de problemas para os quais são, comumente, necessários especialistas para auxiliar. Contudo, ver o meu pai a arranjar a dobradiça da mala de trabalho com um clip ou sempre de fita métrica na mão, a fazer medições para os seus trabalhos ou para alterações em casa, ainda é uma realidade nestes dias.

Durante todos estes anos de convivência com os meus pais, compreendo que uma boa manutenção, organização e pensamento pragmático sobre as nossas decisões podem fazer com que poupemos bastante dinheiro, tempo e stress. No fundo, se todos os objetos importantes que compramos estivessem sempre em perfeitas condições, se mesmo estragados

os tentarmos arranjar, no limite podemos viver a vida inteira com esses mesmos objetos. De facto, é lógico compreender que uma boa gestão de recursos no presente nos trará relevantes poupanças no futuro. Uma boa gestão possibilita ter produtos da melhor qualidade, até mais baratos do que os de pior qualidade. No fundo, em vez de comprarmos várias vezes um produto de fraca qualidade, se comprarmos uma única vez um produto de boa qualidade, o tempo de usufruto acaba por pagar a diferença entre ambos. Além de dinheiro, poupa-se a preocupação de voltar a encontrar e comprar o novo produto. Pouparam-se transtornos. Caso o produto se avarie numa altura de necessidade urgente, então poupou-se a viagem que teria de ser realizada até ao local de aquisição, entre outros passos.

Entre tantos exemplos, recordo sempre a *valise* da minha mãe, que era da minha avó. Este objeto, com cerca de 40 anos, encontra-se em perfeitas condições e desempenha o seu papel transportando um enorme valor sentimental com ele. Entre esta valorização material, a valorização do objeto ganha uma outra dimensão, proporcional à da sua longevidade. Junto a nós, fazendo parte da nossa vida e transportando recordações e vivências. Por outras palavras, o valor sentimental.



F02

TESOURA DE ALFAIATE
DEGRADADA (EU)



F03

TESOURA DE ALFAIATE
RESTAURADA (EU)



F05

APROVEITAMENTO DE UM ANTIGO
TRIPÉ DO MEU AVÔ PARA PIXAÇÃO
DE UM PROJETOR (EU)



F04

UTILIZAÇÃO DE UM PARAFUSO
PARA REPARAÇÃO DE UMA LAPISEIRA (PAI)



F06

APROVEITAMENTO DE UMA MANGA
DE CAMISA PARA FAZER UMA BOLSA
(MÃE)

Da mesma forma que podemos afeiçoar-nos aos objetos através de uma longa convivência, também é possível afeiçoar-nos a eles ao compreendermos o seu percurso. É importante a valorização dos recursos através da compreensão do esforço e impacto sociais, energéticos e ambientais associados à extração das matérias-primas e ao seu processamento, tanto para gerar uma simples chapa de metal ou um barrote de madeira como para qualquer outro produto mais complexo que nos chega às mãos do outro canto do mundo. Muitas pessoas para garantirem uma melhor qualidade de vida, criam mecanismos que se assemelham a economia circular, aumentando o tempo de vida útil dos seus produtos, através de uma boa manutenção ou dando novas funções aos produtos. Existem vários comportamentos que espelham a progressiva inclusão da economia circular nas escolhas quotidianas: a compra de produtos em segunda mão, a utilização de roupa de familiares e amigos, a reciclagem dos materiais que encontramos no lixo, a manutenção e conservação correcta de vários objectos, dos seus funcionamentos, ou até o evitar comprar produtos descartáveis. Na verdade, ainda sem conhecer o conceito, durante a minha vida sempre vivi numa economia circular na minha própria casa.

Desde novo, os meus pais requisitavam a minha ajuda para os mais variados deveres da casa, nomeadamente, para os deveres menos comuns: desmontagem de canos, montagem de móveis,

colocação de cortinados e candeeiros, entre tantas outras tarefas. Estas primeiras aprendizagens levaram a desenvolver a minha autonomia e a compreender que, eu próprio, poderia agarrar em ferramentas para montar, desmontar e construir o que estivesse ao meu alcance. Cedo comecei a montar e a desmontar bicicletas inteiras, a restaurar máquinas de filmar, binóculos, projectores e toda a infinidade de antigos artigos dos meus avós ou pais – até simplesmente desmontar os aparelhos de casa por curiosidade. Deste constante contacto resultaram múltiplas situações novas, que requerem diferentes abordagens, métodos, ferramentas e materiais. No fundo, estive perante a necessidade de resolver problemas, algo que se torna um exercício formidável para conseguir observar a forma como muitos objectos e mecanismos funcionam e são utilizados.

Se realizar uma retrospectiva de toda a minha vida, destacando a última década em que fui morar sozinho, sinto que estes princípios e ensinamentos têm vindo a revelar um impacto muito positivo. Estes princípios levam-me a estar constantemente atento a desperdícios de determinadas industriais ou pessoas, que de alguma forma me podem ser úteis. Desperdícios que por pequenas anomalias são descartados, muitas vezes com facilidade são recuperados.

Assim, dentro desta abordagem, dou a conhecer alguns exemplos práticos desenvolvidos nos últimos anos.

Criei um viveiro para árvores autóctones na ESAD.CR, juntamente com o meu amigo Fernando Travassos, no qual todo o projecto foi construído com desperdício. A estrutura metálica foi cedida por um produtor de morangos, pois a mesma tinha voado durante um vendaval e o produtor não tinha interesse em voltar a usa-la, sendo posteriormente encaminhada para refugo. As próprias bancadas foram construídas com tijolos, adquiridos na montagem de exposições e eventos temporários na ESAD.CR. Também o revestimento de rede laranja foi recuperado de sobras de uma exposição. No fundo, este projecto aconteceu, sobretudo, devido à mútua ajuda entre pessoas.



F07

PROJECTO VIVEIRO,
EM PARCERIA COM FERNANDO TRAVASSOS





F08
ADAPTAÇÃO DE UMA TROTINETE
PARA TRANSPORTE DE MATERIAL

F09

APROVEITAMENTO DE TUBOS DE CARTÃO
PARA A CONCEPÇÃO DE UM BELICHE



F10

SUPORTE PARA
PAPEL HIGIÊNICO
FEITO A PARTIR
DE DESPERDÍCIOS



2.2 Contexto de economia e ambiente

A invenção do pneu e da borracha vulcanizadas remonta a 1845. Posteriormente, a sua massificação veio acrescentar uma nova etapa na história da roda. Hoje em dia, os pneus estão presentes na maioria dos veículos terrestres: tractores, automóveis, motos, bicicletas, carrinhos de mão, monta-cargas, entre tantos outros. Considerando que a grande maioria provém de automóveis, todos eles geram uma grande quantidade tóxica de volumoso desperdício. Construído através de borracha e elastómeros, negro de fumo, aço, têxtil, óxido de zinco, enxofre e aditivos, o pneu termina o seu processo de fabrico ao ser vulcanizado. Este processo acaba por lhe conferir uma maior resistência, mas também impossibilita a separação dos vários materiais constituintes para a devida reciclagem.

A acumulação dos aterros tem sido um problema crescente ao longo dos anos, em todo o mundo. Das muitas soluções encontradas para o seu desaparecimento, todas se revelaram bastante prejudiciais para o planeta e seus habitantes. Contudo, o seu amontoado em áreas a céu aberto tem consequências devastadoras para o planeta. A acumulação de detritos químicos, resultante da sua

natural deterioração, infiltra-se nos solos, atingindo os lençóis de água. Por sua vez, a acumulação de água cria o local ideal para a reprodução de mosquitos transmissores de doenças capazes de atingirem as populações envolventes.

A criação de gases inflamáveis é também um problema. A sua ignição pode provocar incêndios de fumo negro e espesso que, por vezes, duram anos devido ao seu alto poder de combustão. Em *Arquitectura e Design. Ecologia e Ética* (1995), Victor J. Papanek refere um exemplo pertinente sobre esta realidade. Em 1984, em Winchester, estado de Virgínia nos Estados Unidos da América, um depósito com cerca de sete milhões de pneus usados começou a arder. O incêndio durou mais de nove meses, sendo que dois milhões de litros de óleo foram absorvidos pelo solo. É certo que, nestes casos, soluções como enterrar, queimar ou enviar para o fundo do mar são comprovadamente nefastas.

Em 1972, a Broward Artificial Reef (ONG BARINC) iniciou um projecto com o objectivo de criar corais artificiais recorrendo a pneus usados. Desta forma, ao longo da costa da Flórida construiu-se o Recife de Osborn onde submergiram dois milhões de pneus usados. Acreditava-se que, em pouco tempo, estariam cobertos por corais. Contudo, com o passar dos anos, esta ideia revelou-se um verdadeiro desastre, acabando por piorar a vida marinha da área em questão.⁷

⁷ Mesquita, J.L. (2014) Recifes artificiais com pneus na Flórida: fracasso total. Estadão (Consultado a 06/05/2019)

Disponível em: <https://marsemfim.com.br/pneus-corais-artificiais/>

Investigações tecnologicamente mais elaboradas do ponto de vista da sustentabilidade ambiental revelaram-se mais plausíveis, ainda que com necessidade de serem afinadas, tal como é o caso da pirólise. Este processo, bastante dispendioso, garante que é possível vaporizar o pneu a 450°C, de modo a extrair óleos, combustíveis e gás metano para alimentar máquinas ou gerar energia. No fundo, soluções em que o pneu sofre menos processos de transformação mostraram-se substancialmente promissoras.

As betuminosas de borracha, utilizadas em paredes de habitações, são uma mistura de granulado de borracha e betão que conferem isolamento térmico e acústico. Nas estradas, uma mistura deste granulado e do alcatrão confere maior durabilidade e segurança, tornando o piso permeável e aderente. Assim, neste processo de reutilização de desperdício, 350 km de estrada representam a reciclagem de um milhão de pneus usados.

No entanto, devido ao seu alto poder de combustão, o pneu é utilizado para valorização energética em cimenteiras ou em instalações dedicadas à produção de energia. Estes processos de queima controlada continuam a ser muito poluentes, sendo necessário alterar as leis em vigor, para que promovam a utilização de energias renováveis.

Em visita ao centro de reciclagem Parques de Ecologia Industrial, em Coima, tive a oportunidade de ver e perceber a separação e reciclagem de vários materiais, entre os quais os pneus. Este centro de reciclagem apenas tritura pneus para valorização energética. Aos pneus de maiores dimensões são-lhes retirados o cabo de aço existente, enquanto os restantes são triturados sem separação de componentes. A quantidade de pneus, destinados para valorização energética, é enorme e prevê a libertação de uma substancial quantidade de gases nefastos.

Entre estes modos de reciclagem, existem várias experiências pelo mundo fora, inclusive em Portugal. Muitas vezes aproveitam o pneu em diferentes estados, seja ele ainda inteiro ou triturado, para chegar a produtos como solas de ténis e sandálias, mobiliário, revestimentos, pavimentos, elementos urbanos, bóias de amortecimento, barreiras acústicas para auto-estradas, entre outros.

Face aos processos utilizados na reciclagem, considero que a fragmentação e separação dos vários componentes do pneu, mostra-se o processo mais coerente e aquele que melhor se integra numa economia circular. Não existe emissões de gases poluentes no processo e todos os materiais são separados e devidamente reciclados. Posteriormente todo o granulado de borracha no seu final de vida pode ser triturado e reinserido na produção.

F11

RESULTADOS DA VALORPNEU (TON) 2018

Pneus colocados no mercado:

91.655 No âmbito do SGPU (pagam Ecovalor)

Pneus usados gerados:

74.835 No âmbito do SGPU

Tratamento dos pneus usados gerados:

3.009 Enviados para recauchutagem não nominativa

515 Enviados para reutilização meio-piso

4985 Enviados para reciclagem

197 Enviados para outras formas de valorização material (equivalente a reciclagem)

15 Enviados para outras formas de valorização material (outros)

21.933 Enviados para valorização energética

0 Enviados para aterro

75.554 Total de pneus usados gerados tratados no SGPU

Recauchutagem não contabilizada para as metas

3.026 Recauchutagem não nominativa de carcaças estrangeiras

6.314 Recauchutagem nominativa (prevenção)

Total de pneus enviados para recauchutagem:

12.349

Quantidade total processada

84.894

O granulado de borracha é considerado o método menos nocivo para lidar com o desperdício de pneu em grande escala. A sua trituração é realizada através de um processo mecânico, ausente de químicos, que pode ser feito de duas formas.

O processo menos dispendioso, utilizado por trituradores nacionais como a Bigoma e a Biosafe, começa pela trituração dos pneus em grandes fragmentos, que vão diminuindo a granulometria da trituração, até ser possível a separação do metal por magnetismo e do têxtil por densidade. Após a extração do metal e do têxtil, os fragmentos de borracha são triturados até à granulometria pretendida, consoante a sua aplicação. Além disso, todo o processo é executado à temperatura ambiente.

Já o procedimento mais dispendioso, empregue pela nacional Recipneu, utiliza azoto líquido para congelar os resíduos de pneus a temperaturas abaixo dos 196°C que, seguidamente, são submetidos a um processo de impacto, em que é possível extrair pequenos fragmentos de granulado de borracha. Este modus operandi permite uma fragmentação mais uniforme em granulado polido, sem apresentar faces desfeitas pela trituração.

Como o granulado de borracha não derrete para se voltar a fundir com o material, devido ao processo de vulcanização do pneu, existe a necessidade de inclusão de um segundo material. Em casos como a betonilha de cimento, a inclusão de granulado de pneu

confere propriedades de absorção sonora e térmica. Nas misturas de betonilha de alcatrão, o granulado de borracha confere também uma maior durabilidade do asfalto.

No processo comum de conformação de pavimento, adiciona-se cola de poliuretano como ligante ao granulado de borracha. Através da aplicação de força e de uma temperatura que ronda os 70°C sobre o granulado, misturado com o ligante, conforma-se uma placa de pavimento anti-traumático que é normalmente utilizado em parques infantis e ginásios. Outra forma, ainda, de utilizar o granulado de borracha, sem adição de ligante, é no chão dos campos de futebol sintético, proporcionando uma actividade desportiva mais confortável.

Na sequência das normas europeias que impedem o envio de pneus para aterros, nasce a Valor Pneu. No fundo, uma parceria entre os produtores de pneus e os industriais do sector da recauchutagem de pneus e borracha. Assim, a Valor Pneu posiciona-se como uma sociedade de cotas sem fins lucrativos, responsável por toda a gestão nacional dos resíduos de pneus. Por intermédio dos seus vários pontos de entrega, faz a gestão e a respectiva triagem dos mesmos. Parte são enviados para reutilização se estiverem em condições de serem utilizados, enquanto outros são enviados para recauchutagem. Os restantes, em pior estado, são enviados para reciclagem ou valorização energética.

A trituração de pneus em Portugal está a cargo da Biogoma, Biosafe e Recipneu. Estas empresas alimentam o mercado nacional e internacional. No caso da Recipneu, 80% da sua produção destina-se a exportação. Em ambas as tecnologias, o pneu é triturado em várias granulometrias, mediante a escolha do cliente. As granulometrias vendidas vão desde o pó de borracha até ao grão de maiores dimensões, as suas medidas são, < 0.18mm; 0.18mm - 0.60mm; 0.60mm - 1.40mm; 1.40mm - 2.00mm; 1.00mm - 2.40mm; 0.80mm - 2.50mm; 2.40mm - 6.30mm; > 6.30mm

Apesar das vantagens técnicas na utilização de granulado, ainda nos referimos a uma matéria-prima com pouca procura face à oferta que tem. Actualmente, na Europa, são produzidas 700 mil toneladas de granulado de borracha para uma procura que rondará as 300 mil toneladas.

Segundo António Pedreiro, director-geral da Recipneu, a Europa ainda faz pouca utilização do granulado de borracha ao contrário de países como Estados Unidos da América, China, África do Sul e alguns outros, pertencentes à América Latina, que utilizam o granulado de borracha em betuminosas para as estradas. Se todas as estradas europeias fossem construídas com base neste método, acabar-se-ia com este défice de procura.⁸ Considerando este desperdício sem fim à vista, é certo que nos próximos

⁸ Automotive (2017) Recipneu – Granulados criogénicos de borracha para todo o mundo (Consultado a 06/05/2019)
Disponível em: <http://automotiverevista.com/recipneu-granulados-criogenicos-de-borracha-para-todo-o-mundo/>

tempos somos obrigados a lidar correctamente com estas questões para assim promover um futuro mais sustentável.

Assim sendo, é importante reforçar o aumento das áreas de aplicação desta matéria-prima, promovendo a sua utilização em tipologias de produtos que façam sentido. Em Portugal, o granulado de borracha de pneus usados destina-se essencialmente à aplicação em pavimento de absorção de impacto e relvados sintéticos, o que representa cerca de 50% do total da produção destinada essencialmente à exportação.⁹ Na actualidade, o granulado de pneu é apresentado como um modelo de economia circular, que evita o depósito dos pneus em aterros, diminuindo a utilização para valorização energética e evitando a utilização de matérias-primas virgens¹⁰. Ao contrário da economia linear, que surgiu com a revolução industrial e que ainda vigora, a economia circular surge como um conceito estratégico que assenta na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia. Na economia linear, modelo ao qual infelizmente estamos mais habituados, o conceito base pressupõe a extracção da matéria-prima, o processamento em materiais/produtos, distribuição e venda, a sua utilização e por fim o descarte enquanto resíduo. Este conceito mostrou-se insustentável para o planeta e para as próprias pessoas, sendo mesmo um mau exemplo, que se reflecte na sociedade e nas políticas mundiais, desvalorizando os recursos.

No entanto, neste momento, Portugal não completa o ciclo da economia circular na reciclagem de pneus. O pavimento de granulado de borracha em final de vida não é reciclado, acabando por nenhum dos trituradores nacionais fazer a trituração de granulado de borracha usado. Também não existe nenhuma outra entidade pública ou privada responsável por fazer a devida reciclagem deste resíduo. Desta forma, o granulado de borracha em final de vida, com resina de poliuretano integrada na sua mistura, junta-se aos restantes pneus que não são reciclados e segue para valorização energética nas cimenteiras. Este raciocínio demonstra que o processo de reciclagem de pneus apenas adia um problema que regressa com maiores impactos ambientais devido à adição de mais um componente tóxico.

Ao entrar em contacto com as três trituradoras nacionais, todas tiveram a mesma resposta para o motivo pelo qual não trituram granulado de borracha em final de vida. Prende-se, precisamente, com o facto do processo danificar as lâminas das trituradoras, assim como a qualidade da matéria-prima obtida e a falta de certificados para este tipo de trituração. Assim, qualquer empresa nacional que faça conformação de granulado de borracha usado tem de triturar o pavimento noutro tipo de instalações. Seria importante, para que o ciclo se complete, que os produtos em granulado de borracha em final de vida fossem novamente transformados em matéria-prima, caso

⁹ (2018) Recipneu SEA JAN18

¹⁰ Agencia Portuguesa do Ambiente(2019) eco.nomia (Consultado a 29/09/2019)

Disponível em: <https://eco.nomia.pt/pt/economia-circular/diagrama-de-sistemas>

contrário apenas estamos a criar outro problema. A Pneugreen, que já utilizou granulado de borracha triturado na mistura, concluiu que o pavimento aumentava a rigidez e diminuía a capacidade de absorção de impactos. No entanto, o principal motivo para o abandono desta prática deve-se ao encerramento da empresa responsável pela trituração. A resina de poliuretano utilizada na conformação do granulado de borracha, depois de seca, apresenta características técnicas similares à borracha, criando uma ligação com granulado de borracha bastante homogênea no que diz respeito a sua estrutura. Esta resina é o elemento que se torna mais prejudicial no decorrer da reciclagem.



F12

TRITURAÇÃO DE PNEUS PARA VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA
EM CIMENTEIRAS

PARQUE DE ECOLOGIA INDUSTRIAL (PEI)

2.3 Contexto empresarial

Fundada em 2011, a Pneu Green tem com o objectivo a fabricação de produtos de qualidade em granulado de borracha. Para tal, reutiliza pneus usados, transformando resíduos em produtos de valor acrescentado. Situada na zona industrial das Gaeiras, esta empresa tem conseguido alcançar a sua missão de reciclar todos os pneus da zona oeste. Assim, este é um dos vários pontos de recolha de pneus usados, sendo posteriormente enviados para triturar.

A Pneu Green conta com um portfólio rico em soluções para pavimentos, variando entre granulometria, cor, espessura e modo de aplicação/fabrico, de forma a chegar aos resultados pretendidos. O primeiro produto a ser desenvolvido foi o piso anti-traumático para parques infantis. Este pavimento pode ser vendido em placas com várias granulometria com duas variáveis: piso totalmente maciço ou com caixa de ar alveolar para aumentar o amortecimento. Pode também ser aplicado no local como um pavimento único e homogéneo, que se adapta a todas as configurações do terreno.

Com o evoluir da empresa, foi pensado ainda outro pavimento específico para ginásio e box's equestres, que se vieram a revelar produtos de qualidade, cumpridores dos requisitos pedidos. Ambos são

produzidos com o granulado mais fino, conferindo menor amortecimento, mas mais estabilidade. Ainda foram desenvolvidas as ilhas fitness, aplicadas no exterior, nas áreas circundantes de ecopontos, estrados para aplicação em zonas exteriores, passadiços para praia ou piscina, floreiras, cantoneiras de protecção e lancis. Na procura de um tema para o projecto teórico-prático que fosse capaz de explorar a reciclagem de resíduos, a Pneu Green surge como uma parceria bastante interessante. A empresa reciclava um material com propriedades que não estavam assim tão exploradas como outros resíduos. Situada a cinco minutos da ESAD.CR, permitiu um fácil acesso aos consumíveis e respectiva maquinaria, o que deu origem à resolução de problemas de forma rápida. Considerando todos estes pontos fortes, apresentámos a proposta deste trabalho, anexada a uma eventual parceria, para a criação de novos produtos e para a entrada em novos mercados. Depois da proposta apresentada e aceite, criou-se então a ponte para uma parceria entre a Pneu Green e a ESAD.CR, para que os trabalhos seguissem o correcto rumo dentro dos objectivos da empresa.¹¹

¹¹ Pneugreen (2018) Pneugreen. (Consultado a 29/09/2019)
Disponível em: <https://www.pneugreen.pt/>

III

48-73

Referências e precedentes para os projectos desenvolvidos

As referências aqui apresentados, mostram projectos feitos com granulado de borracha e as suas aplicações comuns, fazendo uma avaliação da utilização do material em determinados objectos e contextos, reflectindo assim sobre a sua conveniência. São também apresentados os produtos referência que se relacionam com os projectos desenvolvidos e suas tipologias.

Pavimento granulado de borracha

O pavimento de granulado de borracha é a tipologia que melhor se conhece e com a qual existe maior contacto diário em parques infantis, por exemplo. Composto por um ligante de poliuretano, granulado de pneu usado e pigmento, a sua utilização massificou-se, no momento em que passou a ser obrigatória a sua aplicação em todos parques infantis públicos e privados.

Com o seu surgimento e boa receptividade por parte do público, este pavimento estendeu-se para mais áreas: pavimento de espaços desportivos, interiores e exteriores, pavimento para parques equestres, estrados para praia e piscina ou até o pavimento em redor dos ecopontos. Dependendo da utilização pretendida, a configuração do pavimento pode mudar. A sua espessura pode variar entre 10mm a 80mm, dependendo do fabricante. Os pavimentos mais grossos têm a possibilidade de serem maciços ou com base alveolar – criando caixas de ar, de modo a permitir uma maior capacidade de amortecimento. Este tipo de pavimento pode ser aplicado de duas formas: em placas previamente fabricadas nas instalações ou directamente no local, tendo assim uma melhor relação com o espaço. A grande diferença a nível de composição destes dois métodos de aplicação está na quantidade de ligante utilizado. O pavimento



que é conformado nas instalações tem uma adição de 5% a 8% de resina, enquanto o pavimento que é produzido e aplicado no local pode conter até 15% de resina.

O pavimento de granulado de borracha mostra-se uma opção adaptável e vantajosa em condições específicas, de rápida aplicação. Funciona como isolante térmico, acústico e elétrico, absorve o impacto e a sua superfície é impermeável e lavável. No caso dos parques infantis, a céu aberto, o tempo de vida útil ronda os 10 anos, no geral, este tempo pode ser maior ou menor dependendo do desgaste. O desgaste deve-se à constante exposição às condições climatéricas, assim como à frequência de utilização. Com o passar dos anos, as dilatações e contrações do material faz com que o pavimento fique ressequido, comece a empenar e crie depressões em zonas de maior desgaste. Para prevenir os empenos, algumas placas de granulado podem ser unidas por umas cavilhas plásticas, criando uma grelha completa e evitando o surgimento de ondulações.¹²

¹² Pneu Green. (2018) Pneugreen. (Consultado a 29/09/2019)
Disponível em: <https://www.pneugreen.pt/>

Eco calçada

Este produto surge com uma variante gráfica para o pavimento de granulado de borracha. Apesar de habituados a ver o pavimento de cores e formas homogéneas, este modelo veio projectar o granulado de borracha para outras áreas de aplicação que até então eram pouco exploradas.

Em forma de placas, previamente conformadas, este pavimento reproduz a tradicional calçada portuguesa, através de baixos e altos relevos pintados de branco. Normalmente associado a espaços infantis ou desportivos, este produto insere-se num domínio mais formal, remetendo para a tradicional calçada portuguesa.

Esta iniciativa surgiu no âmbito do concurso anual da Valor Pneu, enquanto prémio de inovação em 2009, sendo a sua produção iniciada através empresa Eco-Solutions em 2015. Mantendo as suas componentes técnicas, este projecto faz uma simbiose entre a tradição e a tecnologia de forma interessante.

Este projecto serviu para perceber como poderia utilizar os baixos relevos e as cores, para delimitação de formas, mas também o seu método de construção.¹³



¹³ Eco-solutions (2019) (Consultado a 30/09/2019)
Disponível em: http://www.eco-solutions.pt/1/ecocalcada_1164272.html

Firka Table / Kalo

Este conjunto de mesas, desenvolvidas por Ammar Kalo para o estudio Fikra Campus ao designer, surge como uma simbiose entre dois materiais distintos: a madeira e o granulado de borracha.

Este conjunto foi desenvolvido para o espaço do Fikra Campus, composto por um ateliê de design, espaço de co-working, café, biblioteca e uma galeria. Cada mesa foi desenhada especificamente, para cada local, sendo que todas integram a mesma linha. Neste caso, a utilização do granulado de borracha cria um perímetro de protecção em caso de embate com a mesa, sugerindo a sua capacidade de absorção de impacto.¹⁴



¹⁴ Kalo, A. (2017) Fikra Tables (Consultado em 29/09/2019)

Disponível em: <https://www.ammarkalo.com/Fikra-Tables>

Macaron Seats / Kalo

Macaron Seats é o projecto dos designers Ammar Kalo e Ibrahim desenvolvido para a Bee'ahd, uma empresa líder de gestão ambiental sediada no Médio Oriente. Neste projecto, o designer volta a fazer a integração do granulado de borracha em mobiliário. Utiliza o granulado para o assento e costas, expõe o utilizador ao permanente contacto com este material, podendo este ser um corpo estranho devido à sua aderência e possível sujidade negra .

O designer aproveita a versatilidade do material para criar à volta da madeira, os moldes do assento e das costas, sendo depois preenchido com granulado de borracha para dar forma. Este processo torna-se particularmente interessante, pois é utilizada a plasticidade do material para envolver a madeira como se fosse um músculo em torno do esqueleto. Considerando o facto de ser um material que se trabalha à temperatura ambiente, este permite uma simbiose com a madeira, sem danificá-la nem causar qualquer tipo de alteração visível. Antes de secar, enquanto é possível conformar o granulado, existe uma certa parecença com o barro, tanto com a sua densidade como com a maneira de o trabalhar. Neste caso concreto, reparo ainda nas mesmas semelhanças depois de seco, devido a maneira como envolve a madeira.¹⁵



¹⁵ Kalo. A. (2017) Macaron Seats (Consultado em 29/09/2019)
Disponível em: <https://www.ammarkalo.com/Macaron-Seats>

Cadeira Andre

A cadeira André foi desenhada por Mark Gilroy. O trabalho deste designer centra-se, sobretudo, na experiência do usuário e design de interação. É um projeto composto por dois elementos distintos: a estrutura de madeira e a esteira de granulado de borracha.

Aproveitando a flexibilidade do material, o designer cria um cone que é fixo às pernas de madeira. Apesar da resistência do granulado de borracha, se não tiver espessura suficiente ou uma estrutura que alcance o máximo de pontos possíveis do granulado, facilmente poderá entrar em rotura. Neste caso em particular, levantam-se algumas dúvidas sobre a durabilidade do material na zona das costas, como também a zona de contacto com as coxas.

Contudo, a flexibilidade do granulado poderá tornar-se um problema se não for possível criar um assento homogéneo, deixando passar o formato do estrado de madeira imediatamente abaixo. Desta forma, em períodos mais prolongados de utilização, corre o risco de se tornar uma cadeira desconfortável.¹⁶



¹⁶ Mark Gilroy(n.d) Mark Gilroy UX/UI. Designer (Consultado em 29/09/2019)
Disponível em: <http://www.markgilroy.ie/andre.html>

The rubber company

The Rubber Company é uma empresa inglesa especializada em borrachas de diversos tipos, oferecendo assim um vasto leque de produtos em borracha reciclada e virgem. O seu portfólio conta também com pilaretes de granulado de borracha. Os pilaretes desenvolvidos são totalmente feitos em granulado de borracha e, no seu interior, contam com um tubo de aço estrutural. Todos os modelos de formas cúbicas, apresentados pela empresa, levantam duas questões relevantes que se prendem com a sua durabilidade e segurança. Sendo este material um aglomerado de partículas flexíveis, todas as arestas se tornam pontos de menor resistência e fácil deterioração, criando lixo e diminuindo o seu tempo de vida útil. Estas mesmas arestas contrariam o sentido do material e do objecto. Assim, da mesma maneira que se tenta tirar partido do seu amortecimento, formam-se zonas aguçadas causadoras de danos maiores.

Este material, por ser um granulado de partículas flexíveis, funciona melhor com superfícies arredondadas, promovendo o amortecimento e a durabilidade do mesmo.¹⁷



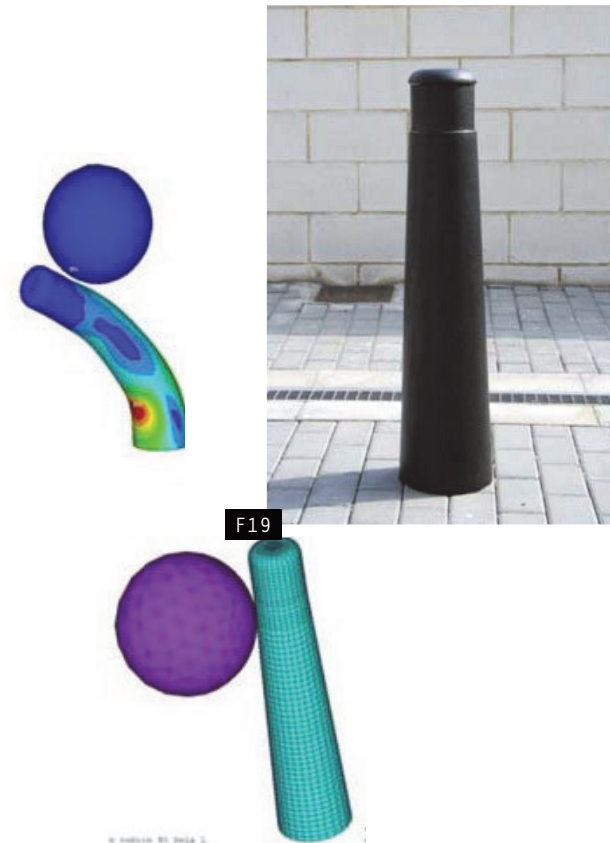
F18

¹⁷ The Rubber Company(2019) The Rubber Company (Consultado em 29/09/2019)
Disponível em: <http://therubbercompany.com/products/bargate-rubber-bollard/>

Eco rubber

Eco Rubber é um projecto piloto europeu que procura o desenvolvimento de um pilarete de rua. Com esse propósito, analisaram o seu potencial enquanto dissuasor de impacto, concluindo que a sua elasticidade, aliada a um núcleo metálico, oferecia a segurança e a diminuição de danos necessárias em relação a um pilarete comum.

Este pilarete específico é fabricado através da injeção do granulado de borracha quente, a alta pressão, para dentro de um molde, criando assim o produto com a consistência necessária. O seu formato cilíndrico sugere maior durabilidade e uma homogeneidade de amortecimento por todo o poste. No artigo da Eco Rubber é referida a possibilidade de se voltar a triturar o granulado de borracha para fazer outro poste com propriedades semelhantes. Deste modo, o produto nunca gera lixo no seu final de vida, sendo transformado em matéria-prima para a produção de outro novo produto. Actualmente este projeto encontra-se a ser desenvolvido na fábrica espanhola Berlá.¹⁸



¹⁸ Interempresas (2011) ECO RUBBER: Crumb recycled rubber as a raw material for new urban furniture products (Consultado em 29/09/2019)
Disponível em: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/59214-ECO-RUBBER-Crumb-recycled-rubber-as-a-raw-material-for-new-urban-furniture-products.html>

Parkingwix

A Parkingwix é uma empresa russa, dedicada ao fabrico de elementos dissuasores em granulado de borracha. Oferecem uma vasta gama de produtos, pilaretes verticais altos e baixos, encorpados, meias esferas, dissuasores com floreiras, entre outras tipologias. Na grande maioria dos produtos, a mistura é feita com granulado no estado natural e granulado pintado de branco, dando uma tonalidade bastante mais clara a todo o elemento, quebrando até um pouco a relação com o pneu. Alguns dos dissuasores contêm no seu interior um poste metálico, que os fixa ao solo, com a particularidade de ser independente do elemento de granulado de borracha, facilitando a substituição sem retirar o poste metálico do chão. Este também é um detalhe técnico importante, para que chegando ao fim de vida, possa ser totalmente reciclado.

Do ponto de vista técnico, o produto oferece fácil manutenção e resistência aliada ao amortecimento. As espessas paredes, proporcionam um bom amortecimento, sendo que a sua pesada presença, poderá tornar-se, um elemento um pouco intrusivo.¹⁹



F20

¹⁹ Parkingwix(2019) Parkingwix (Consultado em 29/09/2019)
Disponível em: https://docs.wixstatic.com/ugd/faeea1_df589ae1467e405f92bd278f2603a428.pdf

Muro Av. Infante D. Henrique

Construído no âmbito da Expo 98, o muro da Avenida Infante D. Henrique foi a principal referência para a criação do pilarete bolha. Este muro construído em cimento, entre a linha de comboio e o passeio, foi desenhado de modo a criar uma sensação de movimento de uma onda. A sua forma dinâmica, ao ser observada por ciclistas e automobilistas, transmite o movimento de uma onda que acompanha quem a observa.



Dissuasor

Em vários locais, espalhados pelas ruas, somos confrontados frequentemente por estes objectos que dividem o passeio da estrada, os peões dos veículos. De aspecto robusto, os pilaretes urbanos desempenham três funções: protegem os peões de qualquer perigo vindo da estrada, impedem o estacionamento e delimitam a faixa de rodagem. Considerando o facto de estarmos perante um elemento urbano, produzido em grandes quantidades, o mesmo deve corresponder a determinados parâmetros, entre eles: o baixo custo de produção, a fácil aplicação, a durabilidade, o bom desempenho e a integração urbana.

Todos os tipo de dissuasores estão legislados e cumprem normas específicas correspondentes a cada tipologia. É o caso dos dissuasores delimitadores de faixa de rodagem, dissuasores para zonas de especial valor patrimonial, dissuasores para hospitais e outros.

No caso dos dissuasores delimitadores de faixa de rodagem, a legislação apresenta ligeiras alterações mediante o município, sendo que estas se baseiam na escolha de cores e formas. No município de Lisboa os dissuasores estão legislados da seguinte forma:

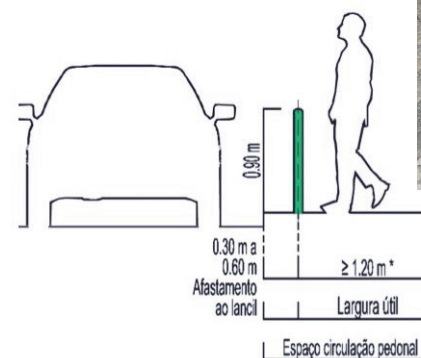
“Os pilaretes correspondem a elementos cuja função é a de assegurar: a proteção e salvaguarda dos espaços de circulação pedonal e dos peões relativamente ao estacionamento abusivo em conjunto com a sinalização horizontal delimitação dos espaços-canal. Na cidade de Lisboa, o modelo de pilarete a adotar deverá corresponder às seguintes características: garantir a resistência a eventuais impactos resultantes da circulação e estacionamento automóvel; possuir uma altura do rebordo superior ao piso de 0,90m; secção constante, tubular, em metal, com diâmetro não inferior a 0,075m; não possuir arestas vivas. Os pilaretes devem ser pintados na cor RAL 6009 – verde, se localizados nas Freguesias de Estrela, Misericórdia, Santa Maria Maior, Santo António e São Vicente, e na cor RAL 7024 – cinzento, se localizados nas restantes Freguesias”²⁰

69

Os dissuasores urbanos devem ter boa integração com o espaço e, por serem um elemento constantemente presente, devem representar segurança, principalmente para os peões. Em momentos em que existe um cruzamento entre uma ciclovia e um passeio, os dissuasores metálicos entram no percurso da ciclovia, tornando-se em elementos de especial perigo.

²⁰ Mobiliário e Equipamento Urbano. Câmara Municipal de Lisboa, Lisboa

Deste modo, considero que arestas e vértices são geometrias a eliminar. Em vez disso, destaco as formas cilíndricas e boleadas na qualidade de superfície de menor dano e maior durabilidade. A escolha do material também requer atenção, submetendo o pilarete às advertências da sua função, percebemos que este objecto pode ser constantemente atingido pelos mais variados objectos. Até então, os materiais escolhidos por questões de resistência e conservação têm sido o ferro fundido ou o tubo de aço de secção circular. Como acabamento, é frequentemente pintado com tinta esmaltada de metal ou tintas de textura ásperas de grande densidade e resistência, como oxiron forja. O aço inox que surge como um material mais caro, sendo o cimento mais barato.



* Pontualmente poderão ser validados troços com uma largura útil inferior ao valor especificado ($\geq 0,90$ m) desde que a extensão do obstáculo seja $\leq 1,20$ m.

Poste Delimitador

O poste delimitador de espaços por meio de um cordel, normalmente observado em museus e hotéis, trata-se de um elemento que possibilita a criação de espaços e corredores, como vedar determinada passagem. Normalmente utilizado em locais mais nobres e de menor fluxo de pessoas, comparativamente com os postes de fita retráctil. É um elemento estável, de formas robustas como o cordel que integra. A sua altura costuma variar entre os 90 e 95 cm. Como é um poste normalmente associado a zonas mais nobres, os acabamentos finais no metal são o aço inox polido ou escovado ou o dourado polido.



F23



IV

74-213

**Descrição
cronológica
do processo
de projecto**

4.1 Investigação inicial

No início deste trabalho teórico-prático tinha em mente desenvolver projectos com resíduos no geral, no entanto sendo uma área bastante explorada tive alguma dificuldade na escolha de um material. Durante a minha pesquisa, familiarizei-me com o conceito de economia circular e desde logo despertou-me interesse, por ser uma alternativa bastante actual e sustentável, fase economia lener. No decorrer do estudo, deparei-me com o granulado de borracha de pneu usado, apesar de já conhecer o processo e os produtos mais fabricados, despertou-me atenção por ser um resíduo com pouca exploração comparativamente a outros materiais mais comuns. Comecei então a estudar o granulado de borracha e perceber como funcionava todo o processo de reciclagem de pneus, desde a sua recolha, a trituração e seu emprego enquanto matéria prima. Perceber a suas limitações e pontos fortes numa produção em massa. Desta maneira, compreender onde e como este material poderia ser aplicado da melhor forma. Com base nos princípios da economia circular, queria intervir no modo como o projecto era produzido, prevendo no seu final de vida uma correta separação de todos os componentes, de forma a haver uma total reciclagem e integração do granulado de borracha

reciclado em novos ciclos de produção. A reciclagem de granulado de borracha usado não é prática comum em Portugal, sendo uma lacuna face aos princípios da economia circular. Este foi também um aspecto que me motivou, como eu poderia reciclar ao máximo o granulado de borracha e inseri-lo corretamente em produtos.

4.2 Definição do programa de projecto

Ao definir o granulado de borracha como matéria prima a trabalhar, comecei a explorar tipologias de produtos e desta forma compreender onde faria sentido aplicar o material. Iniciei alguns projectos como objectos de escritório, no entanto foram perdendo interesse face ao seu desempenho. Sendo objectos pequenos, iria utilizar pequenas quantidades de pneus, e mais, fez-me reflectir sobre a melhor localização deste material. Visto que o granulado de borracha provém de pneus usados é sempre por sim um material sujo e que não é inodoro. Desta forma, relacionei necessariamente o material com o uso externo e em que o contacto com o humano não fosse permanente.

Querendo tirar partido das verdadeiras propriedades de absorção de impacto do material e ao mesmo tempo utilização de grandes quantidades, cheguei a conclusão que os dissuasores seriam uma tipologia interessante de ser abordada.

Estes elementos têm a necessidade de ser produzidos de forma rápida e económica, a sua implementação em grande escala requer elevadas quantidades de material, o seu uso é externo, e neste contexto as suas propriedades seriam importantes para absorção de impactos.

Escolhendo a tipologia, decidi fazer projectos que se enquadrassem na produção da Pneugreen e que

de alguma forma se tornavam mais limitados devido ao equipamento disponível. Resolvi projectar um dissuasor fixo em madeira para exterior, este, era envolvido por uma peça de pavimento de granulado de borracha produzido na pneugreen. Fugindo um pouco a tipologia predominante, desenvolvi também uma variação gráfica multicromática tridimensional para ser aplicada em qualquer pavimento produzido pela empresa. Estes dois projectos tentam enquadrar-se nos processos atuais de produção da pneugreen, no entanto tinha também em mente objectos, actualmente impossíveis de serem produzidos nas mesmas instalações.

Resolvi desenvolver mais dois projectos, um dissuasor fixo para exterior e um pilarete delimitador móvel de cordel para exterior e interior. Estes dois projectos relacionam-se pela necessidade de utilização de moldes específicos para obter volumes de maiores dimensões. Para o dissuasor de exterior, queria reproduzir uma ilusão óptica, utilizando um conjunto de seis diferentes dissuasores, cada um com uma forma em que num todo reproduziam uma sequência de um movimento. O movimento pretendido, simulava uma bola a subir e a descer por dentro dos dissuasores, ao ser observada em movimento. Para perceber o seu funcionamento numa primeira abordagem, resolvi aplicar a sequência dentro de um zootrópo, este instrumento permitiu-me observar o movimento pré-estabelecido.



F24

VÍDEO DE UM ZOOTRÓPO
SIMULAÇÃO DO PROJECTO
PILARETE BOLHA



F25

ZOOTRÓPO
SIMULAÇÃO DO PROJECTO
PILARETE BOLHA

Numa segunda abordagem que me desse mais certezas do seu funcionamento enquanto sequência, decidi fazer uma simulação à escala real. Reproduzi 100 circunferências com 130mm de diâmetro, pintei-as de preto, e apliquei-as com a mesma métrica em pilaretes de madeira ao longo de uma estrada, com uma diferença de 112 mm entre as circunferências. Ao circular de carro ao longo da estrada, pude observar o seu movimento e confirmar a ilusão óptica. Na perspectiva do condutor, sem perder o foco da condução, é possível ter uma percepção periférica do movimento, já os passageiros, conseguem disfrutar com mais detalhe de toda a sequência. O pilarete delimitador, serve para delimitar espaços através de um cordel, como impedir passagem ou criação de corredores. Aproveitando a necessidade de uma base pesada para estes objecto, o granulado de borracha surge como um material que confere esta particularidade às suas peças, devido à sua densidade.

F27
VÍDEO
SIMULAÇÃO DA ILUSÃO
DE ÓPTICA



83

F26
VÍDEO
SIMULAÇÃO DA ILUSÃO
DE ÓPTICA



4.3 Desenvolvimento de projecto



F28

85

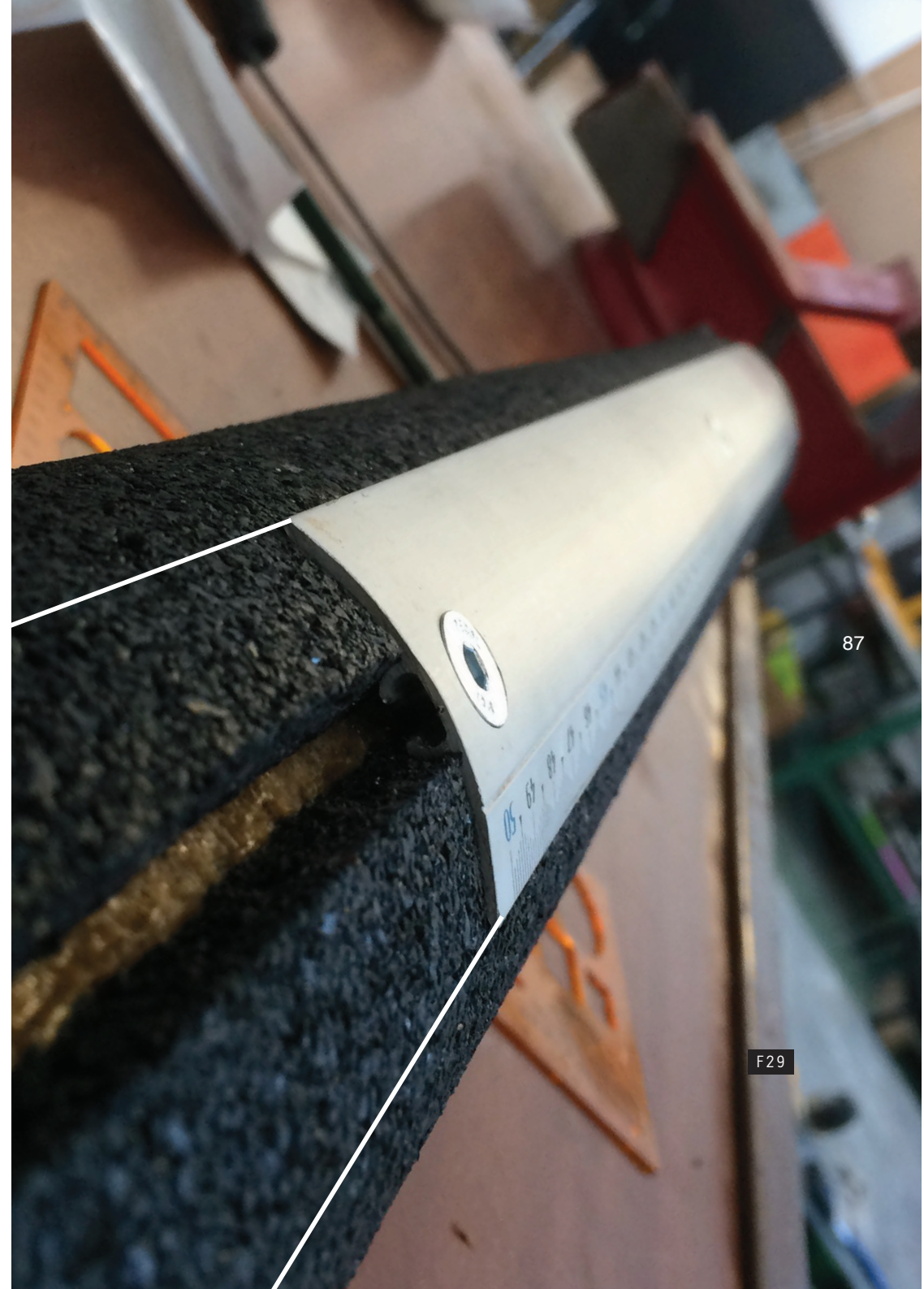
4.3.1 Projectos

Pilarete Madeira

O primeiro projecto surgiu de forma bastante intuitiva. Com base nos materiais e nas ferramentas que tinha disponíveis, procurei produzir um pilarete plausível de ser fabricado nas instalações da Pneu Green. Considerando que a empresa apenas está preparada para a produção de pavimento de granulado de borracha, utilizei o próprio pavimento como matéria-prima.

O meu objectivo passava pela produção de um pilarete barato, fácil de executar, totalmente reciclável e de bom desempenho, nas condições previstas. Assim, com base nos pilaretes de madeira tratada – frequentemente utilizados em estacionamentos de zonas não urbanas como é caso dos centros hípicas, campos de golf e parques naturais –, revesti um destes pilaretes com um pedaço de pavimento de granulado de borracha. Desta forma, pude obter um pilarete de madeira com uma protecção extra contra intempéries, como também pude verificar a capacidade de absorção de pequenos impactos, tanto de carros como de pessoas.

Para envolver e colar o pavimento de granulado de borracha em volta do pilarete de madeira, tive de criar um suporte para facilitar o processo. Apesar da maleabilidade do material, enrolar e colar uma peça de 1m de altura num poste com 60mm de diâmetro oferece alguma resistência.

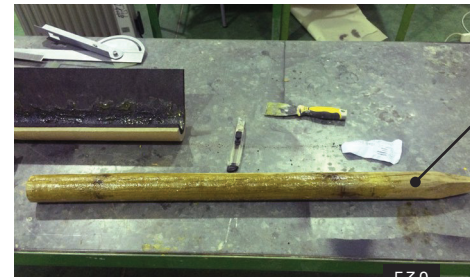


Além de ser um processo difícil, não tem estabilidade para que a cola complete o seu processo de cura sem que o pavimento volte a descolar.

Somando o diâmetro do pilarete de madeira à espessura do pavimento de granulado de borracha, obtive um diâmetro total de 70mm, o mesmo diâmetro do interior dos tubos de cartão utilizados para enrolar filme de embalagem industrial.

Ao aperceber-me desta coincidência, desenvolvi uma ferramenta para me ajudar a colar o pavimento ao poste de madeira. Não tendo um tubo de cartão com a altura necessária, cortei longitudinalmente o tubo e separei em dois e criei uma meia cana com o dobro da altura original. Este sistema permitia-me colar uma metade de cada vez, aplicando pressão homogeneamente por toda a superfície colada. Em vez de colar todo o pavimento, de uma só vez, no poste de madeira, optei por colar o poste em duas fases – visto que me oferecia maior estabilidade ao colar o pavimento com precisão.

No decorrer do processo, aplicava cola de contacto em metade do poste e em metade do pavimento. Posteriormente, colocava meio poste dentro de duas metades de tubo de cartão. Quando o poste encaixava no interior do tubo de cartão, enrolava fitas de pressão em torno do poste e no tubo, esmagando toda a superfície de madeira e o pavimento contra o interior do tubo de cartão. Estando metade do poste colado, aplicava cola na última metade e repetia tudo até finalizar a colagem do poste.



aplicação de cola de contacto no pilarete de madeira

F30

PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO PILARETE DE MADEIRA



utilização de duas metades de um tubo de cartão para pressionar a peça durante o processo colagem

Este processo resultou com sucesso, deixando toda a superfície do pavimento bem colada ao poste de madeira. Ao contornar o poste com o pavimento, não consegui que a junta entre o material ficasse perfeita e, mesmo que ficasse, seria sempre um ponto de fragilidade do poste, permitindo uma fácil descolagem em casos de vandalismo ou de contrações indesejadas do material.

De forma a impedir este problema, resolvi aplicar um perfil de alumínio com 1,5mm de espessura, aparafusado à madeira, contrariando assim a tendência natural do material descolar.

O perfil de alumínio extrudido mostrou-se bastante vantajoso, na medida em que a sua oxidação é menos notória e deteriorante que a do ferro, aumentando a sua durabilidade. O perfil de alumínio, ao ser aparafusado à madeira, pressiona o granulado contra a mesma, mas apenas nos locais onde leva o parafuso, sendo que nos restantes espaços cria pequenas elevações. Estas elevações não aparentam pôr em causa a colagem do pavimento, mas este não é, notoriamente, um acabamento adequado, visto que essa irregularidade pode ser um ponto de futuros problemas.

Para colmatar o problema, seria necessário a mesma configuração de perfil, mas com uma maior espessura. Das várias pesquisas feitas, não foi possível encontrar a mesma configuração em qualquer outra medida, vendo-me assim obrigado a tentar produzir o perfil.

Optei por fazer a experiência com um tubo de aço de 80mm de diâmetro e com uma rebarbadora cortei um perfil semelhante ao de alumínio. Devido ao processo de fabricação do tubo, em que enrolam uma chapa, fazendo uma soldadura a todo o comprimento, a tendência do tubo é abrir, e ao cortar o perfil, este mesmo ficou totalmente empenado. Ainda tentei resolver o empeno, retificando-o na fresadora, no entanto o processo mostrou-se muito demorado e tendencialmente ineficaz. Desta forma, optei por manter o anterior perfil de alumínio como exemplificação. Caso não haja disponível no mercado um perfil de alumínio com as características pretendidas, será necessário a produção de um perfil de alumínio adequado ao pilarete, de modo a obter o resultado pretendido.

Para finalizar o poste, foi necessário desenvolver um topo para o pilarete, de forma a não deixar a madeira exposta e por consequente aumentar a sua longevidade e segurança. Tive a necessidade de criar um molde de pequenas dimensões, para conformar um topo com o mesmo diâmetro do poste. Optei por fazer a experiência produzindo um molde em faiança numa roda de oleiro.

Para perceber o seu comportamento, fiz a conformação do granulado de borracha num molde sem estar cozido. Como tal, não poderia exercer



F31

MOLDE EM FAIANÇA PARA
A EXECUÇÃO DO TOPO
DO PILARETE



muita pressão, correndo o risco de partir o molde. Ao não exercer pressão, a peça resultante do molde fica menos uniforme, deixa mais grão exposto e menos rijo também. Utilizando um molde em faiança crua dispensa-se a utilização de desmoldante, pois o próprio pó da cerâmica já faz o mesmo efeito. Desta forma, durante o processo de cura, a resina absorve pequenas partículas de cerâmica que estão em contacto com a resina e o granulado. Estas ficam impregnadas nas faces dos grãos que estão em contacto com o molde, passando uma tonalidade cinzenta para o granulado.

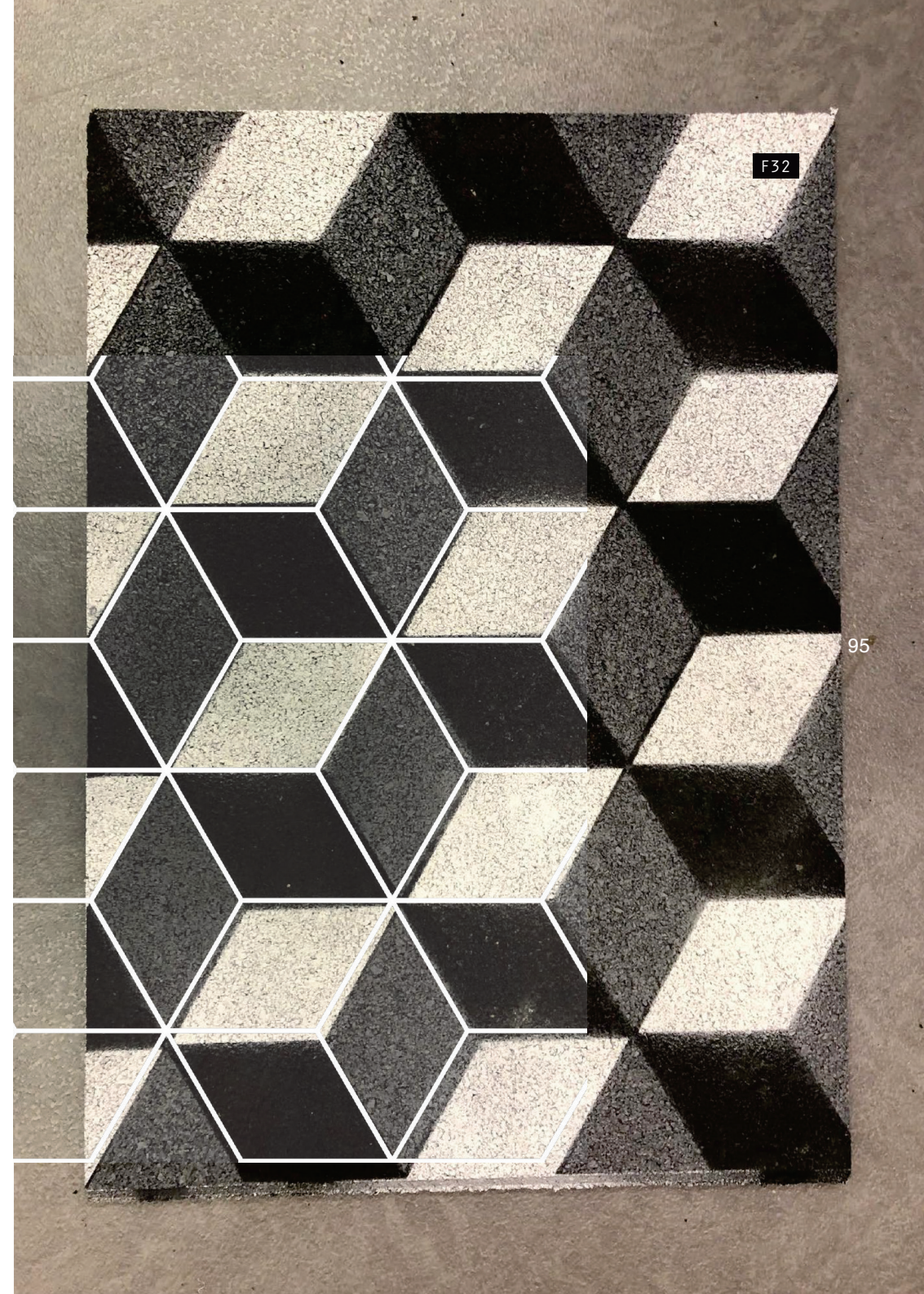
Pavimento³

Este projecto surge como um revivalismo de um padrão geométrico, aplicado no mosaico hidráulico, criado na segunda metade do séc.XIX. O seu padrão tridimensional, aplicado com três cores, confere ao pavimento uma dinâmica bastante interessante. Esta dinâmica não se constata normalmente nos pavimentos de granulado de borracha, revelando-a por isso um bom elemento para uma simbiose.

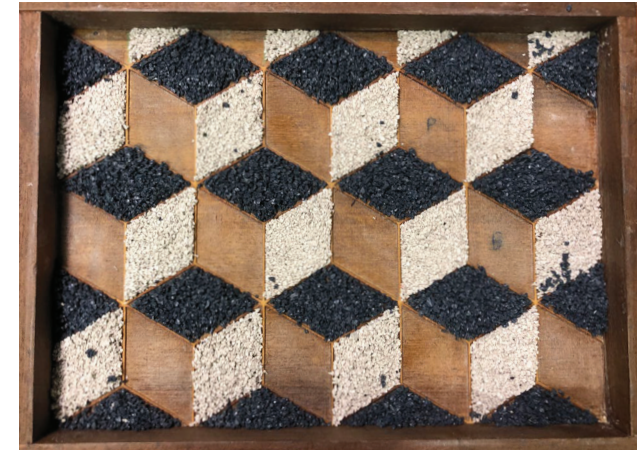
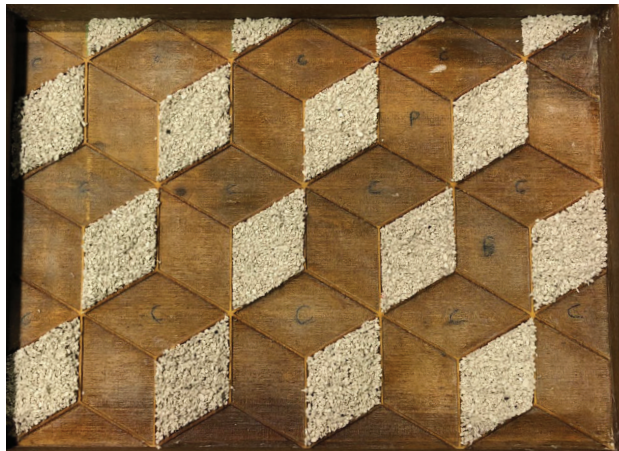
O padrão tridimensional de cubos sobrepostos é uma memória forte que tenho de casas antigas e que sempre me fascinou. Por isso a minha escolha foi imediata.

Para o primeiro protótipo, reproduzi o padrão sobre um pequeno retalho de pavimento de granulado de borracha, optando por 3 cores (branco, cinzento e preto) sendo que o preto já é a cor original do material. Cortei duas máscaras com as respectivas formas e apliquei o branco e o cinzento com tinta de spray.

Ao obter um resultado satisfatório, decidi fazer um molde para o pavimento em contraplacado.



Através de baixos-relevos de 2mm, feitos a laser, resultaram concavidades para colocar o granulado com diferentes cores, fazendo assim o padrão estabelecido. Deste modo, coloquei numa das concavidades granulado branco, na outra concavidade granulado cinzento e na última concavidade granulado preto. Por cima de todos os granulados fiz uma última camada de granulado preto, para servir de base do pavimento. O resultado foi satisfatório, aproximando-se do produto final.



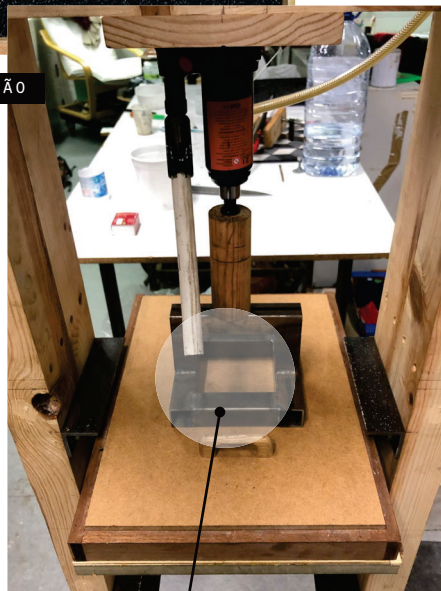
F33

CONJUNTO DE TRÊS FOTOGRAFIAS QUE REPRESENTAM O PROCESSO DE CONFORMAÇÃO DO PAVIMENTO⁵



colocação da última camada de granulado de borracha (base do pavimento)

F34
PROCESSO DE CONFORMAÇÃO DO PAVIMENTO



peça metálica aplicada para a distribuição de força sobre a tampa do molde



F35
EXEMPLOS DE DOIS MODELOS DE PAVIMENTO SOBRE O MOLDE



Prensa

Para alguns dos projectos, houve a necessidade de construir uma prensa hidráulica para ajudar a conformar o granulado de borracha. Esta ferramenta possibilita prensar o granulado de borracha com força, estabilidade e sensibilidade em qualquer molde, desenvolvido neste trabalho.

Decidi utilizar a madeira de pinho nacional como estrutura da prensa. A escolha por este material deve-se ao facto de oferecer a resistência necessária, leveza e baixo custo.

Decidi construir dois aros em barrote de pinho com 60mm x 90mm, ligados entre si com parafusos de 120mm x 6mm.

Seguidamente, uni os dois aros com chapas metálicas, de forma a ter uma prensa com uma base de maior dimensão e uma estrutura de maior resistência.

Devido às suas dimensões (1600mm x 553mm x 185mm), apliquei uns pés amovíveis para uma maior estabilidade. Para obter pressão, apliquei um macaco hidráulico de duas toneladas. Este mesmo macaco é utilizado normalmente para elevar carros e apenas funciona numa posição, não sendo possível trabalhar com ele virado ao contrário. Quando o macaco hidráulico comum está ao contrário, o óleo deixa de passar pelos orifícios que fazem o seu bombeamento, tornando-se necessário aplicar um reservatório extra para que o macaco contenha sempre óleo em todo o circuito. Como tal, fiz a devida alteração de modo a



aplicar o macaco correctamente.
Finalmente, para poder utilizar com facilidade moldes de diferentes tamanhos, apliquei segmentos de cantoneira de aço (45x45x5) ao longo da prensa. Desta forma, com uma base de madeira sobre as cantoneiras é possível estabelecer várias alturas, mediante a medida do molde.



Pilarete Bolha

O Pilarete Bolha surge como um conjunto de elementos dissuasores de exterior, para evitar estacionamento indevido e colisões com peões. Este conjunto composto por seis modelos de pilaretes, tem o objectivo de criar uma ilusão óptica, ao serem observados em andamento. A alteração da silhueta dos pilaretes sugere o movimento de uma bola, como se esta circulasse no interior dos pilaretes, alertando o condutor para uma barreira física e o excesso de velocidade.

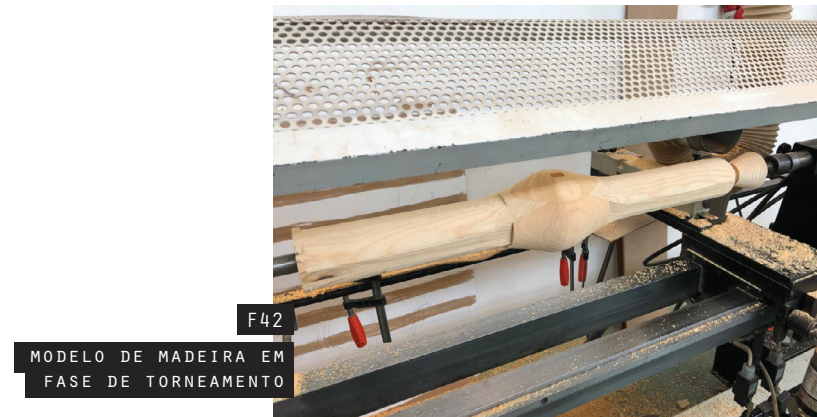
Estes pilaretes foram desenvolvidos como um conjunto, ordenados numa sequência pré-definida, a fim de proporcionar uma ilusão óptica. A utilização de um menor número de pilaretes ou da implementação de um só modelo poderá alterar ou até mesmo eliminar o efeito pretendido.

Para o desenvolvimento deste projecto, fiz alguns desenhos técnicos impressos em papel, à escala real, até chegar à forma pretendida.

Dos seis modelos desenhados, tinha de optar por um para produzir o protótipo e compreender a sua conformação e desempenho. Optei por escolher o último modelo, em que a bola está mais alta, por me parecer o pilarete que melhor podia funcionar isoladamente.



Para este pilarete teria de construir um molde com capacidade para conformar alguns modelos de teste, com o máximo de proximidade estética e técnica do producto final. Comecei por torneiar um dos modelos no torno de madeira, com duas medidas diferentes. Como tal, obtive dois pilaretes à escala real, o que me permitiu compreender qual se adequava melhor à função.



1. O primeiro pilarete foi produzido com uma altura de 750mm e com 60mm de diâmetro, o segundo pilarete foi construído com 900mm de altura e um diâmetro de 67mm. Optei por escolher o segundo pilarete, com 900 mm. Tendo em mão o modelo final torneado em madeira, comecei a preparar o molde para poder reproduzir o mesmo em granulado de borracha.

2. Decidi utilizar resina acrílica com fibra de vidro e betão estrutural. Foi escolhida a resina acrílica, uma vez que era a opção menos nociva e menos difícil de trabalhar em relação à resina epóxi ou de poliuretano. A fibra de vidro serviu como estrutura a todo o molde de resina.

Para produzir o molde, dividi longitudinalmente o pilarete de madeira com uma placa de mdf, de modo a poder fazer exactamente um molde de metade do pilarete.

De maneira a que a resina acrílica não agarrasse o



MODELOS DE MADEIRA



molde, utilizei um desmoldante com base de petróleo, utilizado na indústria náutica, para a construção de cascos em fibra de vidro com moldes em madeira. Apliquei cinco camadas de desmoldante, com intervalos de 1 hora, fazendo com que toda a superfície de madeira absorvesse o material. Em seguida, pincelei uma primeira camada de resina acrílica sobre a metade do pilarete de madeira, de modo a criar uma primeira superfície com todos os detalhes e, no momento a seguir, antes que a resina começasse totalmente a secar, apliquei a fibra de vidro. Repeti este processo três vezes, até obter uma



camada com cerca de 8mm, que me permitia retirar o molde do modelo de madeira sem partir a resina acrílica. Senti que o desmoldante foi vital para retirar o modelo do molde, no entanto, o processo ainda ofereceu dificuldades, devido ao facto de se tratar de dois materiais pouco ou nada flexíveis.

Para a produção da outra metade, coloquei o modelo de madeira dentro da primeira metade do molde já feita de modo a reproduzi-la.

Desta forma teria a certeza que as duas metades ligariam convenientemente. Apesar dos moldes de resina acrílica terem alguma resistência, não tinham a suficiente para aguentar uma conformação sob pressão sem começar a deformar.

Para evitar esse problema optei por fazer uma base em cimento estrutural com gravilha.

O betão estrutural foi a maneira mais fácil e económica que encontrei para conseguir fazer uma base sólida, que evitasse qualquer torção ou desintegração do molde de resina acrílica.

Construí uma cofragem e coloquei uma das metades do molde com a abertura para baixo, preenchendo a zona de trás do molde com cimento; desta forma teria a certeza de que toda a base do interior do molde estaria a ser homogeneamente apoiada por um material resistente.

Repeti o mesmo processo para obter a outra metade



F47

APLICAÇÃO DE BETÃO
ESTRUTURAL PARA
REFORÇAR O MOLDE





F48

DUAS METADE DO MOLDE
DO PILARETE BOLHA

do molde.

Contudo, no primeiro enchimento de granulado de borracha no molde optei por experimentar encher apenas uma metade do molde. Nessa primeira experiência rapidamente conclui que o pilarete obrigatoriamente necessitaria de um elemento no seu interior, que lhe desse rigidez suficiente para desempenhar a sua função. Obrigando-me a repensar num material estrutural para o interior do pilarete.



F49

TUBO METÁLICO
ESTRUTURAL
NO INTERIOR DO PILARETE

3. O teste seguinte foi feito já com os dois moldes. No entanto, apenas com uma metade com resina e outra já com cimento. Nesta experiência seguinte percebemos que o tubo metálico de 50 mm, previsto para o interior do pilarete, seria demasiado grande, deixando o pilarete, nas zonas mais finas, com apenas uma camada de 10 mm de granulado de borracha. Concluimos também que a boca de enchimento de 50mm era bastante pequena, dificultando o enchimento do molde com granulado de borracha. Para tal rectifiquei os dois moldes, aumentado a boca de enchimento até ao diâmetro total do pilarete. Até então todos os enchimentos tinham sido comprimidos apenas à mão, sendo que o segundo teste acabou mesmo por partir, por falta de consistência.



4. A partir do terceiro teste, todos os pilaretes foram conformados não só com os dois moldes acabados e com a boca de enchimento rectificadas, como também com o elemento metálico no seu interior.

Para o interior, optei por um tubo metálico de 1000 x 33 x 2mm.

Para conseguir dar pressão dentro do molde, já com o elemento metálico no seu interior, construí uma ferramenta que pressionava todo o granulado de borracha em volta do tubo, deixando por sua vez o tubo estrutural estático. Esta ferramenta consistia num tubo metálico de 42mm com uma anilha soldada na ponta, que permitia comprimir tudo à volta, deixando o tubo estrutural correr dentro da ferramenta para a prensagem. Esta peça era aplicada na prensa e utilizada quando todo o molde estava cheio, de modo a dar a pressão final.

5. Neste teste e no seguinte, cheguei à conclusão que precisaria de uma peça que comprimisse uniformemente o granulado desde o início e não só no final, e que, ao mesmo tempo, centrasse o tubo estrutural dentro do molde.

Nos dois testes anteriores, o desvio do tubo estrutural foi de tal ordem que chegou a perfurar o pilarete e danificar o interior do molde.

Para resolver a situação, construí outra ferramenta similar à da prensa, mas com um comprimento de 1000mm.

F52

FERRAMENTA UTILIZADA
PARA AUXILIAR A PRENSAGEM
DO MOLDE



F53

PREFURAÇÃO DO PILARETE
PELO TUBO ESTRUTURAL



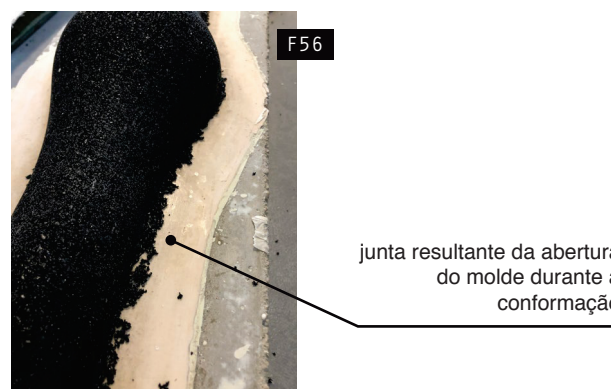
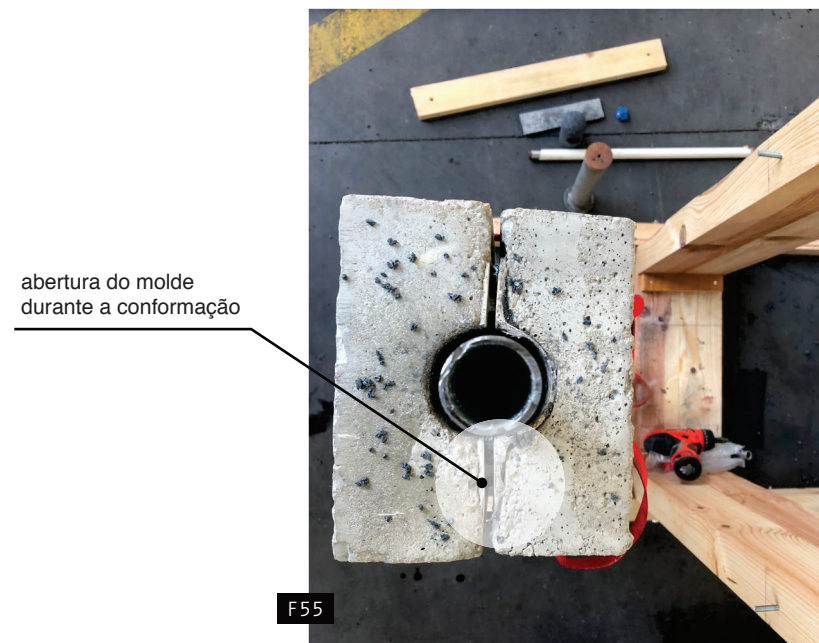
F54

FERRAMENTA PARA PRENSAGEM
MANUAL AO LONGO
DO ENCHIMENTO



Percebi também que as fitas de pressão que ligavam um molde ao outro, impedindo a sua abertura, cediam no momento em que o macaco hidráulico aplicava pressão, sendo necessário substituir estas mesmas fitas por fitas de pressão com um sistema que impedisse a abertura da mesma. Estes dois testes ficaram com a junta bastante visível, devido à abertura do molde durante a conformação. Nos mesmos testes, tive também a oportunidade de fazer a conformação com um granulado mais grosso com pigmento cinzento. Este granulado fez o pilarete ficar com um pouco mais de capacidade de absorção de impacto, mas com uma superfície menos resistente; tendo um grão maior a superfície fica menos homogênea, podendo ser mais fácil a sua desintegração com o tempo.

6. O quinto teste foi o primeiro pilarete a sair com capacidade de desempenhar a sua função. O tubo estrutural ficou completamente centrado e todo o pilarete apresentava uma consistência homogênea e com boa densidade. O tubo estrutural, ficou bastante bem integrado, fazendo dos dois elementos um só e adquirindo a resistência necessária.



7. Neste teste, a diferença entre os dois pilaretes produzidos residiu no material utilizado para o tubo estrutural: num dos pilaretes, utilizei um tubo maciço de plástico reciclado produzido na Extruplas. A medida mínima de tubos maciço de plásticos produzidos é de 47 mm, sendo que eu precisaria de 33 mm. Assim, utilizei um torno de metal para rectificar o tubo, até chegar à medida pretendida. Este tubo de plástico, em teoria, permite que todo o pilarete tenha alguma maleabilidade sem correr o risco de partir. No entanto, este mesmo tubo de plástico tinha muitas bolhas no seu interior, tornando todo o elemento mais frágil. Num teste de resistência, o tubo acabou por partir, não correspondendo aos requisitos necessários.



8. Nos testes seguintes consegui contornar todos os problemas, deixando todo o pilarete com resistência e com o tubo metálico centrado. Fiz também uma experiência com 4 tipos de granulado de borracha reciclado. Foram inseridos 5kg de granulado preto e cinzento, já conformado mas nunca utilizado, e 10kg de granulado verde e vermelho, já conformado e utilizado até ao seu limite. Os últimos 10kg de granulado usados apresentavam uma consistência mais dura que os primeiros 5kg de granulado devido a sua anterior utilização. Este modelo, ficou mais rijo do que todos os outros modelos anteriores. Como na sua mistura foi inserido granulado triturado duas vezes, a percentagem de cola aumenta, resultando um modelo mais rijo. Apesar de não terem sido feitos mais teste, prevê-se que, quantos mais ciclos de conformação e trituração houverem, mais a rigidez do material vai aumentando. A mistura das quatro cores teve um resultado bastante positivo, criando um dinamismo cromático interessante.



F58
AMOSTRAS DE PAVIMENTO
RECICLADO TRITURADO



F59
PILARETE FEITO COM
PAVIMENTO RECICLADO



F60
PROCESSO DE CONFORMAÇÃO
DO PILARETE

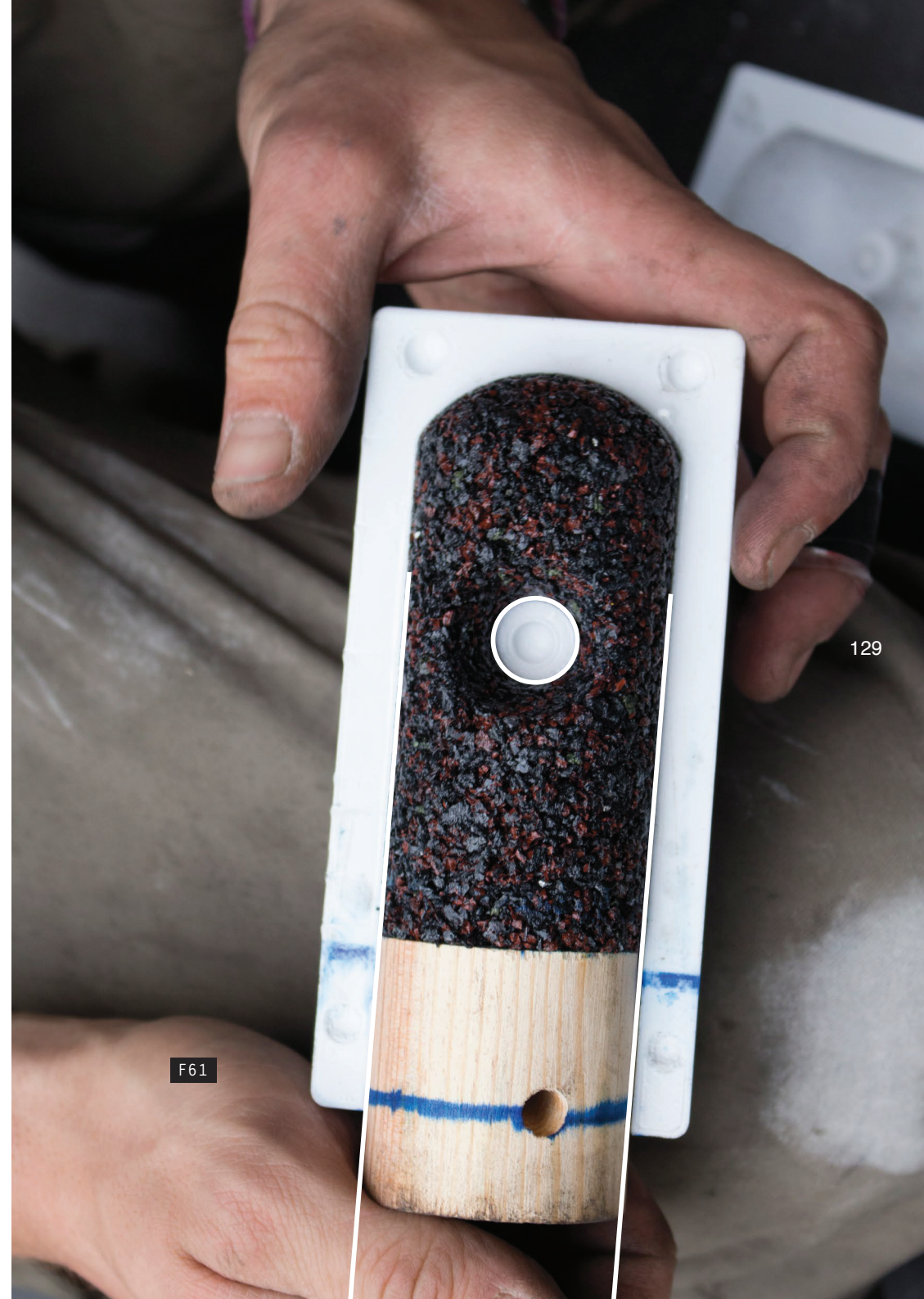
Pilarete Delimitador

O poste delimitador, previsto para a delimitação de espaços ou para a criação de corredores de passagem, é utilizado em cinemas, museus ou teatros. O seu funcionamento foi pensado tanto em separado como em conjunto. No seu topo, a passagem de um fio, de um lado ao outro, permite a delimitação de espaços. Este mesmo fio apresenta, na sua ponta, um terminal que contém um ímã que permite a sua fixação ao outro terminal ou a um elemento metálico.

1. Para a produção do primeiro protótipo, dividi o poste em cinco partes: topo, cabeça, terminais, poste e base.

Por ser importante desenvolver um protótipo que se assemelhasse ao produto final, numa primeira fase procurei aplicar granulado de borracha onde conseguia (topo e base). As restantes partes foram mais difíceis e foram desenvolvidas em PLA, através de uma impressão 3D (cabeça do poste e os seus terminais) e madeira torneada (poste).

Para definição do diâmetro da cabeça, que iria corresponder ao mesmo diâmetro do restante poste, tinha considerado uma medida menor que a média, tendo determinado os 50mm como limite máximo de diâmetro.



F61

Antes de imprimir a cabeça do poste, teria de encontrar um molde para fazer o topo e, felizmente, deparei-me com uma comum bola de ténis, cujo o interior tem um diâmetro de 55mm aproximadamente.

De modo a obter a correcta medida, cortei a bola de ténis, um pouco abaixo do meio, até obter a de 50mm de diâmetro. Preenchi também a metade pretendida com granulado de borracha para obter um topo adequado ao protótipo. Este molde emborrachado teve um comportamento bastante positivo, tirando partido da sua maleabilidade e apenas aplicando sabão como desmoldante.

Foi possível extrair a peça do molde com muita facilidade, deixando um acabamento homogéneo da superfície e uma boa consistência. Mesmo sendo um molde rudimentar e com pouca aplicação de pressão no granulado de borracha, os resultados foram bastante satisfatórios.



F62

MOLDE FEITO DE
UMA BOLA DE TÊNIS
PARA A CONFORMAÇÃO DO TOPO



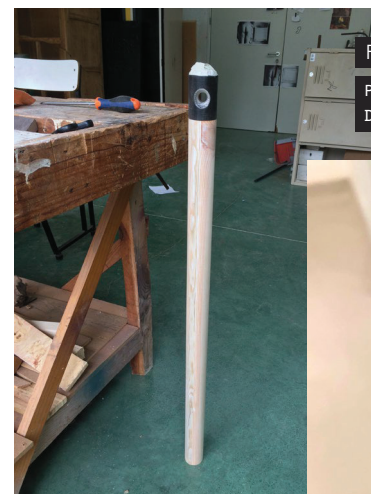
F63

MODELO DE CABAÇA PRODUZIDO
EM IMPRESSÃO 3D (PLA)

Para produzir o poste, tornei um barrote de pinho com 50mm de diâmetro de modo a simular o granulado pinte o poste de preto mate.

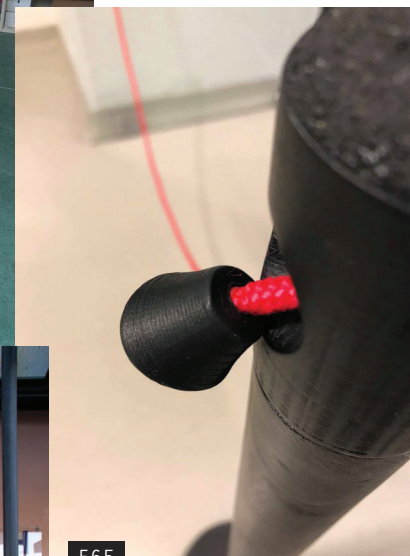
A primeira base criada para o poste foi uma circunferência de madeira com 215mm de diâmetro, revestida com pavimento de granulado de borracha. Este primeiro protótipo proporcionou-me algumas noções gerais do aspecto e comportamento do objecto. O topo em granulado de borracha aproximou o protótipo do aspecto final, já a base revelou-se bastante leve, até com falta de sustentabilidade para aguentar a dimensão do pilarete, em situações de embate ou puxões. Estes problemas foram tidos em conta na produção do seguinte protótipo, para assim se obter um poste o mais aproximado do produto final.

2. O protótipo seguinte foi construído com recurso a três moldes independentes. Por motivos de execução, cada um foi construído de sua forma específica. Estes moldes dividiram-se devido à base ser uma peça independente; por o topo do pilarete necessitar de um molde próprio, mais detalhado e por o poste do pilarete necessitar também de um molde próprio. Para tal, desenhei uma nova cabeça já rectificada para o poste, com o topo mais enquadrado. Posteriormente desenhei também o seu molde para imprimir em 3D (PLA) e, de facto, o molde em PLA da cabeça/topo apresentou um excelente resultado, revelando total resistência face à pressão exercida. Gerou-se uma peça



F64

PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO MODELO



F65

PONTEIRA EM PLA



F66

UTILIZAÇÃO DO MODELO EM CONTEXTO

homogênea e com o nível de consistência desejado, as normais marcas deixadas pela impressão 3D, fruto da deposição de material, foram imperceptíveis no modelo de granulado de borracha gerado. A primeira experiência com o molde de PLA foi feita nas instalações da Pneu Green com um granulado de 2.40mm - 6.30mm de cor cinzenta e o resultado foi o desejado. Além da qualidade do modelo, a extracção do modelo do interior do molde não ofereceu qualquer dificuldade. Posteriormente, nas instalações da ESAD. CR, voltei a realizar a conformação da cabeça/topo, mas desta vez com um granulado mais fino. No entanto, devido ao excesso de resina na mistura, o modelo acabou por colar dentro do molde, não sendo de todo possível a sua extracção sem danificar o molde e o modelo.



3. Voltei a refazer o molde em impressão 3D, mas com PETG, por motivos de compatibilidade com a impressora e de modo a testar outro material, percebendo o seu comportamento. Este molde teve uma pequena alteração, passando de 50 mm de diâmetro para 47mm, de modo a se ligar com o molde do tubo. O molde em PETG também se mostrou com qualidade suficiente para ser submetido às pressões necessárias.

O molde dos terminais também foi impresso em PETG. Apesar dos terminais serem peças cónicas bastante pequenas, com cerca de 20 mm de diâmetro e de altura, conformaram-se bastante bem: com boa consistência e detalhe.

Para a conformação do poste, decidi utilizar um tubo comum de canalização, com 47 mm de diâmetro. Este tubo surgiu como molde adequado devido à sua resistência e paredes interiores sem rugosidades, permitindo uma conformação sem deformações, com uma fácil extracção na prensa, sendo também o tubo com diâmetro mais aproximado de 50mm.

A primeira experiência não correu como o desejado por dois motivos. Primeiro, durante o enchimento do molde, que tem de ser feito num período máximo de 15 minutos devido à secagem do granulado, houve alguma precipitação na colocação do material, criando uma bolha de ar, o que impediu a correcta deposição do granulado de borracha no molde.

No final do enchimento do molde, exagerei na pressão



exercida pela prensa sobre o tubo, o que fez com que o granulado secasse com muita pressão no seu interior. No momento da extração, a bolha de ar fez com que o poste se dividisse em dois, soltando-se do molde um segmento de poste com pouca consistência, deixando no seu interior outro segmento de poste, impossível de extrair. Para fazer a extração, vi-me obrigado a cortar o tubo ao meio, reparando então que este segmento tinha sido excessivamente prensado, devido à sua consistência bastante mais dura.

Na tentativa de fazer uma extração mais eficaz, ainda pensei em dividir longitudinalmente o tubo ao meio. Contudo, mesmo que o fizesse com um disco de 1mm de espessura, ao fazer dois cortes, iria tirar 2mm. O poste cilíndrico deixaria de ter um diâmetro circular, não coincidindo com o modelo extraído do molde de impressão 3D. Para além destes problemas, os dois segmentos de poste mostraram-se demasiado maleáveis, não sendo possível mantê-los hirtos.



F71

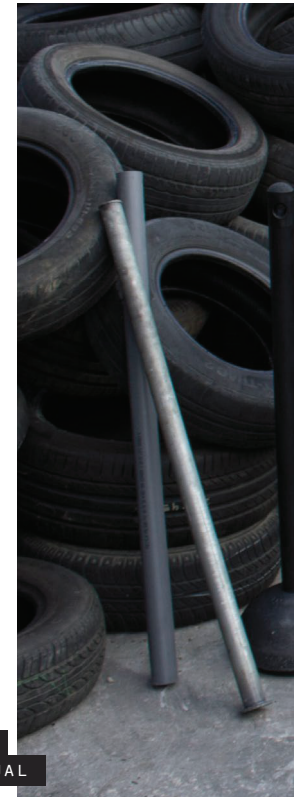
AUSÊNCIA DE RESISTÊNCIA
POR FALTA DE TUBO
ESTRUTURAL

4. Na experiência seguinte, voltei a repetir o processo, fazendo algumas alterações: na preparação do molde de tubo, coloquei mais desmoldante no seu interior, para uma conformação mais controlada; construí uma ferramenta, que me permitia, ao longo do enchimento, comprimir manualmente o granulado, garantindo uma correcta deposição. No final apenas pressionei levemente o tubo, até poder fechar o molde com uma tampa de madeira.

Neste molde, foi inserido um tubo estrutural de secção circular de 19mm. Para o manter centrado durante a conformação, fiz uma tampa de madeira com um orifício de 19mm no centro; esta tampa foi colocada no fundo do molde. A tampa evitava a saída de granulado, assim como mantinha o tubo centrado. Ao colocar o granulado até ao topo, mantendo sempre o tubo no centro, coloquei também outra tampa de madeira, que posteriormente era empurrada pela prensa, até ser possível fechar o molde com parafusos. Esta experiência correu melhor do que a anterior, mas não foi totalmente satisfatória. O problema da bolsa de ar persistiu, dividindo o poste em dois, no entanto, foi possível extrair do molde um modelo com boa consistência. O tubo colocado no seu interior resolveu o problema de falta de resistência.

F72

FERRAMENTA PARA
PRENSAGEM MANUAL



5. Na experiência que se sucedeu, repeti todo o processo anterior. Para que não houvesse bolhas de ar, fui enchendo o molde com menos granulado de cada vez e calcando-o várias vezes ao longo do processo. Desta forma, consegui chegar a um cilindro completamente uniforme e compacto.

Para resolver o problema da instabilidade da base, decidi aumentar um pouco o diâmetro de 215 para 250mm, como também aumentei todo o seu volume, tornando a base uma semi-esfera de 250mm de diâmetro. Para fazer o molde da semiesfera, recorri a uma semiesfera em espuma de poliestireno. Em primeiro lugar revesti a semiesfera com três camadas de cimento e gaze, de modo a obter resistência. Ao secar o cimento, extraí a semi-esfera de espuma de poliestireno, e fiquei com o molde em cimento, no entanto precisava de fazer uma boca de enchimento com 50mm de altura. Para tal, construí-a em PVC e tapei-a no topo com outra circunferência de PVC, evitando que, na seguinte fase, entrasse cimento para dentro do molde. Como ainda tinha um molde frágil e irregular em todo o seu contorno, construí uma cofragem e voltei a fazer um enchimento em volta deste molde com cimento estrutural e gravilha, de modo a ter resistência durante a compressão e estabilidade. Para que o poste pudesse entrar dentro da base, torneei um cilindro de 47 mm e aparafusei-o ao centro do molde, de forma a conformar a peça com

um buraco no meio onde pudesse entrar o poste. Após a primeira experiência, percebeu-se que o cilindro de 47mm de diâmetro fazia pouca pressão em torno do poste, não sendo possível agarrar somente o poste, sem a base cair.



F73

CONFORMAÇÃO
DO POSTE



F74

PROCESSO
DE CONSTRUÇÃO
DO MOLDE



F75

CONSTRUÇÃO
DA BOCA DE ENCHIMENTO EM PVC



F76

MOLDE
EM BETÃO ESTRUTURAL

6. Ao retificar o cilindro para 45mm, o problema ficou resolvido. Este molde tem uma tampa com um buraco no meio, onde passa o cilindro torneado e uma estrutura metálica independente, que permite à prensa empurrar a tampa sem tocar no cilindro central, neste caso tendo 50mm extra para poder pressionar até chegar ao início da semiesfera. Este molde também teve um bom desempenho, resultando numa base com consistência e peso suficiente para o poste. Devido à tampa ter alguma folga, algum granulado saiu pelas laterais, deixando um mau acabamento no fundo da base.

7. Para a retificação da base, voltei a refazer a tampa, para que tivesse um melhor acabamento. Das várias experiências feitas na conformação, compreendeu-se que o molde da base teria de ser cheio até ao topo, 50mm acima da cota da base, para que se obtivesse uma boa consistência. Ao estar prensada ao máximo, a consistência aumentou, oferecendo estabilidade ao poste. Foram feitas algumas experiências na base e compreendeu-se que, ao ficar mais rija, o poste, que é inserido posteriormente, sofre menos oscilações durante o uso.

Para unir o poste ao topo, utilizei resina de poliuretano, criando um só elemento. Idealmente, para um resultado mais próximo do produto final, o topo e o poste necessitam de ser feitos num só molde. Desta forma, resultaria um elemento único, com melhor



F77

CONFORMAÇÃO
DA BASE

estrutura. Para fixar os terminais à corda, utilizei um pequeno parafuso que atravessava o terminal até chegar à corda.

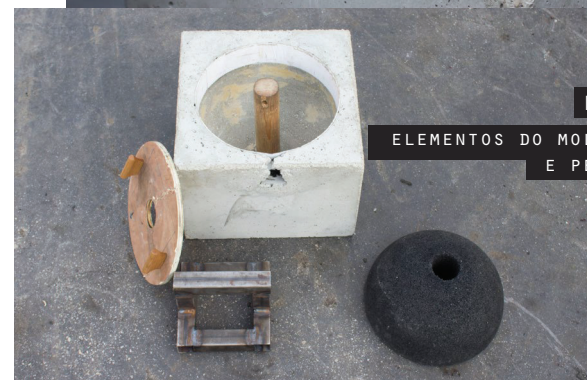
8. Depois de todos os processos estarem afinados, reproduzi mais dois modelos completos em granulado preto iguais aos anteriores e reproduzi outro modelo completo com granulado reciclado.

Este último modelo, levou 4 tipos de granulado de borracha reciclado. Foram inseridos 5kg de granulado preto e cinzento já conformado, mas nunca utilizado; 10kg de granulado verde e vermelho, já conformado e utilizado até ao seu limite. Os últimos 10kg de granulado usados apresentaram uma consistência mais dura do que os primeiros 5kg de granulado, devido à sua anterior utilização. Este modelo ficou mais duro do que todos os outros modelos anteriores. Como na sua mistura foi inserido granulado triturado duas vezes, a percentagem de cola aumenta, resultando num modelo mais rijo.



F78

MOLDE
E PEÇA



F79

ELEMENTOS DO MOLDE
E PEÇA

4.3.2

Ensaio com o material e seus modos de conformação

No contexto deste estudo, o primeiro contacto que tive com o granulado de borracha ocorreu na primeira visita às instalações da Pneu Green. Após uma breve apresentação, revelaram-me as granulometrias utilizadas, as cores e os produtos fabricados. Explicaram-me também o processo de conformação e os produtos para sua realização.

Nas visitas seguintes, conheci o responsável pela produção, o Sr. Pedro Madaleno. Este contacto foi essencial para a transmissão do conhecimento em questão. Aproveitando o seu *know-how*, fui compreendendo como se comportava o material durante a conformação e qual a relação da granulometria e da pressão submetida para gerar mais ou menos amortecimentos. Quanto menor for a granulometria, menor é o amortecimento; e quanto menor for a pressão, maior é o amortecimento.

Finalizando o seu processo de cura em pressão, o granulado de borracha adquire estrutura e maior rigidez. Também durante a cura, a resina que é aplicada proporciona a expansão do material e a flexibilidade do mesmo. A resina de poliuretano (Granufix - Glue) cria pequenas bolhas de ar, que expandem, e obriga, o material a expandir também. Estas mesmas bolhas estimulam a resina a simular o comportamento da borracha, homogeneizando o comportamento do material num todo.

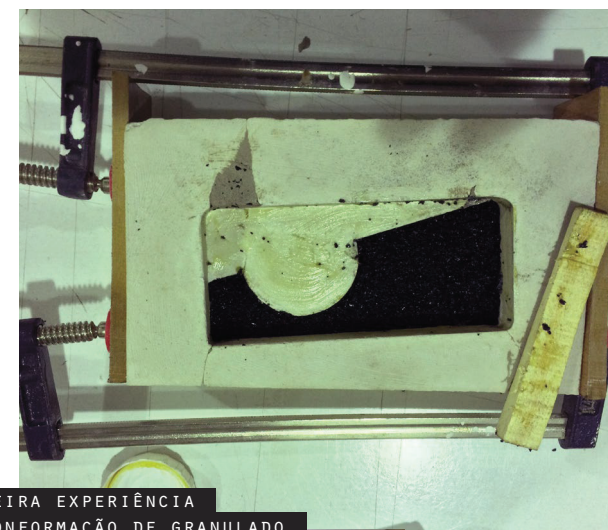
Ao levar comigo a resina de poliuretano, o granulado de borracha e algum pavimento já conformado das instalações da Pneu Green, iniciei assim as primeiras experiências. Antes de utilizar propriamente o granulado de borracha, fiz alguns testes iniciais apenas com o pavimento e com alguns cortes e colagens. De forma a obter um objecto, desenhei um dispensador de fita-cola e observei o seu volume e comportamento. Ainda que fosse um objecto muito bruto, fiquei curioso por testar em molde.

¹¹ <https://www.pneugreen.pt/>

1. O primeiro molde foi feito em gesso, pois foi a maneira mais rápida de obter uma forma para perceber o seu comportamento. Através de uma boca de enchimento, apliquei o granulado com resina para dentro do molde e coloquei uma tampa pressionada por grampos. Aqui consegui perceber a instabilidade do material enquanto não finalizava o processo de cura e, ainda, a necessidade de pontos de pressão imóveis, obtidos numa prensa. Naturalmente, o molde mostrou-se frágil mas uma forma rápida de obter formas pretendidas. Se o molde de gesso for lixado, e não limpo antes da aplicação do granulado, este mesmo pó serve como desmoldante, não oferecendo resistência para a remoção da peça. Nesta primeira experiência percebi que o granulado, devido à sua pequena dimensão, torna perceptíveis pequenas irregularidades nos moldes, o que aumenta a necessidade do seu detalhe.



F80



F80

PRIMEIRA EXPERIÊNCIA
DE CONFORMAÇÃO DE GRANULADO
DE BORRACHA COM MOLDE DE GESSO



2. No segundo molde, testei barro vermelho em estado de modelação. Desta forma, podia criar moldes de forma imediata, com a capacidade de serem ajustados e modificados durante grande parte do processo. Criei uma lastra de barro com textura e apliquei granulado de borracha sobre a lastra com auxílio de uma cofragem. Depois da primeira conformação rápida, envolvi uma garrafa de vidro, com a lastra de barro e o granulado, como um só. Esta experiência mostrou-se bastante interessante, devido ao facto do molde de barro vermelho ainda estar fresco. A superfície de resina, que estava em contacto com barro, absorveu a cor, passando uma tonalidade vermelha para a superfície de granulado de borracha.



F81

PROCESSO DE CONFORMAÇÃO
EM MOLDE DE BARRO VERMELHO CRU



F82

PROCESSO DE CONFORMAÇÃO
EM MOLDE DE BARRO
VERMELHO CRU

3. O último molde foi feito em faiança em roda de oleiro, de forma côncava semelhante a uma tigela. Como o molde não era cozido, depusitei o granulado no seu interior e apenas fiz alguma pressão com a mão, deixando-o secar. O resultado foi um misto entre o gesso e o barro vermelho, visto que funcionou da mesma forma para desmoldar com o gesso e ficou com a cor cinzenta do molde, tal como o barro vermelho.

Concluídos estes primeiros testes, percebi que para obter uma pequena série de objectos em granulado de borracha iria precisar de moldes bem mais resistentes e de um instrumento de pressão minimamente estável. Não podendo produzir moldes em alumínio, nem usufruir de uma prensa capaz, considerei algumas hipóteses:

- 1 • Para moldes de pequena escala e mais complexos: impressões 3D em PLA ou Pet G;
- 2 • Para moldes de maior dimensão e com necessidade de maior rigor: resina acrílica com fibra de vidro;
- 3 • Para moldes de grandes dimensões e de menos rigor: cimento estrutural com gravilha;
- 4 • Para a conformação de cilindros: tubo de PVC;
- 5 • Para colar pavimento de granulado de borracha em torno de um poste de madeira: tubo de cartão.

Visto que o projecto estava a ser desenvolvido nas instalações da ESAD.CR e nas instalações da Pneu Green, a prensa teria de ser facilmente desmontável, nomeadamente ao ponto de ser transportável. Durante os trabalhos realizados nas instalações da Pneu Green, tive à minha disposição todos os consumíveis necessários: granulado de borracha, resina de poliuretano e desmoldante. Do restante equipamento, apenas foi possível utilizar a misturadora de granulado para envolver o mesmo com a resina da forma mais homogénea possível. Contudo, não utilizei a prensa hidráulica. Esta, destinada para a conformação de pavimento, tem uma abertura máxima de 8 cm, impossibilitando assim a utilização para a conformação dos postes pretendidos. De facto, os moldes utilizados para o fabrico de pavimento em granulado de borracha são de grandes dimensões. Um molde em alumínio tem um valor bastante elevado, variando bastante mediante a sua complexidade. Esta parceria não previa qualquer apoio financeiro, a conformação de todos os projectos exigiu moldes e prensas dentro das minhas possibilidades tecnológicas e financeiras. De modo a obter um produto de aparência e consistência mais aproximadas do objecto final, utilizaram-se vários materiais nos moldes para conformação, tornando possível o detalhe e a resistência em simultâneo. Para fazer as conformações dos projectos, desloquei-me às instalações da Pneu Green com os moldes e com a prensa. Prevendo a

constante produção de granulado de borracha, utilizei o mesmo para fazer a conformação dos projectos. A mistura utilizada na conformação dos pilaretes foi de 10% de resina, 1% de água e secagem à temperatura ambiente, sendo que o tempo de cura rondava as os 20 minutos.

Entre os vários produtos desenvolvidos, um dos objectivos passou por compreender de que maneira poderia ser utilizado o pavimento de granulado de borracha em final de vida, triturado e novamente conformado. Ao contactar as três trituradoras nacionais, todas negaram o pedido de trituração do pavimento de granulado. Desta forma, recorri ao CDRSP (Centre for Rapid and Sustainable Product Development).

Em visita ao CDRSP, verificamos a existência de uma máquina de fragmentação, que apenas triturava peças de maior volume para posteriormente ser encaminhada para uma máquina de granulação onde estes grandes fragmentos são transformados em grão de menores dimensões. Não havendo o equipamento disponível, o CDRSP entrou em contacto com a JS de Sousa, fábrica de transformação de plástico, de modo a utilizar as suas instalações, para o efeito. Nesta fábrica apenas conseguiram transformar o pavimento de granulado de borracha em pequenos fragmentos, pelo motivo de não quererem contaminar o moinho de plástico com granulado de borracha. Deste modo, o Sr. Artur Mateus, do CDRSP encaminhou-me

posteriormente à Eng. Fernanda Carvalho, responsável pelo departamento de mecânica da ESTG Leiria. Mostraram-me o moinho para trituração de plásticos disponível para utilização. Neste moinho conseguí triturar os fragmentos de granulado de borracha em pequenos pedaços de 0.80mm - 2.50mm , semelhantes ao utilizados pela PneuGreen. A visita ao CDRSP revelou-se bastante importante. Além do objectivo de triturar o pavimento de granulado e borracha, esta visita fez compreender até que ponto o projecto poderia ser produzido em rotomoldagem. Neste caso, a rotomoldagem consiste num processo industrial, de modelação de termoplásticos, através de um processo de centrifugação gerado por dois eixos dentro de uma mufla. O plástico espalha-se uniformemente no molde durante a temperatura de fundição. Quando arrefece, o plástico solidifica nas paredes do molde, gerando uma peça oca, sendo que a centrifugação só termina quando o plástico estabilizar.



GRANULADO TRITURADO
NO MOINHO DE PLÁSTICO
(ESTG-IPL)

Já têm sido realizadas algumas experiências num pequeno protótipo de rotomoldagem do CDRSP, em que juntam termoplástico com pó de pneu usado. Este modus operandi permite utilizar o termoplástico como ligante do pneu, criando uma peça totalmente distinta do pavimento de granulado de borracha. Ao analisar as experiências feitas, percebi que o produto final apresentava perda de capacidade de absorção e ausência da textura provocada pelo granulado de borracha. A mistura ao ser homogeneamente misturada, pelo molde de paredes polidas, o plástico, envolvido com o granulado de borracha, torna-se quase imperceptível. No final, as características do produto não se mostraram adequadas ao projecto pela considerável perda da capacidade de absorção de impacto.

Deram-me autorização para experimentar o equipamento de rotomoldagem. Tive a oportunidade de testar dois moldes de alumínio para testar a rotomoldagem com granulado de borracha e resina de poliuretano. Este processo, utilizado na conformação de termoplásticos, permite uma distribuição homogénea do material, através de dois eixos em constante movimento. O molde é submetido a temperaturas elevadas, até espalhar todo o material pelo interior do molde.



F85

CONJUNTO DE PEÇAS
DESENVOLVIDAS EM ROTOMOLDAGEM
(CDRSP-IPL)





F86

EQUIPAMENTO DE ROTOMOLDAGEM
(CDRSP-IPL)



F87

MOLDE DE ROTOMOLDAGEM
(CDRSP-IPL)

1 • Na primeira experiência fiz uma mistura de 10% resina e nenhuma quantidade de água.

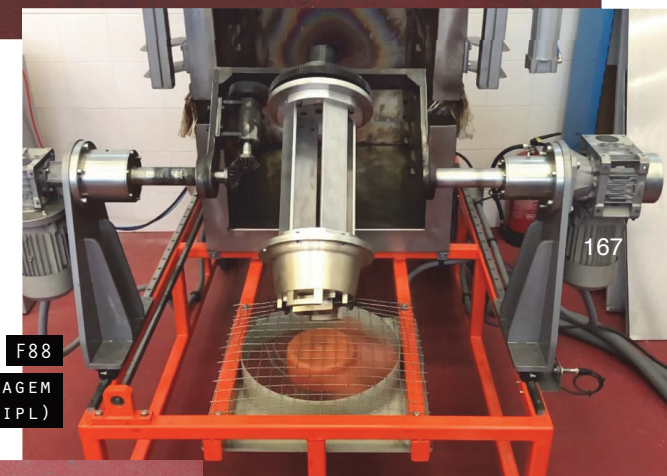
Apliquei desmoldante no molde e inseri o material no seu interior. Os dois eixos foram programados para 100 voltas por minuto com uma temperatura de 70°C. Após uma hora de conformação, o granulado estava completamente seco, como se nunca tivesse sido misturado com resina, apenas os cantos do molde tinham pequenas conformações de material.

2 • No segundo teste, repetimos exactamente os mesmos valores, adicionamos água como catalisador e passamos para um molde de revolução mais pequeno. O resultado foi exactamente o mesmo.

3 • No terceiro teste, repetimos exactamente o anterior, com a alteração de todo o processo ser realizado à temperatura ambiente. Nas duas últimas experiências, apenas ficaram conformadas pequenas bolas independentes de granulado e borracha. Concluimos que a falta de pressão e a constante movimentação impedem que haja uma conformação controlada, fazendo a resina secar antes do material se agregar.



conformação do granulado



MOLDES DE ROTOMOLDAGEM (CDRSP - IPL)



conformação do granulado

Durante este projecto, todo o trabalho desenvolvido teve em atenção o máximo reaproveitamento de materiais e consumíveis. As motivações para esta opção baseiam-se num princípio pessoal que assenta em questões morais, ecológicas e económicas, sendo esta prática parte integrante do tema do trabalho. O reaproveitamento centrou-se em material que normalmente vou recolhendo ou que fui procurando mediante a necessidade. Os materiais foram recolectados de fábricas e locais abandonados, como Secla, Fabrica Bordalo Pinheiro, pavilhões do parque D. Carlos, discoteca Greenhill, refugio de multinacionais como o AKI, material desperdiçado por colegas da ESAD.CR, lixo comum, etc.

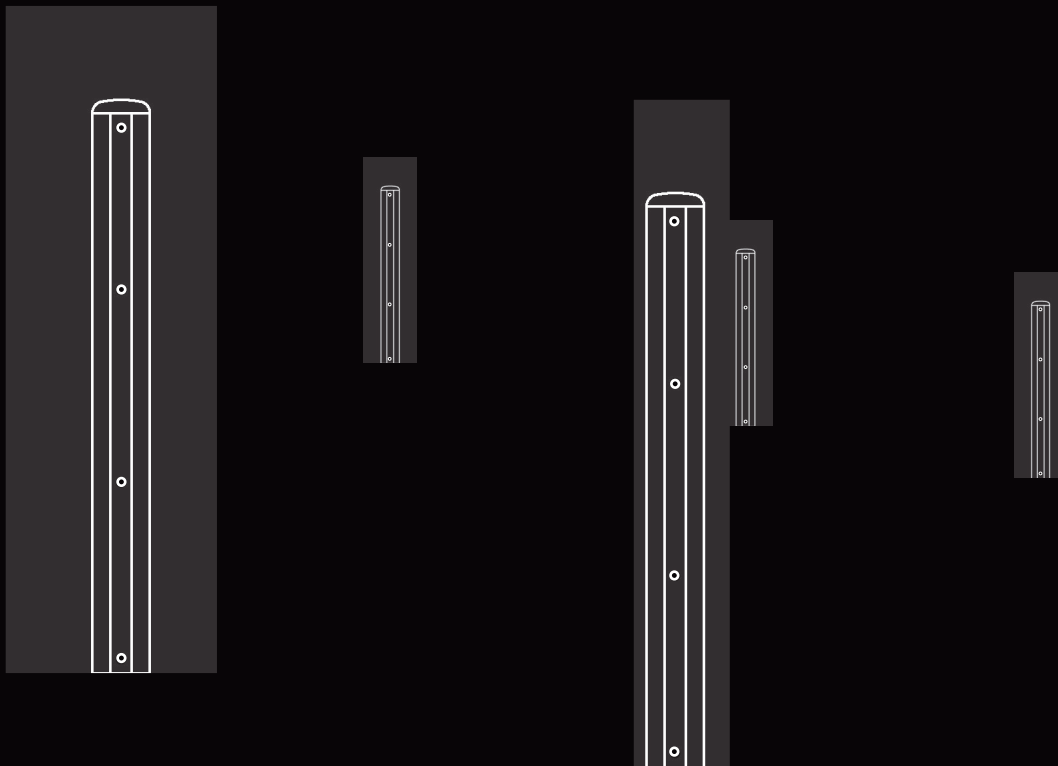
Tal como acontece no decorrer da vida, neste trabalho tive todos estes materiais disponíveis de imediato, para a realização dos meus projectos, tornando o processo de construção, experimentação e conclusão muito mais rápido e motivante, sem quebras de raciocínio.

4.4 Apresentação de protótipos



171

Pilarete Madeira



Sinopse: O projecto pilarete de madeira, tem como estrutura principal um poste de madeira tratada que posteriormente é revestido com pavimento de granulado de borracha. Esta simbiose entre os dois materiais permite obter um poste de rápido fabrico a baixo custo.

Materiais: (unid) poste de madeira tratada; pavimento de granulado de borracha; perfil em alumínio; 4 parafusos

Dimensões: (altura) 990; Ø80



Protótipo pilarete de madeira

O pilarete de madeira surge como um dissuasor mais económico e de menor resistência. Construído em torno de um poste de madeira de pinho nacional tratado, com 60 mm de diâmetro por 950mm de comprimento, este pilarete conta com um revestimento de pavimento de granulado de borracha de 10 mm colado em seu redor. De modo a esconder a união e a assegurar a fixação do pavimento, um perfil reflector de alumínio é aparafusado, pressionando o pavimento, contra a madeira.

O topo do poste é revestido com um elemento colado, em granulado de borracha prensada. Este elemento oferece conforto e segurança ao utilizador e diminui a degradação do poste face às intempéries. O poste de pinho tratado, utilizado comumente em vedações de terrenos, tem um tempo de vida útil bastante elevado e, com um revestimento adicional, consegue-se que a sua degradação seja menor.

A procura de um elemento dissuasor económico, sujeito a pouca fadiga, enquadra-se em locais como estacionamentos não urbanos, parques de terra batida em praias ou áreas rurais, campos de golfe, parques de campismo, parques naturais, etc.

Idealmente, a sua construção permite uma total reciclagem de todos os elementos: a madeira é triturada para conformação de madeira de aglomerado de partículas, o alumínio do perfil e o ferro dos

parafusos, são derretidos e o granulado de borracha, novamente triturado. Idealmente, estes serão os destinos previstos para todos os elementos do pilarete. O custo de produção do pilarete ronda os 11€. O preço tem como base o valor medio de mercado, sendo que a aquisição por uma empresa em grandes quantidades tenderá a baixar o preço. O preço do granulado de borracha é calculado base os valores de produção da Pneu Green.

175

BARROTE DE PINHO NACIONAL TRATADO
1M - 4€

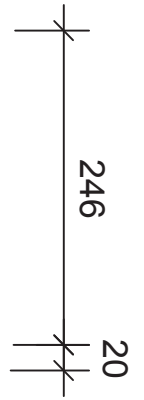
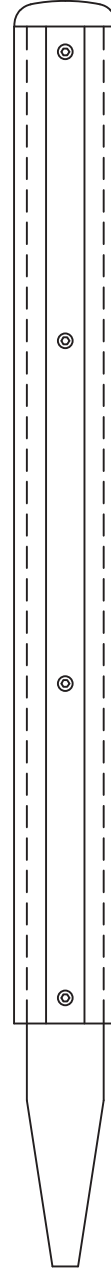
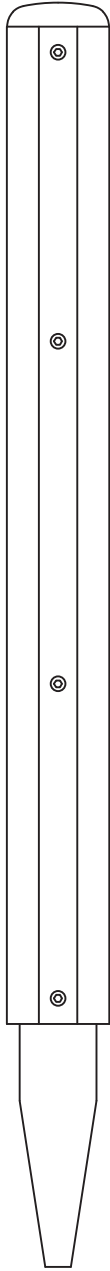
PERFIL DE ALUMÍNIO
1M - 6€

PARAFUSOS
(4 UN) 1€

GRANULADO DE BORRACHA/RESINA
0.5KG - 0.25€

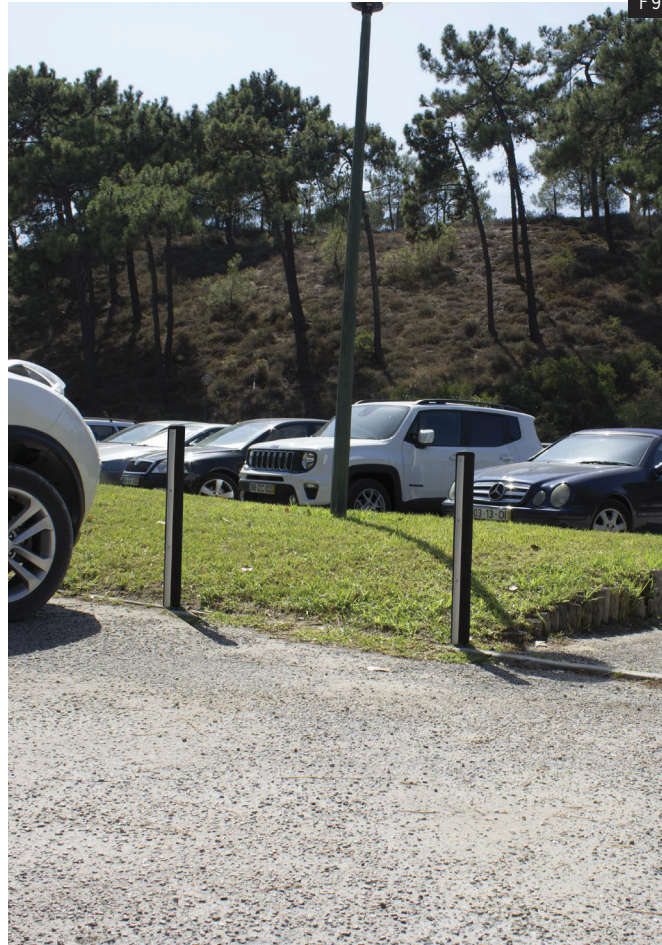
TEMPO DE PRODUÇÃO: 30 MINUTOS

F91
DESENHO TÉCNICO
PILARETE DE MADEIRA





F92



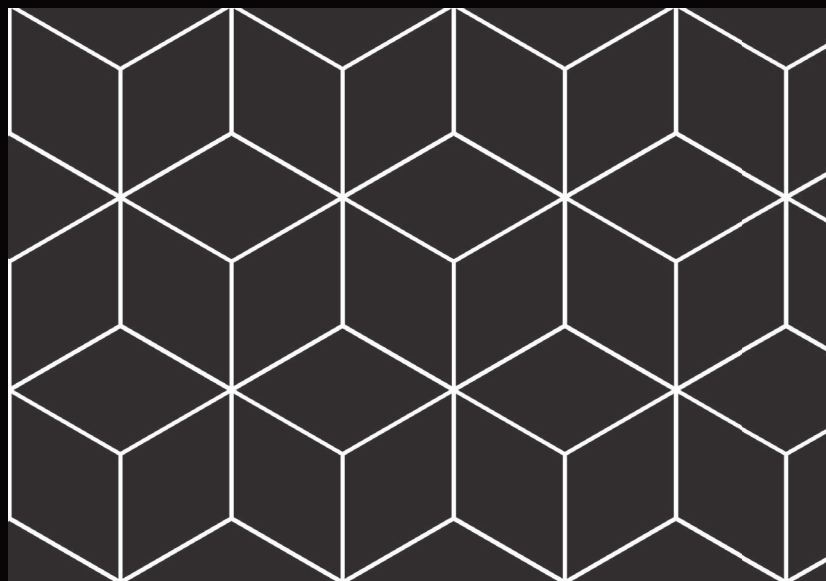
F93



181

F94

Pavimento³



Sinopse: O projecto pavimento³ inspirado nos padrões normalmente vistos no ladrilho hidráulico, surge como uma alternativa gráfica tridimensional para o pavimento de granulado de borracha, criando uma ilusão óptica composta por cubos e cores.

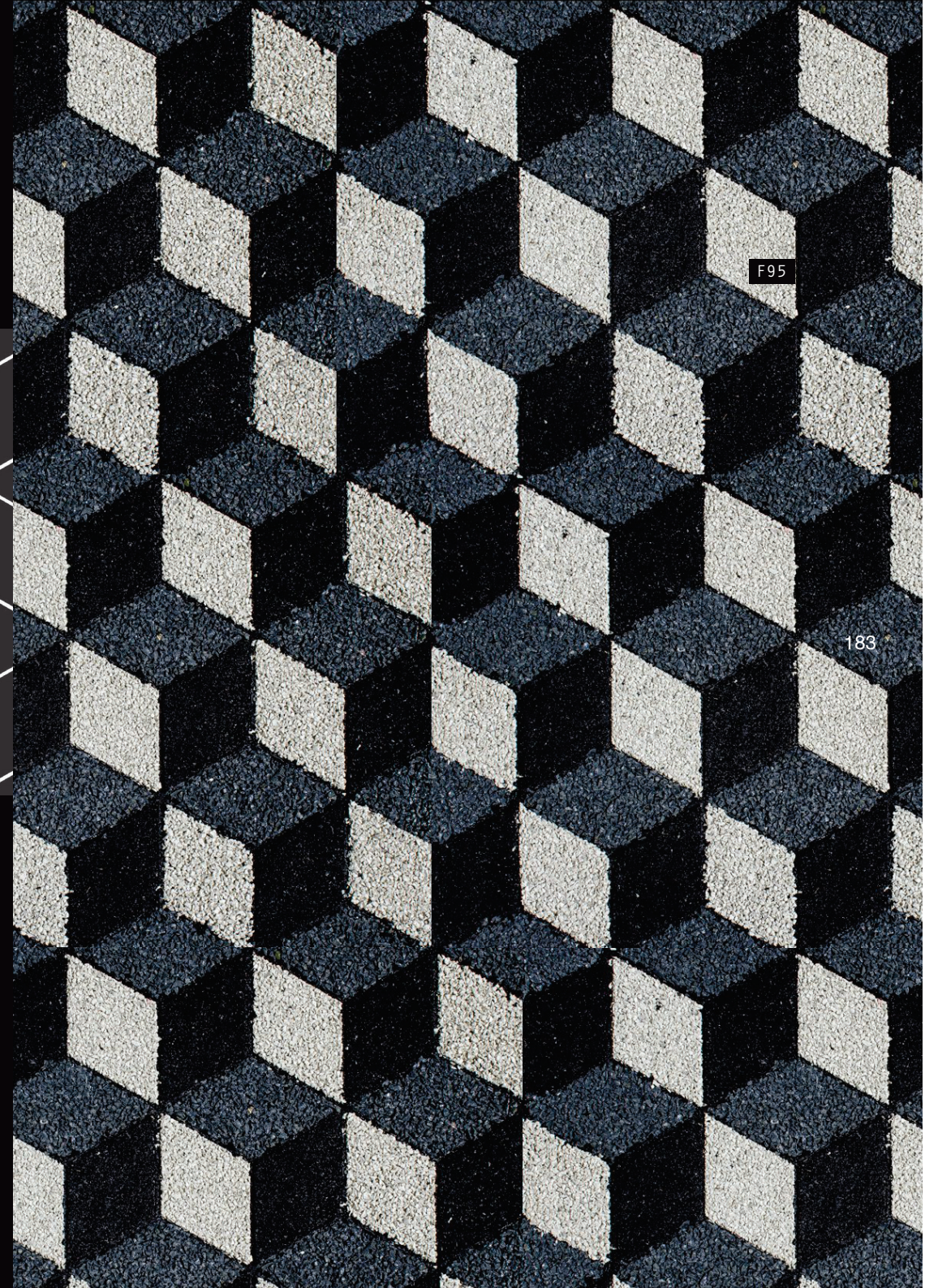
Materiais:

área preta- Granulado de borracha de pneu usado

área cinzenta- Granulado de borracha de pneu usado com aplicação de resina com pigmento cinzento

área branca- EPDM (borracha branca virgem)

Dimensões: (módulo) 1000x1000





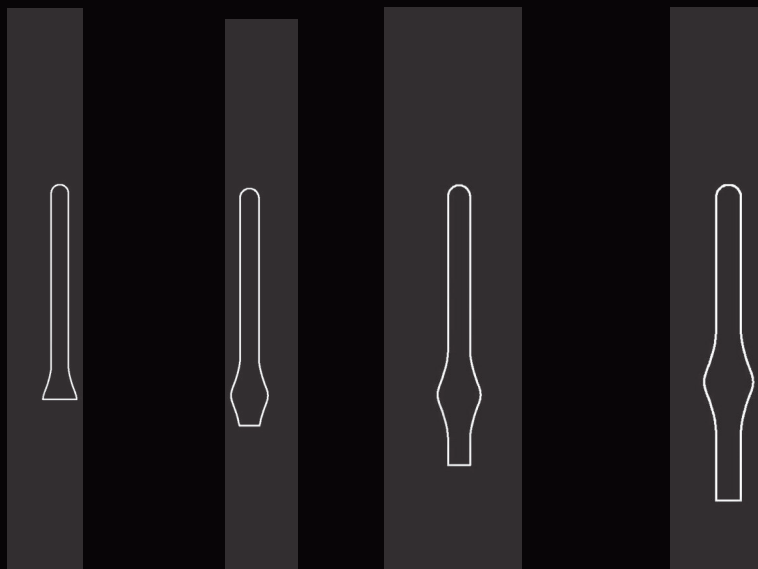
Protótipo pavimento³

O pavimento geométrico de granulado de borracha aparece como uma oportunidade de abrir o leque para outros mercados. Este projecto, nasce do revivalismo de um padrão tridimensional conhecido, utilizado nos antigos mosaicos hidráulicos do séc. XIX, este padrão, enquadra-se melhor em espaços de estar ou de passagem de interiores ou exteriores.

Aplicações como, piscinas, lares de idosos, terraços, entre outros, podem ser alguns espaços, onde o padrão, poderá ditar a escolha do utilizador. Produzido por meio de compressão, este pavimento conta com 15mm de espessura, oferecendo absorção de impacto e sonoro. Para a formação do padrão é aplicado granulado com pigmento cinzento, granulado com pigmento branco (EPDM) e granulado preto.



Pilarete Bolha



Sinopse: O projecto pilarete bolha surge como uma alternativa aos atuais dissuasores de forma a reaproveitar o desperdício de pneu. Composto por seis modelos diferentes, o conjunto ao ser observado em movimento, produz uma ilusão óptica. Tirando partido das propriedades do material, este pilarete torna-se absorvedor de impacto.

Materiais: tubo de aço galvanizado; granulado de borracha

Dimensões: (altura) 1100; Ømax 138 Ømin 70



189

F98

Protótipo pilarete bolha

O pilarete bolha, é um conjunto de pilaretes urbanos que produzem uma ilusão óptica durante a deslocação de carro. Produzindo uma sequência, forma-se uma ilusão, de que uma bola percorre o interior do pilarete até penetrar no chão, voltando a sair e assim, sucessivamente. Esta sequência promove dinamismo ao peão durante o percurso, como pode alertar mais facilmente o condutor de uma barreira física devido ao movimento. Esta sequência, pode ter oscilações de velocidade mediante as velocidades atingidas pelo carro, sendo que, para os utilizadores habituais, pode se tornar um alerta de excesso de velocidade, se perceberem que a sequência está mais rápida que o normal. Este produto torna-se mais caro, na medida em que existe necessidade de fazer um molde para cada modelo, no entanto, de modo a baixar custos, pode-se fazer a sequência com menos pilaretes, diminuindo o detalhe do movimento ou mesmo optar por um só pilarete, tirando apenas partido, das suas propriedades técnicas. Este elemento dissuasor, tem como objectivo, impedir estacionamento indevidos com a segurança dos piões nos passeios. O seu acabamento em borracha, torna este elemento menos agressivo em caso de colisão de um peão, como oferece protecção extra, aos carros em caso de leves encostos ou de embate de uma porta. O pilarete bolha, é totalmente produzido com granulado de borracha e no

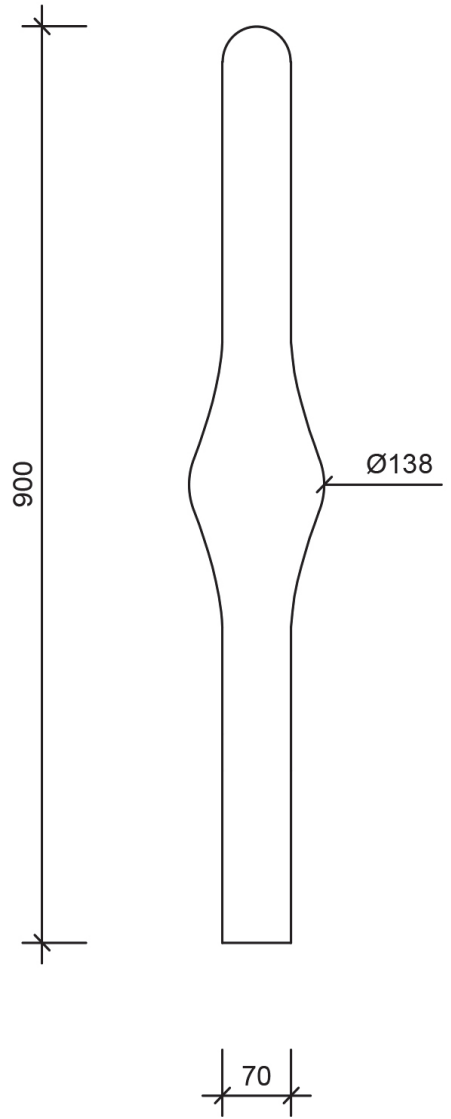
seu interior, conta com um tubo de metal galvanizado, este tubo de metal, 1000x33x1.5, 20 cm fica no chão e 80cm dentro do pilarete. De modo a fixar o pilarete ao chão, recomenda-se uma sapata de cimento no chão, onde é inserido o varão de metal e 2cm de pilarete. O pilarete é produzido, de modo a que no seu final, todos os elementos sejam separados e devidamente reciclados.

O custo de produção do pilarete ronda os xx€. O preço tem como base, o valor médio de mercado, sendo que a aquisição por uma empresa em grandes quantidades, tenderá a baixar o preço. O preço do granulado de borracha, é calculado como base os valores de produção da pneugreen.

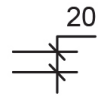
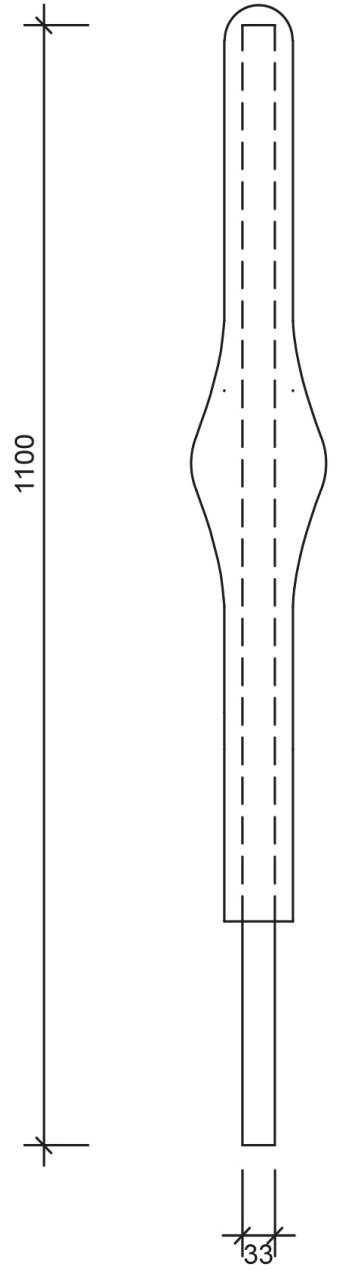
TUBO DE AÇO GALVANIZADO
1000x33x1.5 - 3.33€

GRANULADO DE BORRACHA
2.8 KG - 1.50€

TEMPO DE PRODUÇÃO: 15 MIN
TEMPO DE CURA NO MOLDE: 30 MINUTOS

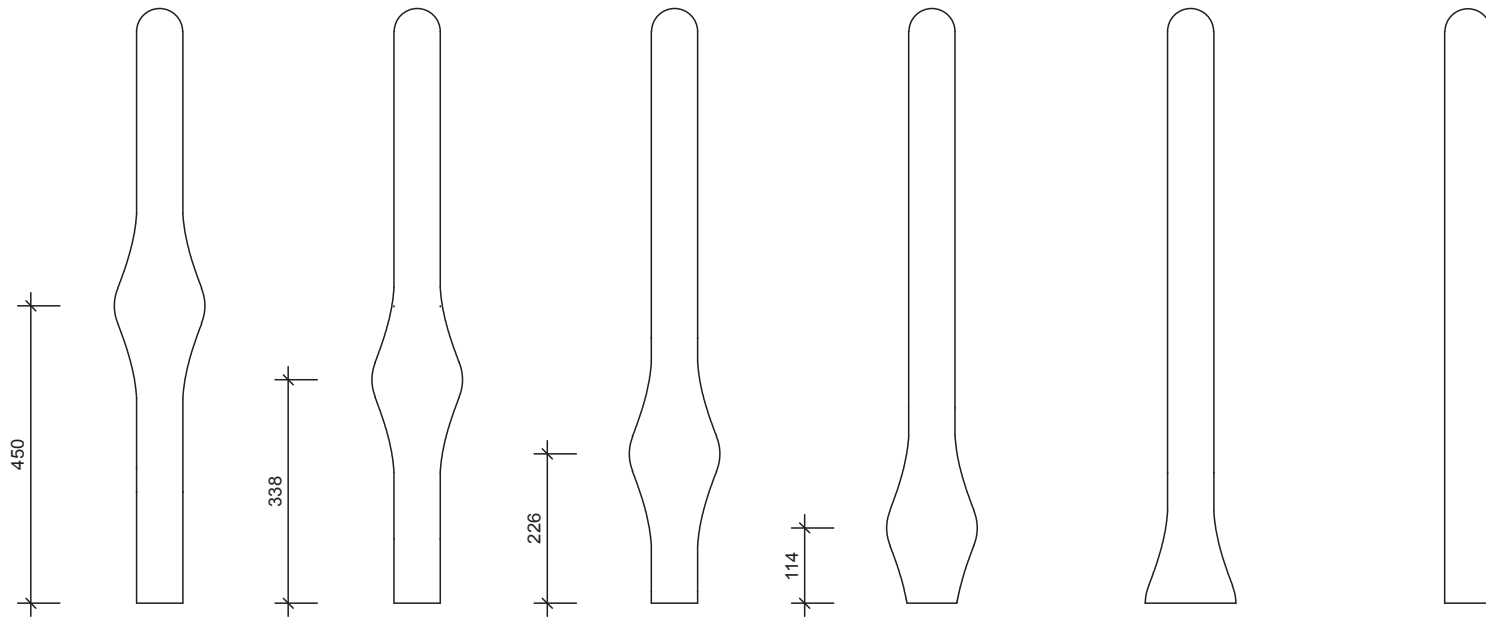


F99
 DESENHO TÉCNICO
 PILARETE BOLHA



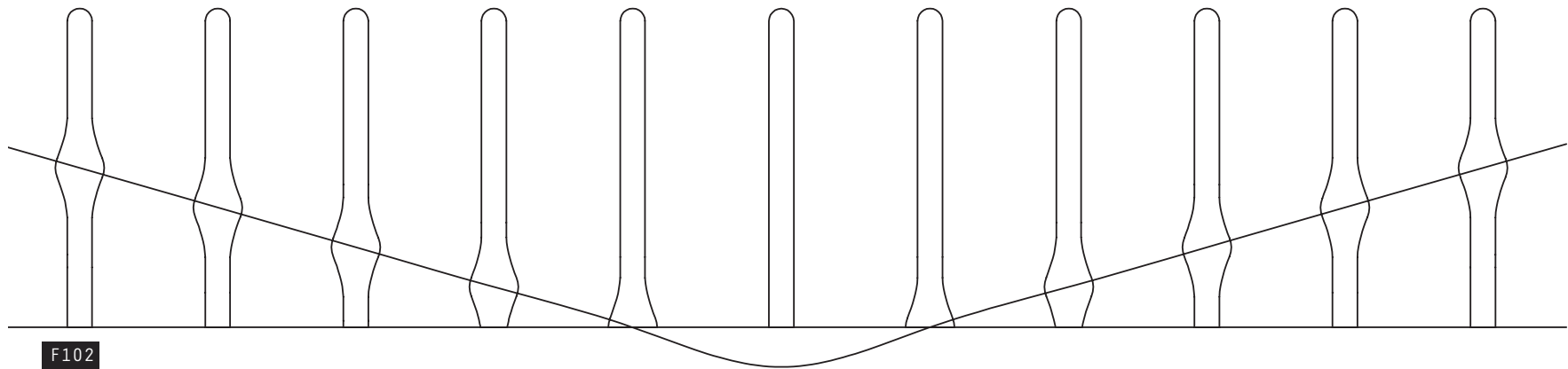
F100
 DESENHO TÉCNICO
 PILARETE BOLHA COM ELEMENTO
 ESTRUTURAL NO INTERIOR
 (TUBO DE AÇO GALVANIZADO)





F101

DESENHO TÉCNICO
 MEDIDAS DOS DIFERENTES
 MODELOS



F102

DESENHO TÉCNICO
 REPRESENTAÇÃO DO PERCURSO
 DA BOLHA

F103

PILARETE BOLHA
EM GRANULADO DE BORRACHA
(PRETO)



F104

PILARETE BOLHA
EM GRANULADO DE BORRACHA
(LIGANTE COM PIGMENTO CINZA)



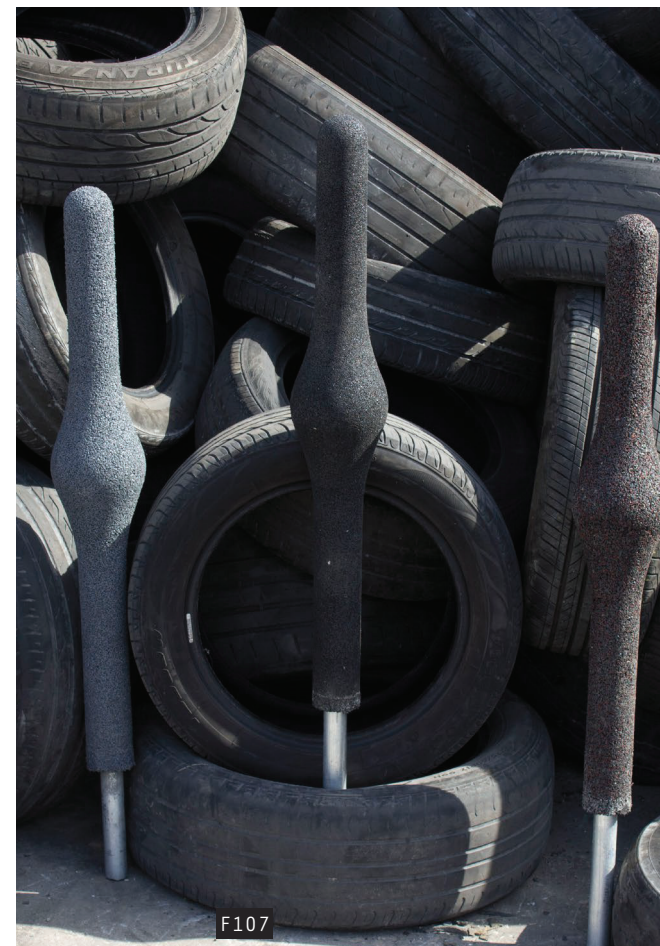
F105

PILARETE BOLHA
EM GRANULADO DE BORRACHA
(PAVIMENTO RECICLADO)



F106

UTILIZAÇÃO
DE UM SÓ MODELO



F107

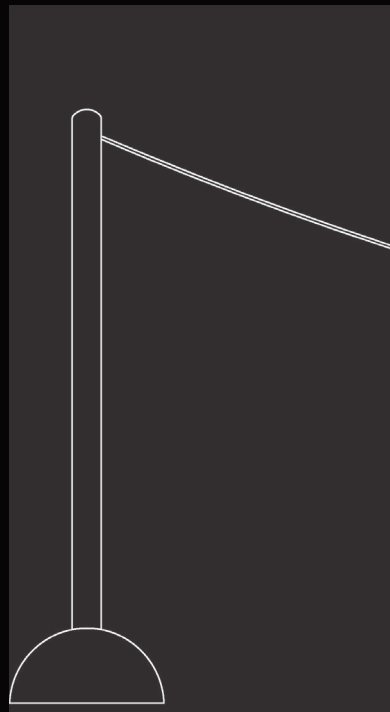
PILARETE BOLHA
CONJUNTO DE PILARETES
COM TRÊS VARIAÇÕES DE GRANULADO



201

F108

Pilarete Delimitador



203

O projecto pilarete delimitador em granulado de borracha foi projectado para a delimitação de espaços. Através de uma corda e de um íman é possível a ligação a outros pilaretes iguais. A elevada densidade do granulado de borracha permite obter um produto pesado e estável.

Materiais: tubo de aço; granulado de borracha; corda vermelha; ímans
Dimensões: (altura) 950; Øbase 250 Øpilarete 47

F109

O pilarete delimitador foi desenvolvido para delimitar espaços interiores e exteriores, formando corredores ou impedindo a passagem. Pode funcionar sozinho ou em conjunto. Este objecto, divide-se em dois elementos: o pilarete e a respectiva base. Com 950mm de altura por 47mm de diâmetro é feito em granulado de borracha, com um tubo metálico de 19mm no seu interior de forma a dar-lhe estrutura. A base é completamente feita em granulado de borracha, com um orifício com um diâmetro de 45mm no centro para inserir o poste. A sua forma semi-esférica de grande volume permite a obtenção de peso extra, necessário para a estabilidade, ajudando a tornar o elemento seguro e enquadrado no modelo.

Na cabeça do pilarete existe um orifício onde corre um cordel vermelho com 1900mm para fazer a delimitação. Este cordel tem nas duas pontas um terminal. Estes objectos, tem um pequeno íman para que se possam conectar magneticamente a outros terminais. A sua forma é o negativa do orifício da cabeça do pilarete para que, sempre que forem puxados até ao pilarete, entrem na perfeição no orifício. São totalmente feitos em granulado de borracha.

O projecto pode funcionar sozinho, sempre que tenha um elemento metálico ao alcance, ou com a colocação prévia de uma pequena chapa metálica na parede. Todos os elementos do pilarete podem ser separados e devidamente reciclados.

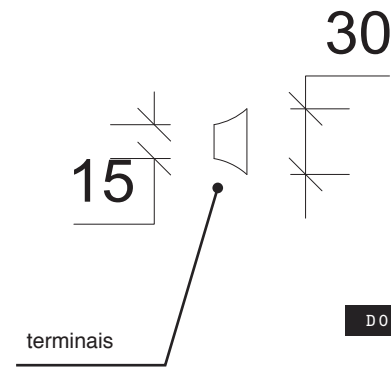
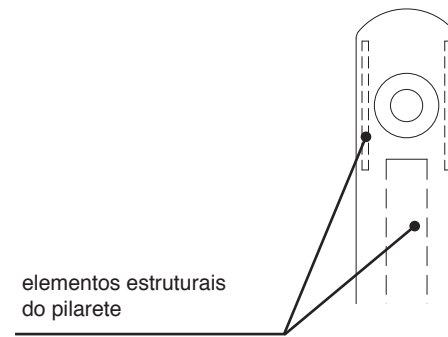
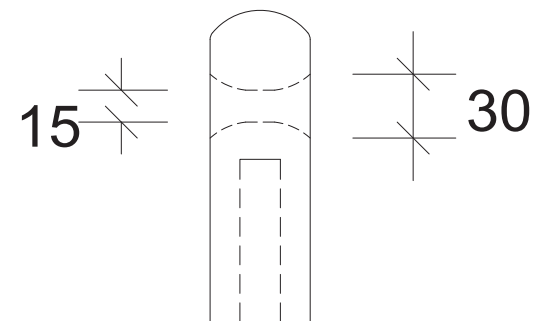
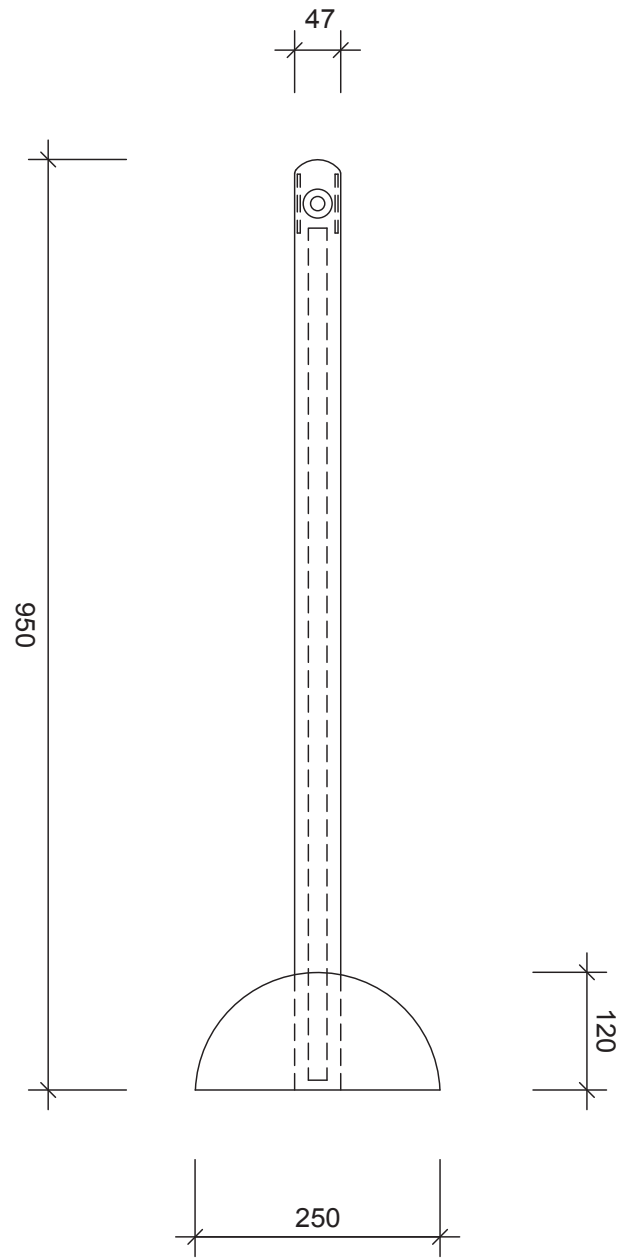
O custo de produção do pilarete ronda os 6€. O preço tem como base, o valor medio de mercado, sendo que a aquisição por uma empresa, em grandes quantidades, tenderá a baixar o preço. O preço do granulado de borracha é calculado como base os valores de produção da Pneugreen.

CORDA
2 M - 3€

TUBO METÁLICO
900x19 - 0,50€

GRANULADO DE BORRACHA
5 KG - 2.50€

TEMPO DE PRODUÇÃO: 15 MINUTOS
TEMPO DE CURA: 30 MINUTOS





F111



F112

ELEMENTOS
DO PILARETE DELIMITADOR



F113

UTILIZAÇÃO DO PILARETE DELIMITADOR
EM CONJUNTO



F114

213

V

214-223

Conclusões

5.1 Avaliação dos projectos

Com o estudo realizado, houve intenção de estabelecer a relação entre um modo de vida pessoal e a economia circular, o que motivou a escolha do material.

A economia circular mostra-se, em relação a economia linear, como uma alternativa menos nociva para o planeta e, por sua vez, mais abrangente.

Ficou esclarecido que em Portugal o ciclo de reciclagem do pneu não se encontra devidamente fechado. Desta forma podemos constatar que para seguir o caminho correto da reciclagem de pneus usados na totalidade é necessária também a reciclagem de todos os produtos fabricados com granulado de borracha.

Dos testes feitos com granulado de borracha reciclado, triturado e novamente conformado, os resultados foram positivos. Apesar de se notar um ligeiro aumento da rigidez do material, continua a desempenhar correctamente a sua função.

Em relação aos projectos desenvolvidos, o granulado de borracha mostrou-se um material com propriedades bastante úteis para as tipologias de produtos escolhidas. Não sendo possível apresentar resultados concretos relativos a durabilidade do granulado de borracha aplicado em postes, prevê-se que o material aplicado sofra rápida perda do brilho inicial dado pela resina de poliuretano. A nível estrutural, prevê-se que os postes tenham maior durabilidade que os habituais 10 anos do pavimento de granulado de borracha, pelo motivo de não ser uma superfície plana de fácil empeno e por não estar em constante utilização como nos parques infantis. Esta previsão apenas tem em conta a normal erosão por acção do clima. A relação entre granulometria, dureza e durabilidade, também pode ser estabelecida. Quanto maior for o granulado maior a absorção será, mas também maior a possibilidade de desintegração. No entanto, o problema de desintegração do granulado de maiores dimensões pode ser resolvido com uma maior percentagem de cola.

Num processo industrial, de modo a obter detalhe e garantir o maior número de tiragens possível, os moldes teriam de ser fabricados em alumínio.

Nas últimas experiências, percebeu-se que mediante a densidade pretendida nos pilaretes, seria ou não necessária a utilização da prensa.

Se a densidade obtida por uma prensagem manual for suficiente para garantir a longevidade do objecto, a utilização de uma prensa hidráulica torna-se desnecessária. Se assim for, todo o processo se torna mais económico e com menos necessidade de espaço de trabalho. Do projecto desenvolvido, penso que o pilarete de madeira e o pilarete delimitador ainda necessitam de algumas rectificações no que diz respeito a sua construção e funcionamento. O pilarete de madeira deve ser revisto, em relação a junta de união entre o granulado de borracha, de modo a eliminar eventuais problemas no perfil de alumínio. Quanto ao pilarete delimitador, acho que o sistema de funcionamento da corda poderia ser trabalhado de modo a evitar que esta fique espalhada no chão. O sistema de fixação das ponteiras, também deve ser rectificado de modo a ser mais versátil e eficaz.

5.2 Desenvolvimentos futuros

Para a realização dos projectos, durante o trabalho, foi necessário aproximar-nos de técnicas e ferramentas industriais para chegar a um protótipo final capaz. Foi possível tirar algumas conclusões para que o produto possa ser fabricado em massa, no entanto para a sua correcta concretização, são necessários moldes com capacidade para aguentar com pressão, como é o caso do alumínio.

Em relação aos projectos, penso que o pilarete delimitador e o pilarete de madeira devem ter algumas questões rectificadas, como anteriormente referido. Desta forma gostava de poder dedicar-me, caso a caso de modo a poder concluir na totalidade os projectos. O pavimento³, conta com o problema do molde, que deve ser estudado. Para fazer este produto com qualidade e de forma rápida, os seus moldes devem ser desenhados especificamente para este fim. O pilarete bolha, é o produto que se encontra no estado mais avançado de desenvolvimento. Mediante aperfeiçoamento do molde, gostava de propor um projecto-piloto para ser inserido em contexto público, desta forma perceber a real dinâmica do produto e suas competências para o objectivo pretendido. Em relação a parceria com a pneugreen, espero que o projecto possa ganhar força e sentido dentro da

empresa. Aproveitando os projectos realizados, tenho interesse em participar no concurso anual da Valor Pneu, e de alguma forma tentar impulsionar este trabalho.

F115



VI

224-243

**Referências
Bibliográficas /
/ Anexos**

Bibliografia

Livros

Papanek,V (2007). *Arquitectura e Design - Ecologia e Ética* (L. Guimarães) Lisboa: Editorial de Edições 70 (Obra original publicada em 1995)

Fernandes.F. (2017). *Made in Portugal – Os Exportadores Portugueses*.Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos

Artigos

Leitão, A. (2015). *Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI*. Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting (Consultado a 29/09/2019)

Disponível em: <http://u3isjournal.isvougua.pt/index.php/PJFMA/article/view/114/52>

Agencia Portuguesa do Ambiente (2016). *Economia Circular, da Teoria à Prática, 14º Encontro Valorpneu*. (Consultado a 29/09/2019)

Disponível em: <https://www.valorpneu.pt/Cache/binImagens/>

XPQ032QXX3776SQcms5QzHYZKU.pdf

Agência Portuguesa do Ambiente (2017). *Liderar a Transição – plano de ação para a economia circular em Portugal: 2017-2020*. (Consultado a 29/09/2019)

Disponível em: <https://eco.nomia.pt/pt/recursos/noticias/planoeconomiacircular>

Cotec Portugal (2016). *Economia Circular Preservar, otimizar e assegurar recursos essenciais para o nosso futuro*. (Consultado a 29/09/2019)

Disponível em: http://www.cotecportugal.pt/imagem/20161122_EC_Booklet_Exposi%C3%A7%C3%A3o.pdf

Lemos.P (2018). *Economia Circular como fator de resiliência e competitividade na região de Lisboa e Vale do Tejo*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (Consultado a 29/09/2019)

Disponível em <http://ccdrivt.pt>

Teses de Mestrado

SILVA. S (2011) Aproveitamento sustentável da borracha proveniente dos pneus usados/ ecodesign uma nova abordagem no design de mobiliário urbano. Dissertação de mestrado em Design industrial. Faculdade de Engenharia Univercidade do Porto, Porto, Portugal

Campos.P (2006) Aproveitamento Industrial da Borracha Reciclada de Pneus Usados. Dicertação de Mestrado em Gestão Ambiental. Univercidade do Minho, Minho, Portugal

Sites

Agencia Portuguesa do Ambiente(2019) eco.nomia. (Consultado em 29/09/2019)

Disponível em: <https://eco.nomia.pt/>

Ellen Macarthur Foundation (2019) Ellen Macarthur Foundation. (Consultado em 29/09/2019)

Disponível em <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>

KATCH_e (n.d.) KATCH_e (Consultado em 29/09/2019)

Disponível em: <http://www.katche.eu/pt/>

Circular Economy Portugal (2019) Circular Economy Portugal (Consultado em 29/09/2019)

Disponível em: <https://www.circulareconomy.pt/sobre-nos/>

Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável (2019) Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável Portugal. (Consultado em 29/09/2019)

Disponível em: <https://www.bcsdportugal.org/>

Valor Pneu (n.d.) Valor Pneu. (Consultado em 29/09/2019)

Disponível em: <https://www.valorpneu.pt/default.aspx?lang=pt>

Pneugreen (n.d.) Pneugreen.

(Consultado em 29/09/2019)

Disponível em: <https://www.pneugreen.pt>

Biogoma LDA. (n.d.) Biogoma.

(Consultado em 29/09/2019)

Disponível em <https://biogoma.pt/>

Biosafe (n.d.) Biosafe

(Consultado em 29/09/2019)

Disponível em: <http://www.biosafe.pt/PT/>

Recipneu (2019) Recipneu

(Consultado em 29/09/2019)

Disponível em: <http://www.recipneu.com/default.aspx?cntx=R93joPryNbO7ybT6rJyLGtpaOlolkoMmXWex54bSLko%3D>

Índice de imagens

- F01** Depósito de pneus - Pneugreen
Autoria Eduardo Vanzeler
- F02** Tesoura degradada
- F03** Tesoura restaurada
- F04** Utilização de um parafuso para reparação de uma lapiseira (pai)
- F05** Tripé do meu avô para pixação de um projetor (eu)
- F06** Aproveitamento de uma manga de camisa para fazer uma bolsa (mãe)
- F07** Projecto Viveiro, em parceria com Fernando Travassos
- F08** Adaptação de uma trotinete para transporte de material
- F09** Aproveitamento de tubos de cartão para a concepção de um beliche
- F10** Suporte para papel higiénico feito a partir de desperdícios
- F11** Resultados da valorpneu 2018
- F12** Trituração de pneus para valorização energética em cimenteiras - Parque de Ecologia Industrial (PEI)
- F13** Pavimento granulado de borracha ressequido
Autoria propria
- F14** Pavimento de granulado de borracha Eco calçada
(Consultado a 29/09/2019)
Disponível em: http://www.eco-solutions.pt/1/ecokalcada_1164272.html
- F15** Conjunto Firka Table / Kalo
(Consultado a 29/09/2019)
Disponível em: <https://www.ammarkalo.com/Fikra-Tables>
- F16** Macaron Seats / Kalo
(Consultado a 29/09/2019)
Disponível em: <https://www.ammarkalo.com/Macaron-Seats>
- F17** Cadeira Andre / Mark Grlroy
(Consultado a 29/09/2019)
Disponível em: <http://www.markgilroy.ie/andre.html>
- F18** Pilaretes da The rubber company
(Consultado a 29/09/2019)
Disponível em: <http://therubbercompany.com/products/bargate-rubber-bollard/>
- F19** Pilarete ecorubber (Consultado a 29/09/2019)
Disponível em: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/59214-ECO-RUBBER-Crumb-recycled-rubber-as-a-raw-material-for-new-urban-furniture-products.html>

F20 Parkingwix (Consultado a 29/09/2019)
Disponível em: https://docs.wixstatic.com/ugd/faeea1_df589ae1467e405f92bd278f2603a428.pdf

F21 Muro Av. Infante D. Henrique

F22 Exemplos de pilaretes, imagem do documento mobiliário e equipamento urbano

F23 Exemplos de postes delimitadores

F24 Vídeo de zootópo a funcionar

F25 Foto zootópo

F26 Vídeo simulação da ilusão óptica - Estrada Lagoa de Óbidos

F27 Vídeo simulação da ilusão óptica - Estrada Lagoa de Óbidos

F28 Abertura do molde Autoria de Eduardo Vanzeler

F29 Experiência de perfil no pilarete madeira

F30 Processo de construção do pilarete de madeira

F31 Molde de cerâmica e seu resultado

F32 Primeiro estudo do pavimento³

F33 Preparação para conformação

F34 Processo de conformação

F35 Exemplos de dois pavimentos sobre o molde

F36 Molde e conjunto de modelo e protótipos desenvolvidos

F37 Prensa hidráulica instalações Pneugreen

F38 Macaco hidráulico 2T

F39 Abertura de molde

F40 Processo de construção do modelo de madeira

F41 Construção do modelo para torneamento

F42 Modelo de madeira em fase de torneamento

F43 Modelos de madeira

F44 Divisão de modelo para construção de molde em resina acrílica

F45 Construção de molde em fibra de vidro e resina acrílica

F46 Processo de construção da segunda metade do molde

F47 Aplicação de betão estrutural para reforçar o molde

F48 Duas metades do molde pilarete bolha

F49 Tubo metálico estrutural no interior do pilarete

F50 Retificação de boca de enchimento

F51 Retificação de boca de enchimento

F52 Ferramenta utilizada para auxiliar a prensagem do molde

F53 Prefuração do pilarete pelo tubo estrutural

F54 Ferramenta para prensagem manual ao longo do enchimento

F55 Abertura do molde durante a conformação

F56 Juntas resistentes da abertura do molde durante a conformação

F57 Torneamento de perfil plastic

F58 Amostras de pavimento reciclado

F59 Pilarete feito com pavimento reciclado
Autoria Eduardo Vanzeler

F60 Processo de conformação do pilarete

F61 Abertura do molde da cabeça do pilarete delimitador
Autoria Eduardo Vanzeler

F62 Molde feito de uma bola de ténis para a conformação do topo

F63 Modelo de cabeça produzido em impressão 3D (PLA)

F64 Processo de construção do modelo

F65 Ponteira em PLA

F66 Utilização em contexto

F67 Conformação da cabeça do pilarete

F68 Extração da ponteira do molde Autoria Eduardo Vanzeler

F69 Extração da cabeça do molde Autoria Eduardo Vanzeler

F70 Conformação da cabeça do pilarete

F71 Ausência de resistência por falta de tubo estrutural

F72 Ferramenta para prensagem manual

F73 Conformação do poste

F74 Processo de construção do molde da base do pilarete delimitador

F75 Construção da boca de enchimento em PVC

F76 Molde em betão extrutural

F77 Conformação da base

F78 Molde e base Autoria Eduardo Vanzeler

F79 Elementos do molde e base

F80 Primeira experiência de conformação de granulado de borracha com molde de gesso

F81 Processo e conformação em molde de barro vermelho cru

F82 Processo e conformação em molde de barro vermelho cru

F83 Moinho de trituração de plástico (ESTG-IPL)

F84 Granulado triturado no moinho de trituração de plástico

F85 Conjunto de peças desenvolvidas em roto moldagem

F86 Equipamento de roto moldagem (CDRSP-IPL)

F87 Molde Roto moldagem (CDRSP-IPL)

F88 Moldes de roto moldagem (CDRSP-IPL)

F89 Simulação da sequência do pilarete bolha

F90 Pilarete madeira em contexto

F91 Desenho técnico pilarete madeira

F92 Pilarete madeira em contexto

F93 Pilarete madeira em parquet de estacionamento

F94 Pilarete madeira em contexto

F95 Pavimento

F96 Pavimento e molde

F97 Pavimento final

F98 Pilarete bolha em contexto

F99 Desenhos técnicos pilarete bolha

F100 Desenho técnico pilarete bolha com elemento estrutural (Tubo de aço galvanizado)

F101 Desenho técnico medida dos diferentes modelos

F102 Representação do percurso da bolha

F103 Pilarete bolha em granulado em granulado de borracha(preto)

F104 Pilarete bolha em granulado Pilarete bolha em granulado (Ligante com pigmento cinzento)

F105 Pilarete bolha em granulado Pilarete bolha em granulado (Pavimento reciclado)

F106 Utilização de um só modelo

F107 Conjunto de pilaretes bolha com três variações de granulado

F108 Sequência de pilarete bolha

F109 Pilarete delimitador em contexto

F110 Desenhos técnicos do pilarete delimitador

F111 Pilarete contexto

F112 Pilarete delimitador desmontado

F113 Utilização do pilarete delimitador em conjunto

F114 Pilarete delimitador em contexto

F115 Conjunto dos projectos realizados

F116 Apresentação feita no âmbito da avaliação do Lida

F117 Cartaz de apresentação

F118 Pavimento triturado

Anexos



F116

APRESENTAÇÃO FEITA NO ÂMBITO DA AVALIAÇÃO DO LIDA - LABORATÓRIO INVESTIGAÇÃO EM DESIGN E ARTES

POLITÉCNICO DE LEIRIA

Tyre

Design and business models for the recycling of used tires

LIDA in the FriPort Start Program

Circular Design is the main focus of LIDA's contribution for the FriPort Start Program ("Practice based Research and professional Education Cooperation of Portuguese and Frisian Universities of Applied Sciences aimed at Regional Innovation") (...) Particularly, from the NHL, Stenden perspective, "Design Thinking" and the "Frisian Model" will be shared with the involved Portuguese polytechnics and their partners in the regions. Both strengthening each other's practice based knowledge position in similar fields and disciplines is at stake, as well as the opposite: improving the joint position by being complementary and by a durable combination of adjacent knowledge.

RESEARCH TEAM AND PARTNERS

Rafael Sabino
Herman Becker - MOP
Sergio Gonçalves
Toni
PhoeGreen
Industry partner

CONTENT

The project concerns novel processes for the reuse, reuse and recycling of used tires. Particularly, the project focuses on the building up of new knowhow that allows to:

- Identify new contexts for the use of recycled rubber
- Design new recycled rubber products
- Enhance products through the partial incorporation of recycled rubber
- Develop and test new material solutions with recycled rubber
- Explore production techniques
- Design innovative business models

PROJECT FRAMEWORK

Being developed with PhoeGreen, manufacturer of rubber crumps pavement, all the projects are being developed based on market areas that are relevant for the company, adapting them to the resources and the set of available machines the company already use. This approach allows the framing of the project in a real context, contributing to its feasibility and feasibility, and therefore to achieving its positive impact.

As part of the circular economy logic, easy disassembly for later reuse or recycle are core values of the project. Although, the rubber crumps products in the life cycle end are not recycled, and they usually end up on disposal facilities to be burned.

For this reason, the second phase of the project will consist on the study of strategies that make possible and technically and economically viable the recycling of products obtained from the rubber.

THE BOLLARDS

The first phase of the project consisted in identifying uses where it would make sense to use recycled tyre rubber, valuing the material and ensuring a long useful life of the objects. The prioritization of the useful life is guaranteed not only by the technical quality of the final object, but also by the suitability of the object and the material to the intended uses.

It was evident to us that, given the nature of the material, its use would be appropriate in situations that took advantage of its elasticity and capacity to absorb impact, as in optimization and protection devices.

The project started with the design of different protection devices, such as bollards and parking stops.

CONCLUSIONS AND NEXT STEPS

The first phase of the work allowed, through the manufacture and testing of prototypes, the experimentation and validation of the design hypotheses initially delineated. It also allowed to test different productive strategies that allow to prospect possibilities for the company to be able to respond in a sustainable way its product offer.

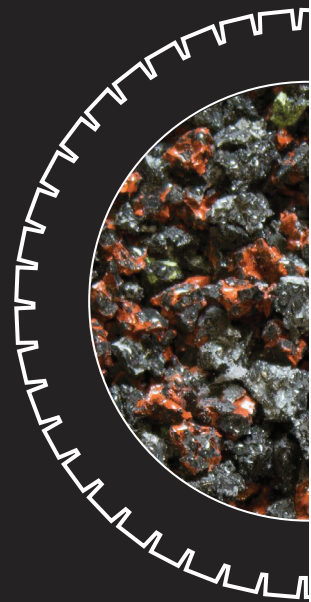
The next stage of development will be the optimization of each of the models presented in their functional, technical and productive dimensions, as well as in the development of strategies to dismantle and recycle the different components of the object at the end of its useful life.

F117

CARTAZ DE APRESENTAÇÃO



F118



Rafael Sabino
ESAD.CR / 2019