



# Revestimento para superfícies verticais a partir de Resíduos de PRFV - Fibra de Vidro.

Universidade Federal de Campina Grande - PB  
2014.1

Autor: Camillo Esdras Silva Almeida  
Orientador: Cleone Ferreira

Campina Grande, Setembro de 2014.



# Revestimento para superfícies verticais a partir de Resíduos de PRFV - Fibra de Vidro.

A presente pesquisa propõe, para a obtenção do título de Graduação do Curso de Design de Produtos, o desenvolvimento de revestimento para superfícies verticais a partir da utilização de resíduos de PRFV, Fibras de Vidro, gerados durante o processo de fabricação de produtos a partir dessa matéria prima pela empresa Equifiber da Cidade de Campina Grande.

SILVA ALMEIDA, Camillo Esdras., Revestimento para superfícies verticais a partir de resíduos de PRFV - Fibra de vidro. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Design de Produto, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Setembro de 2014.

Campina Grande, Setembro de 2014.



UFCG - CCT - UADI  
Trabalho de Conclusão de Curso

# Revestimento para superfícies verticais a partir de Resíduos de PRFV - Fibra de Vidro.

Elaborado por Camillo Esdras Silva Almeida  
Orientado por Cleone Ferreira de Souza

Relatório técnico científico defendido em 02 de setembro de 2014,  
pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

---

Cleone Ferreira de Souza

---

Itamar Ferreira da Silva

---

Abdon da Silva Meira Filho

Campina Grande, setembro de 2014.

*Confie no senhor de todo seu coração e não  
se apoie na sua própria inteligência.*

*Autor Desconhecido*

## Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter me guiado durante toda a trajetória do curso, me fazendo tomar sempre as decisões corretas e me dando forças para sempre prosseguir em caminho aos meus objetivos.

A minha família que sempre acreditou em mim, em especial aos meus pais Marcos e Keila por sempre terem apoiado todas as minhas decisões durante estes 5 anos de curso; a minha avó Terezinha pelo carinho e orações, sempre acreditando nas minhas conquistas; as minhas tias Marta, Marlúcia, Mari-lúcia, Marilene, Marileuza e Kilma pelo paciência e carinho, sempre sendo as modelos dos meus trabalhos; e aos meus primos e irmão que sempre trouxe-ram alegria para minha vida mesmo nos momentos mais difíceis.

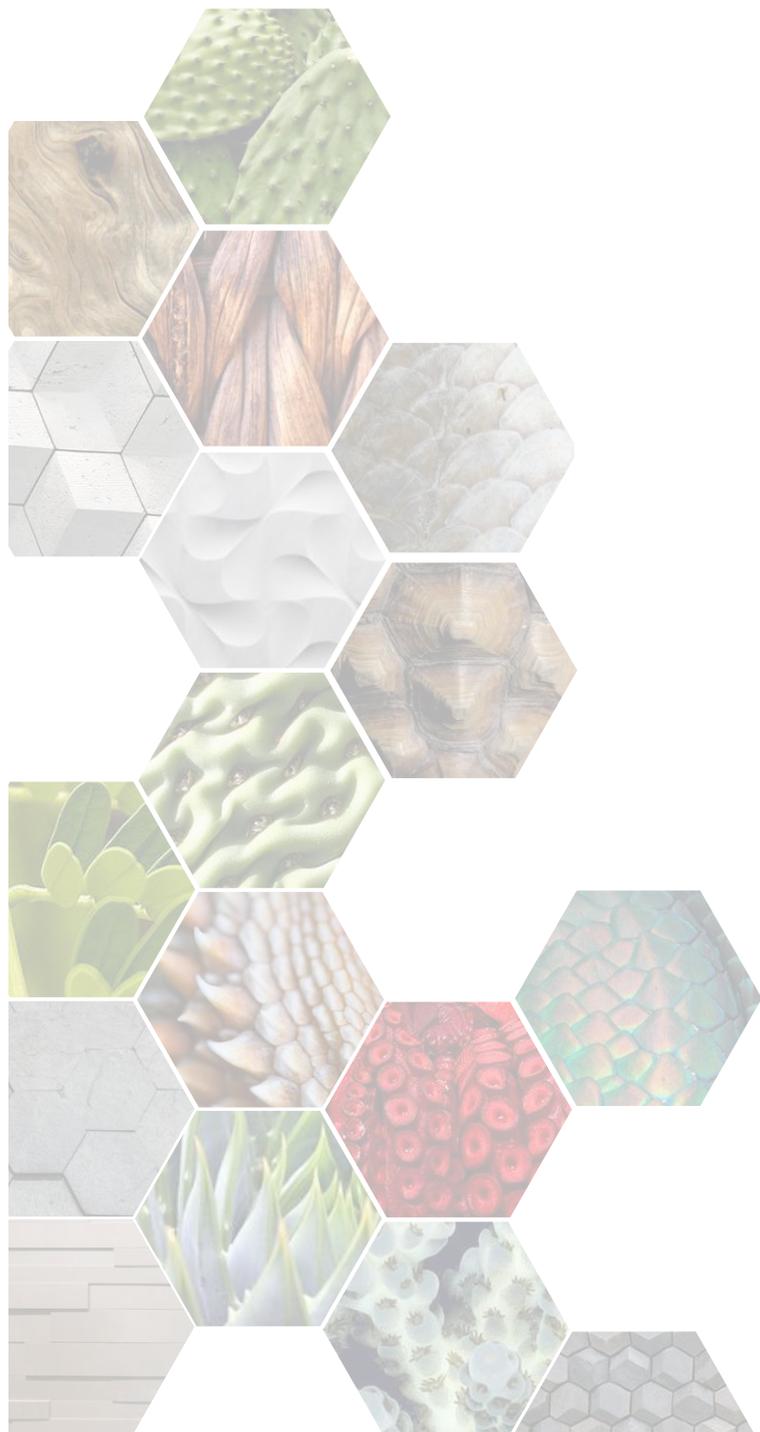
A minha orientadora Cleone pela paciência e sabedoria compartilhada, não só durante a construção deste trabalho mais durante estes 5 anos de curso.

Aos meus amigos da turma de 2009.1, Camila Pessoa, Camila Kellen, Janne, Jessica, Laíla, Dona Luciana, Lígia, Rilávia, Renan Medeiros, Rennan Rodri-gues, Taciana, Thamyres, Tayssa, e em especial Edson, Rebeca e Andrielly por sempre estarem comigo compartilhando as alegrias e tristezas ao longo do curso.

Aos meus professores Ana Carolina, Eduardo Cid, Eduardo Guimarães, Ab-dom, Itamar, Grace, Glielson, Luiz Felipe, Rodrigo, Viviane e Welligton que me guiaram a ser o profissional que me tornei hoje.

Ao pessoal da empresa Equifiber Laurindo, Sônia, Débora, Paula, Luciano, Alberto, Vital e a Adilsom por me darem a oportunidade de aprender e cres-cer como profissional.

Ao departamento de materiais na pessoa do Professor Macelo Rabelo e a Mathias pela disponibilidade a atenção.



# SUMÁRIO

## INTRODUÇÃO

Introdução	10
<b>1 Necessidade</b>	12
Justificativa	13
Objetivo Geral	14
Objetivos Específicos	14

<b>2 Contextualização</b>	15
Equifiber	15

<b>3 Referencial Teórico</b>	17
<b>3.1 Compósitos</b>	17
<b>3.2 Resíduos</b>	20
Resíduos Sólidos	20

## PRÉ-PROJETO

<b>4 Processo produtivo da Equifiber</b>	23
--	----

<b>4.1 Identificação e classificação dos resíduos</b>	26
---	----

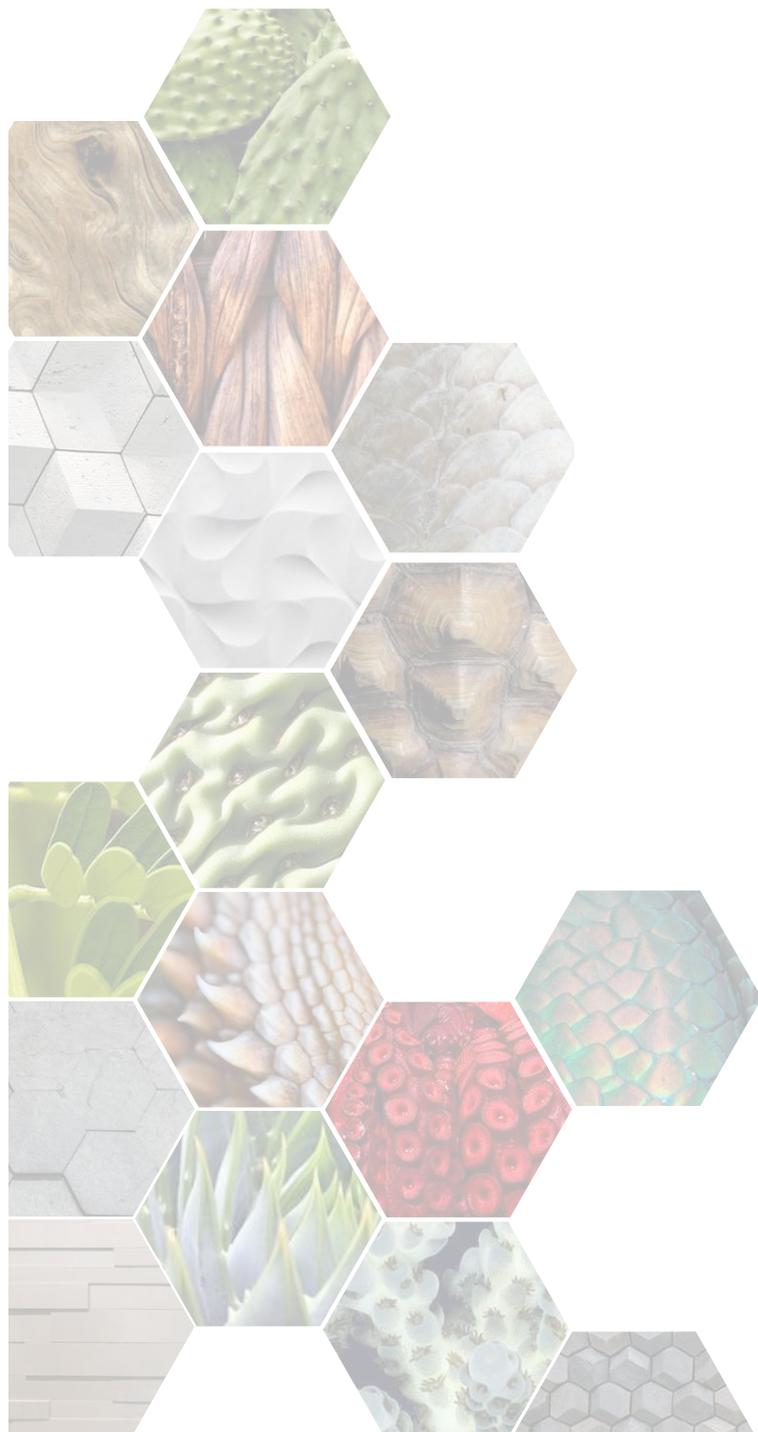
<b>4.2 Composições de novos materiais a partir dos resíduos identificados</b>	28
---	----

<b>Incorporação dos resíduos na resina</b>	29
Conclusão da incorporação dos resíduos	31

<b>Construção dos corpos de prova</b>	32
Ensaio de Tração	35
Conclusão dos ensaios de tração	37

<b>5 Escolha do Produto a ser desenvolvido</b>	38
Teste de Adesão	40
Conclusão do teste de adesão	41

<b>5.1 Revestimentos</b>	42
<b>5.2 Jardins verticais</b>	43



6 Análise de mercado	47
7 Análise morfológica	49
Conclusão da análise morfológica	51

## CONCEITOS

Painéis semânticos	52
Painel semântico - Jardins Verticais	53
Painel semântico - Revestimentos	54
Painéis semânticos - Formas e Texturas Naturais	55

8 Requisitos e Parâmetros	56
---------------------------	----

9 Geração de Conceitos	57
Conceito 1	58
Conceito 2	59
Conceito 3	60
Conceito 4	61
Conceito 5	62

Seleção do conceito	63
---------------------	----

## DESENVOLVIMENTO

Dimensionamento Básico	64
Modulação	65
Aderência do Revestimento	
a Superfície	66
Drenagem da Água	67
Padrão Cromático	68
Ambiente de Uso	69
Desenho Técnico	70
Conclusão	72

Referências Bibliográficas	73
----------------------------	----

10 Anexos	75
10.1 Gráficos dos Ensaios de Tração	75
10.2 Processo de Modelagem do Protótipo	77

## Lista de Figuras

Figura 1 - Local onde são depositados resíduos na Equifiber. Fonte: O Autor. ....	2
Figura 2 - Lixão da Cidade de Puxinanã. ....	2
Figura 3 - Fluxograma - Classificação dos materiais compósitos Fonte: Daniel e Ishaï, 1994. ....	2
Figura 4 - Processo de moldagem aberta spray-up. ....	2
Figura 5 - laminação do PRFV pelo processo de Spray-up. Fonte: Construção do Autor.....	2
Figura 6 - Resíduos Sólidos. ....	2
Figura 7 - Resíduos Industriais. ....	2
Figura 8 - Fluxograma Processo de Fabricação PRFV. Fonte: Construção do Autor. .	2
Figura 9 - Matriz n aplicação da cera e álcool desmoldante. Fonte: O Autor.....	2
Figura 10 - Aplicação do gel a matriz. Fonte: O Autor. ....	2
Figura 11 - Laminação do PRFV com o processo Spray-up. Fonte: O Autor.....	2
Figura 12 - Desmoldagem de uma caixa d' água. Fonte: O Autor. ....	2
Figura 13 - Aparas das rebarbas da caixa d' água. Fonte: O Autor. ....	2
Figura 14 - Lixamento das bordas da caixa d' água. Fonte: O Autor. ....	2
Figura 15 - Pintura dos grafismos nas caixas d' água. Fonte: O Autor.....	2
Figura 16 - Flocos. Fonte: O Autor. ....	2
Figura 17 - Fios. Fonte: O Autor. ....	2
Figura 18 - Pedacos. Fonte: O Autor. ....	2
Figura 19 - Pó. Fonte: O Autor. ....	2
Figura 20 - Esquema da construção das placas para incorporação dos resíduos nas resinas. Fonte: Construção do Autor. ....	2
Figura 21 - Mistura de resíduos para construção dos corpos de prova. Fonte: Construção do Autor.....	2
Figura 22 - tabela de composição dos corpos de prova. Fonte: Construção do Autor	2
Figura 23 - Construção dos corpos de prova. Fonte: Construção do Autor. ....	2

Figura 25 - Corpos de prova sendo submetidos aos ensaio de tração. Fonte: O Autor. .....	2
Figura 24 - Máquina EMIC DL 10000 .....	2
Figura 26 - Matriz da placa. ....	2
Figura 27 - Moldura de Madeira para estruturação da parede. ....	2
Figura 28 - Parede de alvenaria pronta.....	2
Figura 29 - Aplicação da Argamassa para o revestimento. ....	2
Figura 30 - Placa de revestimento assentado.....	2
Figura 31 - Revestimento de paredes não-argamassados. ....	2
Figura 32 - Jardim Vertical. ....	2
Figura 33 - Bloco Pré-Moldado zigue-zague. ....	2
Figura 34 - Wall Green. ....	2
Figura 35 - Green Wall Ceramic. ....	2
Figura 36 - Vasos e Trelças. ....	2
Figura 37 - Vaso de fibra de coco. ....	2
Figura 38 - Quadro Vivo.....	2
Figura 39 - Vasos Meia Lua. ....	2

# INTRODUÇÃO



## Introdução

A proposta deste trabalho é desenvolver novos produtos a partir da utilização de resíduos de PRFV (plástico reforçado com fibra de vidro) gerados por empresas que desenvolvem produtos com este. O PRFV é um compósito formado pela mistura de um reforço (fibra de vidro) a uma matriz polimérica (resina poliéster ou de outro tipo de resina) e uma substância catalisadora de polimerização. A partir da constituição deste material é possível a fabricação de diversos produtos tais como caixas d'águas, hélices de barcos, piscinas, carrocerias de veículo, telhas e até mobiliários, pois o mesmo permite diversos formatos e não possui limite de dimensionamento.

O PRFV desperta o interesse da indústria pela sua versatilidade no uso, mas em compensação se constitui numa ameaça ao meio ambiente por possuir baixa degradabilidade, gerando grandes volumes de resíduos por ano devido as imperfeições presentes nos projetos e resíduos gerados durante o processo de fabricação. Os danos causados a saúde pela geração desses resíduos vão desde problemas relacionados à saúde dos trabalhadores envolvidos no processo até as pessoas que possam vir a ter contato com o produto por meio da inalação da fumaça gerada pela queima desse produto pós-descarte.

Empresas e indústrias devem se desenvolver buscando atender as implicações de sustentabilidade exigidas pela legislação vigente atual, que permite que uma quantidade mínima destes resíduos sejam dispostos em locais adequados como os aterros sanitários reduzindo potencialmente os danos ao meio ambiente, os resíduos antes mesmo de serem gerados devem ser gerenciados para que venham a ser reduzidos, reaproveitados e/ou reciclados.

Este trabalho teve início com a realização de um estágio de 6 meses na empresa Equifaber, com o intuito de conhecer e ter domínio dos processos produtivos adotados pela empresa, o seguimento de mercado no qual atua e os produtos que oferece.

Durante este período foi possível coletar dados sobre as fases do processo produtivo dos produtos em PRFV, como também foi realizada a identificação em quais dessas fases eram gerados os resíduos. Para na sequência propormos a fabricação de novos produtos pela Equifiber utilizando os resíduos por ela mesmos gerados, mas buscando ainda não comprometer seu processo produtivo atual e nem sair do seu mercado alvo que é a construção civil, uma vez que seus principais produtos são caixas de água, toldos e caixas de esgoto.

Para realização deste trabalho foi adotado como procedimentos as seguintes atividades: identificação do processo produtivo adotado pela empresa; identificação dos tipos de resíduos gerados nos processos de fabricação dos diversos produtos; construção e amostras a partir dos resíduos; e realização de ensaios, para só então definirmos as características do novo material e partimos para uma geração de novos produtos a partir deste material criado.

O novo material gerado a partir destes resíduos se mostrou possível de ser utilizado como revestimento vertical, atendendo assim ao mercado da construção civil. Neste também se incorporou o conceito de jardins verticais, uma tendência de mercado da construção civil que pode ser utilizada em ambientes internos e externos como forma de melhorar a qualidade dos mesmos além de proporcionar uma melhoria visual destes espaços tanto urbanos quanto internos.

Acreditamos ainda que seja possível desenvolver outros produtos a partir do material aqui apresentado.

# 1 Necessidade

A Equifiber é uma empresa que há mais de trinta anos atua no mercado nacional produzindo e comercializando produtos em Plástico Reforçado com Fibra de Vidro-PRFV. A empresa usa o processo de spray-up, uma técnica que utiliza molde aberto e pistola para fabricar seus produtos, porém este processo gera variados tipos de resíduos. As grandes proporções de resíduos gerados durante o processo são uma preocupação para a empresa, pois, o descarte de materiais compósitos demanda altos investimentos para depositá-los em aterros sanitários onde se acumulam por não serem biodegradáveis. Ainda quando a opção da empresa é pela reciclagem, os processos já existentes são bastante complexos.

O acúmulo deste material nas dependências da empresa também gera problemas por demandarem grandes áreas, as quais poderiam estar sendo utilizadas pelos processos produtivos e por poderem causar incêndios ao contato com qualquer foco de calor intenso, trazendo prejuízo para empresa.

Diante dos altos custos e problemas ambientais em se depositar estes resíduos nos aterros e das problemáticas geradas por seu acúmulo na empresa Equifiber, vimos a necessidade de reutilizar esses resíduos para a geração de novos produtos.



**Figura 1 - Local onde são depositados resíduos na Equifiber**  
**Fonte: O Autor.**

## Justificativa

Atualmente os resíduos oriundos dos processos com o PRFV na Equifiber estão sendo armazenados dentro da própria empresa sendo acumulado de maneira desordenada e ocupando muito espaço, além de gerar problemas dificultando o fluxo de muitas atividades, como a de carga, transporte e descarga de produtos em processos e mesmo matérias-primas. Também existe a preocupação quanto ao risco de incêndios, tendo em vista que o PRFV é um compósito constituído de um polímero, material inflamável, existindo o risco de incêndios e consequentemente maiores danos à empresa, semelhante ao que ocorreu no ano de 2013 na Equifiber, onde um de seus funcionários ao juntar folhas de árvores que caíam no chão, às queimou próximo ao local que se armazenava os resíduos, possibilitando que o fogo se alastrasse sobre os resíduos provocando um grande incêndio gerando prejuízos à empresa.

## Objetivo Geral

Propor a fabricação de novos produtos a partir dos resíduos oriundos dos processos produtivos do PRFV na empresa Equifiber.

## Objetivos Específicos

- ❖ Reconhecer os processos produtivos do PRFV na empresa Equifiber;
- ❖ Classificar e identificar os resíduos gerados durante os processos de fabricação;
- ❖ Criar novos produtos utilizando os resíduos do PRFV considerando a viabilidade técnica da empresa Equifiber.

## 2 Contextualização

### Equifiber

A Equifiber, localizada em Campina grande, Paraíba, foi pioneira no estado na produção de produtos em “fibra de vidro”. A empresa tem como seguimento principal de atuação o da construção civil, desenvolvendo produtos como caixas d’água, calhas, toldos, além de trabalhar com projetos personalizados.

A matéria prima utilizada é o Plástico Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV) que é um compósito formado pela mistura de um reforço, fibra de vidro, a uma matriz polimérica, resina poliéster ou de outro tipo de resina, e uma substância catalisadora de polimerização.

A Equifiber utiliza em seus processos produtivos o que denominamos moldagem de matriz aberta com a aplicação em *spray-up*, por ser um processo considerado mais viável economicamente. O *spray-up* ou moldagem à pistola é o processo de fabricação de compósito mais utilizado, mesmo em regiões altamente industrializadas. Dentre as razões para essa popularidade está o fato da moldagem aberta ser um processo de fácil aplicação, não requerendo altos investimentos e nem conhecimentos técnicos aprofundados (JACOB, 2002). Cerca de 80% dos processos de fabricação utilizados no Brasil são com moldes abertos, que apesar de sua viabilidade técnica e econômica é um processo que gera maior quantidade de resíduos.

As proporções de resíduos que são gerados, nas empresas são uma grande preocupação para a própria empresa bem como para a sociedade e o meio ambiente, pois, o descarte de materiais compósitos demanda altos investimentos para depositá-los em aterros sanitários onde se acumulam por não serem biodegradáveis.



**Figura 2 - Lixão da Cidade de Puxinanã.**

Na Equifiber esta realidade não é diferente, durante todos estes anos fabricando produtos em PRFV, a empresa descartou seus resíduos no lixão da cidade de Campina Grande, pois mesmo com taxas ambientais e o transporte destes resíduos para o “lixão” este descarte era viável economicamente. Porém no ano de 2012 a prefeitura municipal de Campina Grande relocou o antigo “lixão” para o município de Puxinanã (PB), que dista 8 km de Campina Grande, e o transformou em um aterro sanitário, o que tornou inviável o descarte destes resíduos devido os altos custos com o transporte e o atendimento as exigências ambientais a serem seguidas pelo aterro e pela empresa para depositar estes resíduos de maneira correta.

## 3 Referencial Teórico

### 3.1 Compósitos

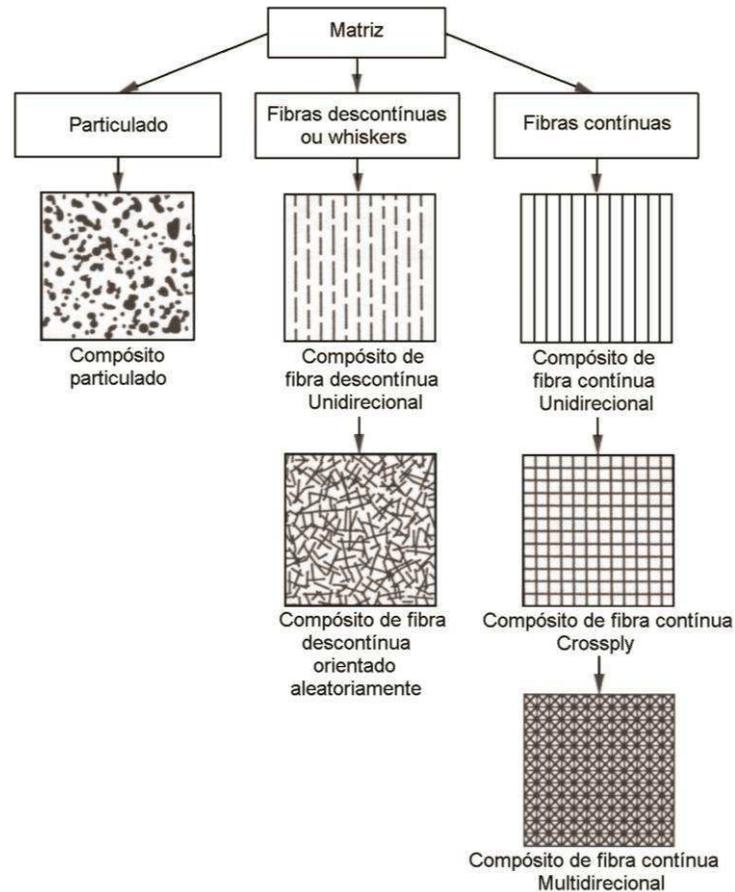


Figura 3 - Fluxograma - Classificação dos materiais compósitos  
Fonte: Daniel e Ishai, 1994.

Materiais *compósitos* ou *compostos* são aqueles que possuem pelo menos dois componentes ou duas fases, com propriedades físicas e químicas nitidamente distintas em sua composição. Separadamente, os constituintes do compósito mantêm suas características, porém, quando misturados, formam um composto com propriedades impossíveis de se obter com apenas um deles. Basicamente um compósito é constituído por um *material matriz (fase matriz)*, o qual confere estrutura ao compósito envolvendo o *material reforço (fase dispersa)*, que por sua vez é o que agrega as propriedades mecânicas, eletromagnéticas ou químicas do composto<sup>1</sup>.

Os compósitos podem variar de acordo com a geometria da fase dispersa que compreende o formato de suas partículas, seu tamanho, distribuição e orientação, que são incorporadas na matriz de acordo com a aplicabilidade para a qual o material será utilizado. O esquema ao lado mostra estas geometrias que a fase dispersa pode apresentar.

Existem três principais materiais matrizes que constituem os compósitos: a matriz polimérica, a matriz metálica e a matriz cerâmica, dentre estas, a mais utilizada é a polimérica por sua versatilidade formal, viabilidade econômica e técnica, foco deste trabalho.

Um compósito de matriz polimérica é um material constituído de um polímero (resina) termofixo ou termoplástico, geralmente poliéster, polipropileno ou epóxi, combinada com um reforço fibroso de fase dispersa. Este reforço pode ser de fibra de vidro, fibra de carbono, fibra de aramida entre outras. Dentre estas a mais utili-

<sup>1</sup> FONTE: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Comp%C3%B3sito>

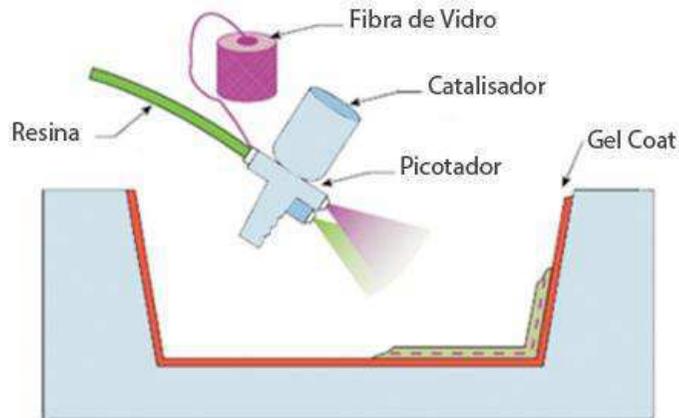


Figura 4 - Processo de moldagem aberta sprayup.



Figura 5 - laminação do PRFV pelo processo de Sprayup.  
Fonte: Construção do Autor

zada é a fibra de vidro. Segundo Wiebeck e Harada (2005) as fibras de vidro são as mais utilizadas devido ao baixo custo em relação a outros reforços, além de possuírem baixo coeficiente de dilatação térmica, boa resistência ao impacto, alta resistência a tração e notável flexibilidade de conformação.

Desse modo o compósito de matriz polimérica reforçado com fibra de vidro ou plástico reforçado com fibra de vidro - PRFV, como é mais conhecido, é um dos materiais mais utilizados no mundo por suas propriedades, boa resistência na aplicação em diversos produtos inclusive na indústria aeronáutica, seus processos de fabricação ser mais viáveis economicamente e tecnicamente e por ser um material que chega a ser 20 vezes mais barato que matrizes poliméricas que utilizam outras fibras como a de carbono.

Os processos de produção de PRFV podem ser agrupados em moldagem aberta ou moldagem fechada. Na moldagem aberta *spray-up* e *hand lay-up*, apenas uma das faces da peça fica em contato com o molde. Já os processos com moldes fechados (*Resin Transfer Molding —RTM*, *Sheet Molding Compound—SMC* e *Bulk Molding Compound - BMQ*) utilizam dois moldes - macho e fêmea (PINTO, 2002). O *spray-up* ou moldagem à pistola é o processo de fabricação de compósitos mais usados no mundo, mesmo em regiões altamente industrializadas.

Porém, apesar da viabilidade técnica e econômica, o *spray-up* ou outros processos de moldagem aberta geram grandes quantidades de resíduos durante a fabricação dos produtos, no Brasil cerca de 13 mil toneladas de resíduos são gerados por ano (LIMA 2010).

A reciclagem de materiais compósitos de matriz polimérica é complexa. Grande parte dos polímeros utilizados nos compósitos são termofixos, fazendo com que não exista a possibilidade do derretimento da resina para que esta volte ao processo

produtivo. Além disso, o material matriz está associado com a fase dispersa de forma que esta separação dificulta ainda mais a reciclagem dos mesmos.

Existem duas principais formas de reciclagem de compósitos são estas a química e a mecânica. Na reciclagem química o polímero é submetido a uma degradação térmica onde este se transforma em um hidrocarboneto que é utilizado para composição de polímeros virgens ou para indústria petroquímica, porém este processo é complexo; demandando um alto nível técnico e econômico para sua realização.

Já a reciclagem mecânica se baseia na redução dos resíduos ou peças rejeitadas em partículas menores geralmente através do processo de moagem, estas partículas variam na sua granulometria, dimensões dos grãos/partículas do material, de acordo com o uso o qual vai se fazer destes. Estes tipos de resíduos triturados, podemos assim dizer, são utilizados principalmente como carga que são substâncias, geralmente minerais, que são utilizadas para melhorar características dos materiais como a de resistência térmica, mecânica ou até mesmo para baratear materiais como resinas e cerâmicas, voltando ao processo de fabricação de polímeros, argamassas, cerâmicas e etc.

## 3.2 Resíduos

Podemos entender por resíduos tudo o que não venha a ser aproveitado nas atividades desenvolvidas pelo homem provenientes das residências, ambientes industriais e comerciais.



Figura 6 - Resíduos Sólidos.

### Resíduos Sólidos

São todos os **restos sólidos** ou **semi-sólidos** das atividades humanas ou não humanas, que embora possam não apresentar utilidade para a atividade fim de onde foram gerados, podem virar insumos para outras atividades, de forma direta ou indireta. Direta quando, por exemplo, se utilizam aparas de embalagens laminadas descartadas pelas indústrias para confecção de placas e compensados, indireta a exemplo da utilização de combustíveis para geração de energia utilizada em diversos processos<sup>2</sup>.

Nos processos industriais resíduos são definidos como “matéria-prima e insumos não convertidos em produto”, sua geração representa perda de lucro para a indústria, tecnologias e processos que visem à diminuição dessas perdas ou reaproveitamento dos resíduos são consideradas de fundamental importância.

A ABNT (NBR10004: 2004) define resíduos sólidos como:

<sup>2</sup> FONTE: <http://www.infoescola.com/ecologia/definicao-de-residuos-solidos/>



**Figura 7 - Resíduos Industriais.**

“Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.”

Essa definição refere-se a Resíduos Sólidos Industriais, que segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS são aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais.

Há décadas se discute a preocupação com a geração de resíduos tanto na esfera nacional quanto internacional, isso se dá devido à consciência coletiva com relação ao meio ambiente, preocupação que envolve os três níveis do governo, a sociedade civil e a iniciativa privada.

A aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, marcou o início de uma forte articulação institucional envolvendo os três entes federados - União, Estados e Municípios, o setor produtivo e a sociedade em geral - na busca de soluções para os problemas na gestão dos resíduos sólidos que comprometem a qualidade de vida dos brasileiros.

A partir de agosto do ano de 2010, baseado no conceito de responsabilidade compartilhada, a responsabilidade pela gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos passou a ser de todos os envolvidos na sociedade:

**Ao cidadão** - cabe a responsabilidade pela disposição correta dos resíduos gerados, sendo convidados também a rever o seu papel como consumidor.

**O setor privado** - é responsável pelo gerenciamento de forma consciente dos resíduos sólidos, sua reincorporação na cadeia produtiva e pelas inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, sempre que possível.

**Aos três níveis de governo (federal, estadual e municipal)** - estes são responsáveis pela elaboração e implementação dos planos de gestão de resíduos sólidos, assim como dos demais instrumentos previstos na PNRS.

Se manejados de maneira adequada, esses resíduos adquirem valor comercial podendo ser utilizados em forma de novas matérias-primas ou insumos.

A implantação de sistemas que reutilizem esses resíduos como matéria prima, apresenta aspectos positivos no âmbito social, ambiental e econômico, pois tende a diminuir o consumo dos recursos naturais, proporcionar abertura de novos mercados, geração de trabalho, emprego e renda, conduzindo a inclusão social e diminuindo impactos ambientais provocados pela disposição inadequada dos resíduos.

# PRÉ-PROJETO



## 4 Processo produtivo da Equifiber

Para compreensão da fabricação dos produtos em PRFV, foram realizadas visitas técnicas a empresa Equifiber que visaram identificar cada fase do processo produtivo mostrando desde a aplicação do desmoldante até a concepção dos produtos por ela fabricados, identificando onde e quais são os resíduos gerados durante o processo.

Para melhor compreensão, abaixo o Fluxograma do processo:

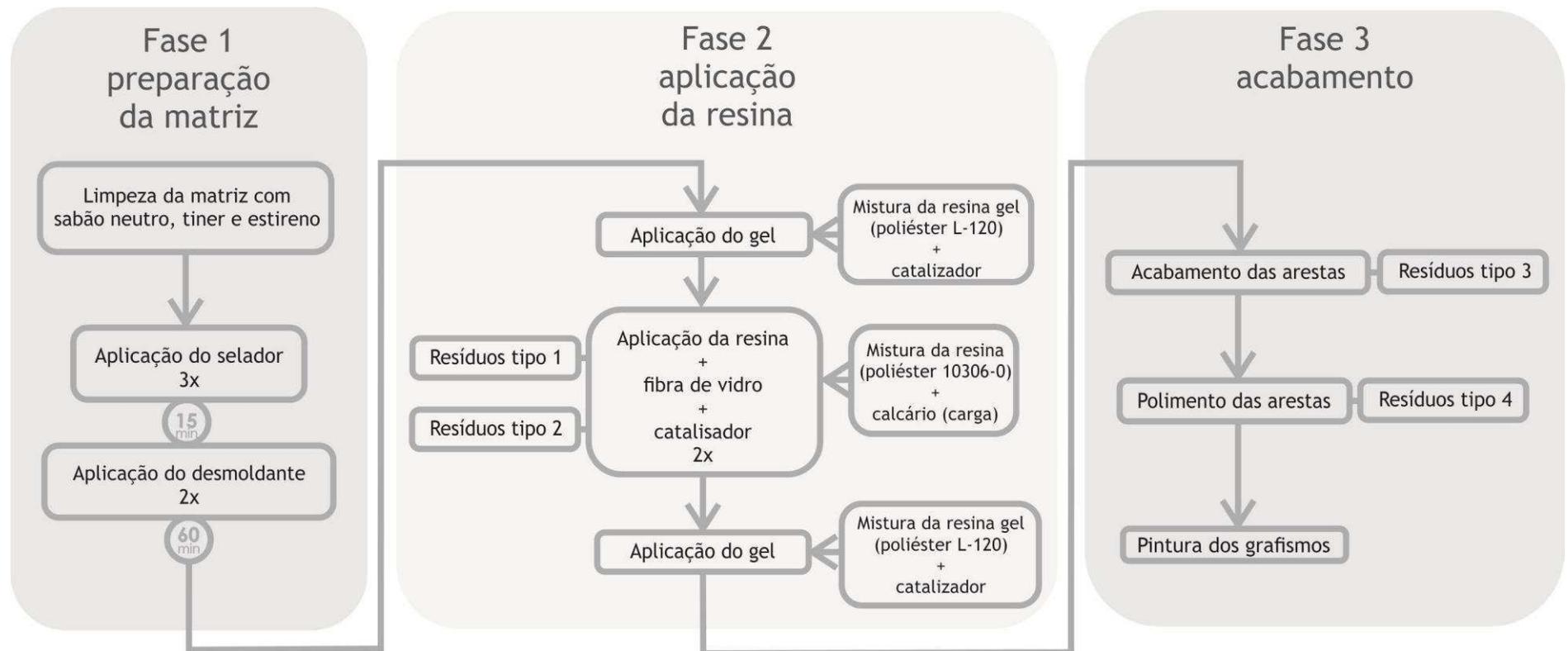


Figura 8 - Fluxograma Processo de Fabricação PRFV. Fonte: Construção do Autor.



Figura 9 - Matriz n aplicação da cera e álcool desmoldante. Fonte: O Autor.



Figura 10 - Aplicação do gel a matriz. Fonte: O Autor.



Figura 11 - Laminação do PRFV com processo Sprayup. Fonte: O Autor.

## FASE 1- Preparação da Matriz

Tem como finalidade isolar a matriz para receber a resina com a fibra de vidro. Este isolamento é realizado a partir da limpeza da matriz com detergente neutro, thinner e estireno, retirando todos os resíduos da superfície. Após esta limpeza se faz aplicação do selador (ou cera) para a impermeabilização da matriz, e depois a aplicação do álcool desmoldante (Fig. 9) que faz com que a peça não cole na matriz, evitando que ambas se danifiquem.

## FASE 2- Aplicação da resina

A resina é aplicada à matriz através do processo de *spray-up*, onde usa-se uma pistola conectada a um compressor, aplicando o gel, resina de poliéster L-120 (Fig. 10), e o catalisador sobre a matriz antes da aplicação da resina de poliéster 10306-0 catalisada e a fibra (Fig. 11) onde a laminação da fibra são aplicadas varias camadas de acordo com a espessura das paredes do produto desejado. Por ultimo, uma camada do gel poliéster L-120 (Fig. 10) para acabamento da peça.



Figura 12 - Desmoldagem de uma caixa d' água. Fonte: O Autor.

### FASE 3- Acabamento

A peça depois de polimerizada é desmoldada (Fig. 12) e se inicia um processo de aparar (Fig. 13) e lixar as bordas (Fig. 14) para o acabamento retirando as rebarbas e uniformizando as aristas do produto. Também nesta fase alguns produtos passam por uma pintura de grafismos que trazem a identificação da empresa e informações técnicas sobre o produto (Fig. 15).



Figura 13 - Aparas das rebarbas da caixa d' água. Fonte: O Autor.



Figura 14 —Lixamento das bordas da caixa d' água. Fonte: O Autor.



Figura 15 - Pintura dos grafismos nas caixas d' água. Fonte: O Autor.

## 4.1 Identificação e classificação dos resíduos

Ao longo do processo de fabricação do PRFV são gerados alguns tipos de resíduos os quais foram classificados e denominados neste trabalho com o intuito de se iniciar um estudo para o reaproveitamento dos mesmos.

### TIPO 1 – Flocos

Etapa do processo: Fase 2- aplicação da resina;

Atividade geradora: aplicação da resina catalisada e o rolin de fibra de vidro sobre a matriz através de uma pistola onde parte do que é aplicado cai sobre o piso ocorrendo à polimerização e se formando o resíduo;

Características do resíduo: volumoso e rígido;

Observações: um dos mais gerados no processo produtivo.



Figura 16 - Flocos. Fonte: O Autor.

### TIPO 2 – Fios

Etapa do processo: Fase 2- aplicação da resina;

Atividade geradora: proveniente do corte do tecido de fibra de vidro que serve para reforçar produtos como caixas d água e reservatórios;

Características do resíduo: flexível e desfia.



Figura 17 - Fios. Fonte: O Autor.



Figura 18 - Pedacos. Fonte: O Autor.



Figura 19 - Pó. Fonte: O Autor.

### TIPO 3 – Pedacos

Etapa do processo: Fase 3- acabamento;

Atividade geradora: aparas das bordas dos produtos uniformizando-as;

Características do resíduo: Rígido e grande;

Observações: este resíduo por ser grande (aprox. 15 cm cada pedaço) quando acumulado gera muito volume (aprox. 19.500 cm<sup>3</sup> a cada 800 g) tomando muito espaço, assim como é um dos resíduos mais gerados pela empresa.

### TIPO 4 – Pó

Etapa do processo: Fase 3- acabamento;

Atividade geradora: processo de lixamento das bordas dos produtos para o acabamento final;

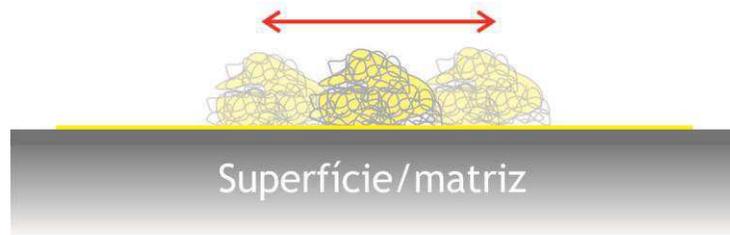
Características do resíduo: fino e leve;

Observações: este é um dos resíduos que menos são gerados por o lixamento dos produtos ser um processo rápido, entretanto é o mais prejudicial a saúde dos trabalhadores, pois, quando as bordas são lixadas a fibra de vidro juntamente com a resina polimerizada são transformadas em pó e pulverizada no ar podendo ser inalada pelos trabalhadores causando problemas de irritações respiratórias e quando em contato com a pele ou com os olhos.

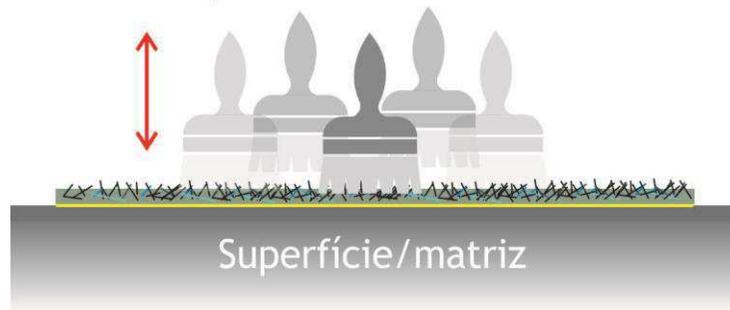
## 4.2 Composições de novos materiais a partir dos resíduos identificados

Após observar o processo produtivo da Equifiber na produção de produtos em PRFV e a identificação dos resíduos gerados e a sua classificação, se iniciou um processo de estudo para o reaproveitamento destes resíduos triturando-os e/ou os incorporando dentro das mesmas matrizes poliméricas já utilizadas nos processos produtivos da empresa. Não houve um método científico específico para que se pode ser seguido no desenvolvimento deste novo material devido as particularidades dos resíduos, desse modo este trabalho seguiu um método próprio.

## Aplicação de cera e álcool



## Laminação da resina com resíduos



## Desmoldagem da placa

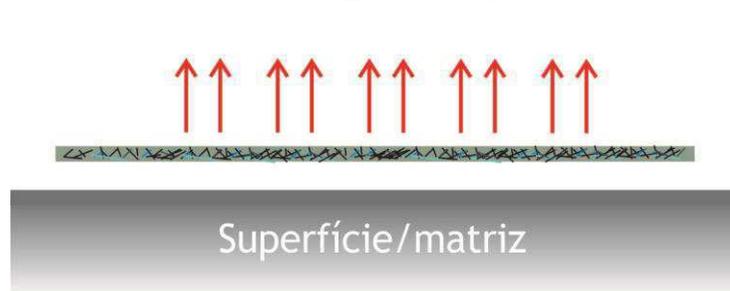


Figura 20 - Esquema da construção das placas para incorporação dos resíduos nas resinas. Fonte: Construção do Autor.

## Incorporação dos resíduos na resina

Através da laminação manual foram criadas placas para se visualizar como os resíduos se comportavam dentro das resinas utilizadas na empresa Equifiber. Para construção destas placas se adotou os seguintes procedimentos (Fig. 20):

**Preparação da superfície** - aplicação da cera e o álcool desmoldante com uma bucha de algodão sobre a matriz;

**Laminação** - laminação manual (com pincel) das resinas junto aos resíduos;

**Desmoldagem** - desmoldagem da placa.

Este procedimento permitiu observar as texturas resultantes assim como os acabamentos dos materiais criados.

Foram levados em consideração apenas os resíduos tipo 1 (flocos) e 3 (pedaços) para este experimento por serem os que mais são gerados na fabricação dos produtos em PRFV.



Bucha



Pincel



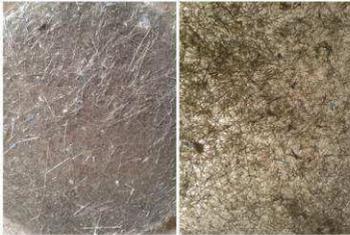
Camada cera e álcool



Resina + Resíduos



Movimento

Imagem		Composição	Resultados encontrados
<div style="display: flex; justify-content: space-around; font-size: small;"> <span>Verso</span> <span>Frente</span> </div> 	<p align="center"><b>Experimento 1</b> Resíduo tipo 1(flocos) + Resina de poliéster 10306-0</p>	<p>Pode-se notar que na face em contato com a matriz (forma) obtemos um acabamento liso e polido dando para ver entre a resina um pouco dos resíduos, enquanto que na outra face podemos perceber tanto visualmente como de forma tátil a presença dos resíduos.</p>	
	<p align="center"><b>Experimento 2</b> Resíduo tipo 1(flocos) + Resina de poliéster 10306-0 + Carga de calcario</p>	<p>Pela presença do calcário na resina torna a peça mais fosca inibindo a visualização dos resíduos na parte com acabamento liso, mas mantendo as mesmas propriedades ásperas e visuais do outro lado.</p>	
	<p align="center"><b>Experimento 3</b> Resíduo tipo 1(flocos) + Resina de poliéster cristal 7561</p>	<p>A placa gerada apresenta um melhor acabamento tanto do lado liso como do áspero sendo translúcida pelo tipo de resina que a compõe. Esta porém se torna mais flexível e conseqüentemente mais frágil que os outros experimentos.</p>	
	<p align="center"><b>Experimento 4</b> Resíduo tipo 1(flocos) + Resina de poliéster 10306-0 + Pigmento</p>	<p>A parte frontal da placa ficou opaca por causa do pigmento na resina , inibindo a visualização dos resíduos, mas a parte posterior se pode perceber tanto visualmente com de forma tátil a presença dos resíduos.</p>	
	<p align="center"><b>Experimento 5</b> Resíduo tipo 3(pedaços) + Resina de poliéster 10306-0</p>	<p>Podemos perceber que devido ao uso da resina pura, sem nenhuma carga, se pode visualizar as várias pigmentações dos resíduos, gerando um aspecto visualmente interessante. Também pelo o uso resíduo tipo 3 ser constituído de pedaços a placa do experimento obteve uma espessura maior do que a dos outros experimentos tornando-a mais resistente.</p>	

### Conclusão da incorporação dos resíduos

Os resíduos se incorporam bem tanto na resina de poliéster 10306-0 (opaca) quanto na resina de poliéster cristal 7561 (translúcida);

Sempre se tem uma face lisa e uma áspera;

É possível enxergar a textura visual principalmente nos experimento 1 que utiliza a resina de poliéster 10306-0 sem carga e os resíduos tipo 1- flocos, e o experimento 3 que utiliza resina de poliéster cristal 7561 e também o os resíduos tipo 1- flocos;

O experimento 5 por utilizar os resíduos tipo 3- pedaços apresentou uma espessura mais grossa pelos tamanhos do resíduo e conseqüentemente a deixando mais resistente.

## Construção dos corpos de prova

Na incorporação dos resíduos na resina foram geradas conclusões empíricas sobre algumas propriedades demonstradas pelos materiais. Porém tivemos a necessidade de se estudar o material com dados mais concretos de forma a obtermos informações quanto à resistência mecânica do material.

Desse modo foi necessário se fazer ensaios de tração para comparar valores de resistência mecânica entre materiais que utilizam a fibra de vidro virgem e os que utilizam os resíduos como fase dispersa. Para realização dos ensaios foram construídos corpos de provas, onde devido a irregularidade dos resíduos se teve a necessidade de criar um método próprio, para este trabalho, pois com os métodos e normas existente não era possível a construção dos corpos com os resíduos.

Como parâmetro foi utilizada dimensões semelhantes aos definidos para corpos de prova de material polímeros, onde as dimensões baseadas foram de 150 mm de comprimento, 30 mm de largura e 5 mm espessura.

Para composição dos corpos foram misturados os tipos de resíduos 1 (flocos) e 3 (pedaços) para que suas propriedades de acabamento e de resistência fossem agregadas em um só composto (fig.21), e foi utilizado como matriz polimérica resina de poliéster 10306-0 por ser a utilizada para nos produtos pele Equifiber.



Figura 21 - Mistura de resíduos para construção dos corpos de prova. Fonte: Construção do Autor.

Os corpos de prova foram feitos com quatro composições diferentes cada uma com cinco corpos, como demonstrado no quadro (Fig.22).

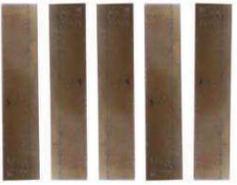
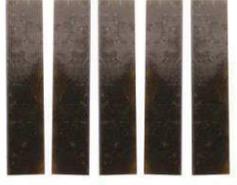
Corpo de Prova	Composição	Quantidade
	Resíduo de PRFV + Resina de poliéster 10306-0 + Caraga de calcário	5
	Fibra de vidro (rolvin) + Resina de poliéster 10306-0	5
	Resíduo de PRFV + Resina de poliéster 10306-0	5
	Fibra de vidro (rolvin) + Resina de poliéster 10306-0 + Caraga de calcário	5
<b>TOTAL</b>		20

Figura 22 - tabela de composição dos corpos de prova. Fonte: Construção do Autor



Figura 23 —Construção dos orpos de prova. Fonte: Construção do Autor.

Para confecção dos corpos de prova utilizamos o mesmo método que foi usado para a confecção das placas para “incorporação dos resíduos na resina”, que através do processo de laminação manual, a resina e a fibra são aplicadas sobre uma superfície com um pincel, laminando uma camada sobre a outra até alcançar a espessura desejada.

O processo de laminação manual não permite muito controle sobre a uniformidade total do corpo de prova quanto à espessura, mas este é o melhor modo para laminação utilizando os resíduos, pois os mesmos possuem volume e formas que impossibilita o uso do maquinário da laminação a pistola (spray-up).

A laminação dos corpos constitui em 4 etapas básicas (fig.23):

**Preparação da superfície**- aplicação da cera e álcool desmoldante e traçar a área onde será laminada cada tipo de corpo de prova;

**Laminação das placas que não originar os corpos**- laminação manual feita através de um pincel, ressaltando que as placas que utilizaram resíduos foi necessário uma moldura de madeira para uma maior uniformidade destas;

**Padronização das placas**- depois de desmoldadas as placas foram cortadas e lixadas lateralmente para a sua padronização de tamanho;

**Dimensionar e cortar os corpos de prova nas placas** foram traçados os corpos de prova nas placas nos seus dimensionamentos corretos e logo após houve o corte destes.

## Ensaio de Tração

Após a construção dos corpos de prova estes foram submetidos ao ensaio de tração que tem como objetivo medir a resistência do material quando submetido a um esforço que tende a alongá-lo ou esticá-lo até à ruptura.

O ensaio foi realizado no laboratório do departamento de engenharia de materiais da UFCG, com a orientação do Professor Marcelo Rabelo e com a ajuda do aluno Mathias, graduando em materiais.

A realização dos ensaios de tração foi totalmente computadorizada, utilizando a máquina de ensaio de tração modelo DL 10000 da EMIC - Equipamento e e Sistemas de Ensaio Ltda., com velocidade de deslocamento de 5 mm/min, onde os corpos foram alongados até ocorrer a ruptura dos mesmo, gerando assim dados quantitativos através de gráficos<sup>3</sup> demonstrando o comportamento do material durante o teste.



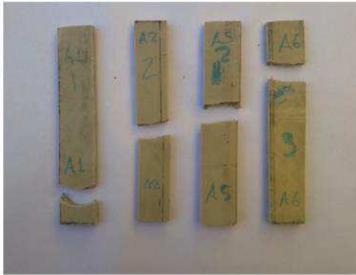
Figura 25 - Máquina EMIC DL 10000



Figura 24 - Corpos de prova sendo submetidos aos ensaio de tração. Fonte: O Autor

<sup>3</sup> Gráficos de cada ensaio em anexo.

## Imagem



## Características

**Corpo de prova A**  
Resíduo de PRFV  
+  
Resina de poliéster 10306-0  
+  
Carga de calcario  
**Força média suportada\*:** 234,5 Kgf

## Resultados encontrados

Os corpos de prova A demonstraram baixo grau de dilatação rompendo-se rapidamente. Alguns corpos de provas foram comprometidos por apresentarem superfície lisa, estes deslizaram da máquina de ensaio. As áreas de rompimento dos corpos foram aleatórias apresentando o rompimento próximo à região das pinças a máquina de ensaio e no centro do corpo, onde posição de quebra está diretamente relacionada a irregularidade da distribuição dos resíduos na construção dos corpos.



**Corpo de prova B**  
Fibra de vidro  
+  
Resina de poliéster 10306-0  
**Força média suportada\*:** 1236 Kgf

Os corpos de prova B demonstraram ser resistentes a tração suportando ate 5 vezes mais da tração aplicada pelos corpos de prova com os resíduos demonstrando grande resistência devido as fibras de vidro. Durante o ensaio percebemos que à medida que os corpos de prova iam sendo tencionados as fibras romperam-se lentamente fazendo com que o material resistisse mais a tração. Um fator importante observado foi a presença da resina sem carga, que auxiliou a fibra na resistência.



**Corpo de prova C**  
Resíduo de PRFV  
+  
Resina de poliéster 10306-0  
**Força média suportada\*:** 241,9 Kgf

Os corpos de prova C demonstraram comportamento semelhante aos do tipo A, estes não resistiram a tração e se romperam de forma imediata. Analisamos que pela utilização da resina sem carga a força para o rompimento foi um pouco superior que realizada rompimento dos corpos A.



**Corpo de prova D**  
Fibra de vidro  
+  
Resina de poliéster 10306-0  
+  
Carga de calcario  
**Força média suportada\*:** 791,8 Kgf

Os corpos de prova D apresentaram valores de resistência mais aproximados dos corpos B. Podemos atribuir esta força às fibras de vidro observando que estas tem fator primordial para resistência do PRFV. Um fator a se ressaltar é quanto ao local da ruptura dos corpos de prova, pois todos os quatro corpos se romperam próximo as pinças da máquina levando a considerar que a laminação, por ser manual e sem muita precisão possa ter influenciado na área onde houve as rupturas.

\*Força média aplicada na tração dos corpos de prova

### Conclusão dos ensaios de tração

A fibra de vidro e a resina de poliéster 10306-0 sem carga (corpos de prova B) proporcionam mais resistência ao material que os resíduos e à própria resina sendo adicionada a carga de calcário;

Apesar da baixa resistência a tração dos materiais com os resíduos estes são capazes de compor produtos que não necessitem suportar grandes forças;

A organização na forma de laminação dos resíduos podem determinar áreas de fragilidade do material;

Não existe diferenças significantes em termos de resistência no uso da resina com carga e a sem carga;

## 5 Produto a ser desenvolvido

Munido das conclusões alcançadas com a realização dos ensaios e dos experimentos, foi possível determinar que possibilidades de produtos podem ser desenvolvidos a partir da reutilização dos resíduos de PRFV que respeitem as limitações de resistência encontradas nos corpos de prova e demonstradas pelos testes, buscando tornar a parte texturizada numa área funcional do futuro produto.

Em função das indicações obtidas através dos experimentos e ensaios realizados, e considerando o processo de fabricação e o nicho de mercado o qual a empresa Equifiber trabalha (construção civil), foram listados requisitos principais a serem considerados para a definição dos tipos de produtos a serem desenvolvidos:

Respeitar as limitações de resistência do material;

Tornar a parte texturizada funcional no produto;

Respeitar as limitações técnicas da Equifiber.

Levando em consideração estas especificações percebe-se a possibilidade de desenvolver luminárias, mobiliário para área externa, banquetas, combogós, revestimentos para paredes e vasos para plantas.

Com o objetivo de darmos uma resposta mais rápida a Equifiber optamos por desenvolver um produto para ser utilizado como revestimento. Este devido a limitações de resistência do material será desenvolvido para superfícies verticais onde este terá o conceito de jardins verticais com o objetivo de propor um produto que apresente um valor agregado.

A escolha por revestimentos de paredes, traduzidos em Jardins verticais, se deu pelo fato desse elemento estar se tornando cada vez mais uma tendência arquitetônica devida o aumento da urbanização e a necessidade de melhorar a qualidade de vida nos ambientes urbanos. Embora a proposta deva considerar a sua utilização e aplicação em ambientes internos e/ou externos, tornando estes ambientes mais agradáveis em termos visuais e estéticos.

Para o desenvolvimento de um novo produto para revestimento se faz necessário à realização de mais um teste, o de adesão, que vai validar a possibilidade de se criar o revestimento por este poder se aderir através de argamassas às superfícies verticais.



Figura 26 - Matriz da placa.



Figura 27 - Moldura de Madeira para estruturação da parede.



Figura 28 - Parede de alvenaria pronta.

## Teste de Adesão

Para se testar à aderência do novo material (resina de poliéster 10306-0 + carga de calcário + resíduos) á uma superfície vertical, foi necessária a produção de uma placa do material com dimensões de 25 cm x 25 cm x 1 cm (largura x comprimento x altura) baseada no dimensionamento dos revestimentos cerâmicos simples encontrados no mercado.

Tornou-se necessário também a construção de uma parede de alvenaria conforme a norma da ABNT NBR 13529/2013 que especifica todas as camadas de argamassas a serem aplicadas nas paredes para um melhor revestimento da alvenaria. A parede foi construída dentro de uma armação de madeira com dimensões de 40 cm x 40 cm deixando uma margem para a placa do material. A parede foi composta pelo assentamento de tijolos cerâmicos de oito furos com a argamassa de cimento portland. A parede recebeu as camadas de chapisco, emboço e reboco assim como define a norma.

### Procedimento para o teste de adesão:

1. Aplicação da Argamassa colante indicada para o revestimento sobre a parede;
2. Colocação da placa do material sobre a argamassa pressionando-a de forma a firmá-la na parede;
3. Retirada dos excessos de argamassa e aplicação de nova pressão sobre a placa de forma a proporcionar melhor adesão sobre a mesma;



Figura 29 - Aplicação da Argamassa para o revestimento.



Figura 30 - Placa de revestimento assentado.

Decorrido o período de 24 horas após a placa ser assentada sobre a parede, foram realizadas tentativas de removê-la de forma a certificar-se da aderência do novo material à argamassa. Durante a realização do teste a placa firmeza e segurança quando fixada a parede.

Por fim, colocamos a placa juntamente com a parede em ambiente aberto ficando submetidas durante 30 dias as intempéries, ao sol, a chuva e ventos com o objetivo de avaliarmos como o material se comportaria.

Essa etapa de testes buscou observar as possíveis presenças de fissuras na argamassa próxima a placa, o que demonstraria a dilatação do material, possíveis deformações e/ou alterações na coloração da placa.

#### Conclusão do teste de adesão

O novo material (resina de poliéster 10306-0 + carga de calcário + resíduos) se mostrou eficaz a aderência à argamassa, apto ao desenvolvimento de revestimento não demonstrando nenhuma deformação ou descoloração diante das intempéries as quais foi submetido, o que nos permite concluir que este novo material (resina de poliéster 10306-0 + carga de calcário + resíduos) se presta ao desenvolvimento de produtos para revestimento de superfícies verticais.

## 5.1 Revestimentos

Revestimentos são todos os procedimentos utilizados na aplicação de materiais de proteção e de acabamento sobre superfícies horizontais ou verticais de uma edificação ou obra de engenharia, tais como: alvenarias e estruturas. Nas edificações, consideraram-se três tipos de revestimentos: revestimento de pisos, revestimento de tetos ou forros e revestimento de paredes<sup>4</sup>.

Revestimentos de piso ou pavimentação é qualquer superfície contínua ou descontínua que tem como função permitir o trânsito pesado ou leve, sendo constituídos de diversos materiais tanto naturais (madeiras, arenito, granito e etc) como artificiais (granítica, ladrilho hidráulico, concreto e etc).

Os revestimentos de teto ou forro são um sistema de revestimento superior de um ambiente, que pode proporcionar conforto térmico, acústico e estético além de poder fornecer condições para adaptação de luminárias, alarmes, sprinklers, dutos de ar condicionado e outras instalações.

Já os revestimentos de parede têm por finalidade regularizar a superfície, proteger contra intempéries, aumentar a resistência da parede e proporcionar estética e acabamento (fig.31). Os revestimentos de paredes são classificados de acordo com o material utilizado como revestimentos argamassados e não-argamassados. Os revestimentos argamassados são os procedimentos tradicionais com argamassa que visam regularizar e uniformizar as superfícies, corrigindo irregularidades, prumos e alinhamentos.

Estes seguem o padrão tradicional de no mínimo três camadas sobrepostas contínuas e uniformes chamadas: chapisco, emboço e reboco. Os revestimentos não-



Figura 31 - Revestimento de paredes não-argamassados.

<sup>4</sup> Notas de Aula adquiridas durante aula da Disciplina Construção Civil.

argamassados são constituídos de elementos naturais ou artificiais sendo aplicados sobre o esboço com argamassa colante ou estruturas especiais de fixação podendo estes ser revestimentos cerâmicos, de pastilhas de porcelana, de pedras naturais, de mármore e granitos polidos, de madeira, de plástico e de alumínio, podendo proporcionar a alvenaria acabamento antialérgico, facilidade de limpeza, durabilidade a parede e atributos estético de beleza.

## 5.2 Jardins verticais



Figura 32 - Jardim Vertical.

Jardins verticais pode-se definir como uma parede parcial ou completamente coberta com vegetação onde nesta se tem um meio de crescimento para as plantas, tal como o substrato de solo. Estas podem estar dispostas em ambientes internos e/ou externos podendo incluir ou não um sistema de irrigação integrado.

Este tipo de jardim pode variar de acordo com o modo de instalação das plantas podendo ser chamado de parede verde quando a parede é completamente coberta pela vegetação onde se utiliza de um tecido sintético com bolsos para revestindo toda a parede, também se denominam de painéis verdes onde apenas uma determinada parte da parede é coberta pela vegetação e também se tem os quadros verdes que, molduras que em seu interior possuem a vegetação.

Os jardins verticais são um modo de se trazer a natureza para os ambientes de forma a não ocupar muito espaço podendo assim ser instalado em vários tipos de ambientes.

Além de proporcionar o conforto, os jardins verticais também servem como isolante acústico, como isolante térmico (para paredes que recebem o calor do sol na parte externa os jardins baixam de 3 a 4 graus da do calor na parte interna), ajudam a

equilibrar a umidade do ar dos ambientes, além de a cada metro quadrado um jardim vertical pode produzir, por dia, aproximadamente a quantidade de oxigênio que uma pessoa consome, dessa forma muitos engenheiros e arquitetos os utilizam em seus projetos como uma ferramenta não só estética mais para solucionar alguns problemas funcionais e ambientais em um projeto.

Para melhor compreensão do uso de Jardins Verticais apresentamos algumas das diversas tipologias existentes no mercado:

### Blocos pré-moldados

Os jardins verticais constituídos de blocos pré-moldados são geralmente de dois modelos, os blocos de concreto fundido com jardineira que podem ser contínuas e blocos de cerâmica que são em zigue-zague (fig. 33).

Roberto Hess, diretor da empresa Neo Rex, pioneira na construção destes blocos no Brasil, afirma que “podem ser instalados rente a muros impermeabilizados ou até sem nenhum apoio, pois os blocos têm nichos para passar vigas de sustentação” podendo ser utilizados como revestimento ou constituir ate mesmo uma parede.

### Wall Green

O sistema de Wall Green ou parede verde compreende placas modulares de plástico injetado que possuem um sistema de encaixe conectado constituído os jardins. Cada placa tem a estrutura para comportar 18 plantas, onde a estrutura pode ser fixada em diferentes tipos de superfícies possibilitando à irrigação ser integrada no sistema (fig.34).



Figura 33 - Bloco PréMoldado zigue-zague.



Figura 34 - Wall Green.



Figura 35 - Green Wall Ceramic.



Figura 36 - Vasos e Treliças.



Figura 37 - Vaso de fibra de coco.

### Green Wall Ceramic

Green Wall Ceramic são blocos de cerâmica que são fixados nas paredes utilizando argamassa. Este tipo de bloco possibilita que se coloque outro revestimento sobre ele tornando-o mais versátil por poder apresentar novas cores e texturas. Este também possibilita que dependendo do tamanho a ser feito o jardim se coloque um sistema de irrigação por gotejamento integrado facilitando na conservação das plantas.

### Vasos e Treliças

Os jardins verticais podem ser feitos com vasos de diferentes formas e tamanhos onde estes são fixados a treliças que podem ser metálicas, de plástico e até mesmo de materiais naturais como bambu e cipós. Geralmente este modo de jardim é utilizado em ambientes pequenos, por ocuparem pouco espaço mas também pode ser feitas paredes desta técnica.

### Vasos de fibra de coco

Ideais para constituir jardins verticais em espaços pequenos como varandas e apartamentos. Por ser confeccionada de fibra natural sua superfície se torna um elemento visual que se integra a vegetação. A fixação do painel dos vasos de fibra de coco à parede são através de parafusos (fig.37).



**Figura 38 - Quadro Vivo.**



**Figura 39 - Vasos Meia Lua.**

### Quadro vivo

Ou quadros verdes foram desenvolvidos pela paisagista Gica Mesiera. É só escolher um local iluminado na casa e trazer o verde para dentro. O quadro é fixado com parafusos e buchas e a estrutura é vedada para evitar vazamentos e umidade, o sistema de rega pode ser computadorizado ou manual.

### Vasos meia lua

São vasos semicirculares fixados através de parafusos nas paredes, onde estes são ideias para espaços pequenos que podem ser colocados de diversos modelos e formas sobre uma única parede (fig.39).

## 6 Análise de mercado

O setor brasileiro de materiais compósitos faturou R\$ 3,250 bilhões em 2013, alta de 9% em comparação ao ano anterior. No período, foram processadas 210.000 toneladas, volume 1,7% superior ao registrado em 2012. Os dados são da Maxiquim, consultoria contratada Associação Latino-Americana de Materiais Compósitos (ALMACO).

Segundo Gilmar Lima, presidente da ALMACO, o crescimento em 2013 foi garantido basicamente pelos mercados de energia eólica, agrícola e construção civil. “Por outro lado, segmentos importantes para a cadeia produtiva dos compósitos, como o de transporte pesado e implementos rodoviários, não foram tão bem quanto esperávamos”, ele observa<sup>5</sup>.

Com uma fatia de 49%, a construção civil permaneceu em 2013 na liderança do ranking dos principais consumidores de compósitos de poliéster, à frente de transporte (17%), corrosão (11%) e saneamento (6%), entre outros - total de 154.000 toneladas.

Para 2014, a Maxiquim estima um elevação de 11,5% na receita do setor representado pela ALMACO, totalizando R\$ 3,623 bilhões - consumo de 216.000 toneladas de matérias-primas (+2,9%). “A projeção desse significativo crescimento é sustentada principalmente pela performance da construção civil”, comenta. No primeiro trimestre de 2014, o estudo ainda aponta para um faturamento de R\$ 859 milhões, 1,5% acima dos primeiros três meses de 2013.

---

<sup>5</sup>Fonte:

[http://www.maxpressnet.com.br/Conteudo/1,655344,Faturamento\\_do\\_setor\\_de\\_compositos\\_cresceu\\_9\\_em\\_2013,655344,4.htm](http://www.maxpressnet.com.br/Conteudo/1,655344,Faturamento_do_setor_de_compositos_cresceu_9_em_2013,655344,4.htm)

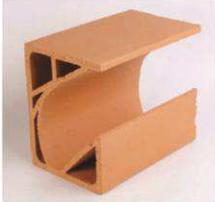
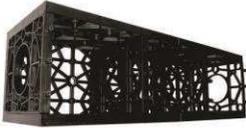
Resultantes da combinação entre polímeros e reforços - por exemplo, fibras de vidro - os compósitos são conhecidos pelos elevados índices de resistência mecânica e química, bem como pela versatilidade. Há mais de 50 mil aplicações catalogadas em todo o mundo, de caixas d'água, tubos e pás eólicas a peças de barcos, ônibus e aviões.

Na Paraíba existem poucas empresas que produzem produtos em fibra de vidro. Estas atuam no mesmo nicho de mercado da Equifiber fabricando os mesmos produtos ou se restringindo apenas a fabricação de caixas d'água, produto considerado como mais rentável, por ter grande saída de grande escala.

Assim a proposta de um produto a aumentar o leque de produtos da empresa tanto irá contribuir para o aumento da renda através do reaproveitamento como irá gerar um diferencial competitivo no mercado.

## 7 Análise morfológica

Para análise serão considerados os principais produtos encontrados no mercado para a constituição de jardins verticais. Serão extraídos formas, cores, texturas e capacidade de seus recipientes para serem utilizados como parâmetros para a geração dos conceitos de forma que estes venham servir de ponto de partida para a criação do revestimento.

<b>Produto</b>							
<b>Cor</b>					 		
<b>Forma</b>				 	 		 
<b>Textura</b>	Texturizada	—————	Texturizada	Texturizada	—————	—————	—————
<b>Acabamento</b>	Fosco	Brilhoso	Fosco	Fosco	Brilhoso	Fosco	Brilhoso
<b>Capacidade</b> (aproximadamente)	929 cm <sup>3</sup>	216000 cm <sup>3</sup>	6030 cm <sup>3</sup>	1984 cm <sup>3</sup>	2613 cm <sup>3</sup>	36000 cm <sup>3</sup>	2670 cm <sup>3</sup>

### Conclusão da análise morfológica

Os padrões cromáticos mais utilizados são: Branco, preto e escala de marrom, provavelmente relacionado às cores do material o qual o produto é utilizado (madeira) ou o qual se tenta copiar (cerâmica);

Produtos são constituídos pelas formas básicas: quadrado e círculo, onde o quadrado geralmente está presente na parte em contato com a parede e o círculo nos recipientes;

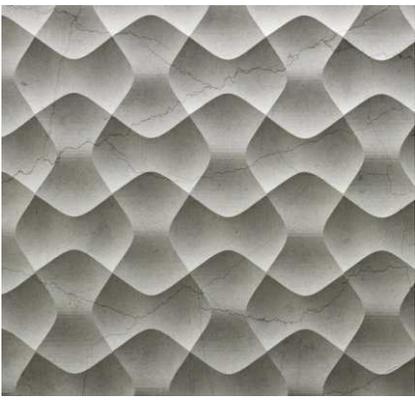
A maior parte dos produtos analisados apresenta acabamento fosco e sem textura.

## Painéis semânticos

Para se ter referências visuais das diversas configurações dos jardins verticais, e também de algumas texturas de revestimentos foram feitos painéis semânticos que irão servir como inspiração no desenvolvimento dos conceitos. Foi criado também um painel de formas e texturas naturais para que delas se possam extrair elementos a serem empregados nos conceitos de modo que os estes tenham uma relação com formas naturais já que o projeto trata de jardins e plantas.



# Jardins verticaux



# Revestimientos



Formas e texturas naturais

# CONCEPTOS



## Requisitos

## Parâmetros

Apresentar ângulo de saída para permitir desmolde.

O ângulo de saída deve ser menor que  $90^\circ$ .

Possuir superfície suficiente para permitir o adesão com a superfície vertical.

As dimensões da área de adesão deve garantir no mínimo 20% da área total.

Apresentar área para plantio baseado nos vasos de plantas já existentes.

Deve apresentar volume médio de  $7.238 \text{ cm}^3$ .

Possibilitar encaixe infinito entre os módulos.

Criação de módulos.

Apresentar harmonia visual dos módulos a serem projetados

Estudo de encaixes

## 9 Geração de Conceitos

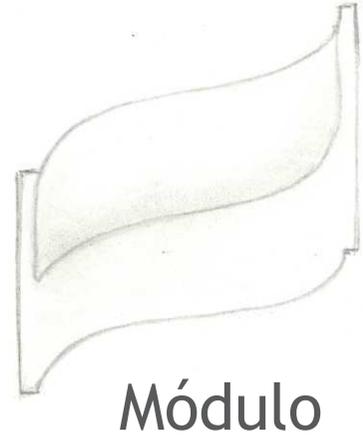
As conclusões geradas a partir das análises, bem como os testes e ensaios realizados possibilitaram a elaboração dos requisitos e parâmetros determinantes para a geração das propostas de Revestimentos para Superfícies Verticais para ambientes internos e externos.

Como método para o desenvolvimento dos conceitos iremos utilizar principalmente inspirações visuais dadas pelos painéis semânticos assim como algumas diretrizes elaboradas na análise morfológica.

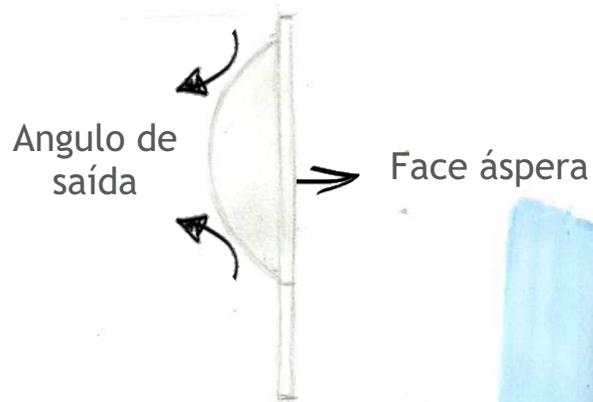


## Conceito 1

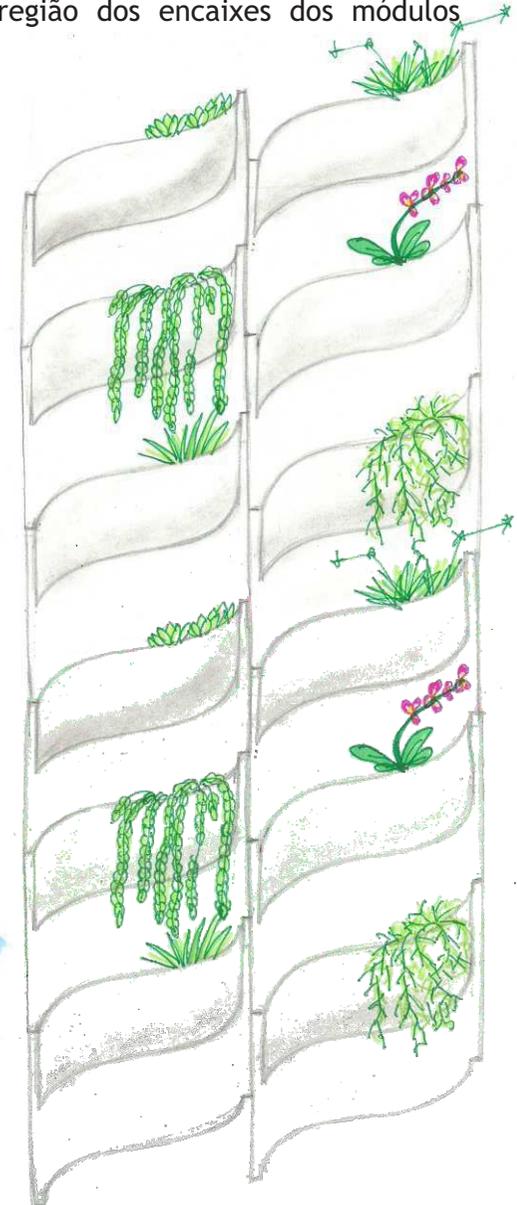
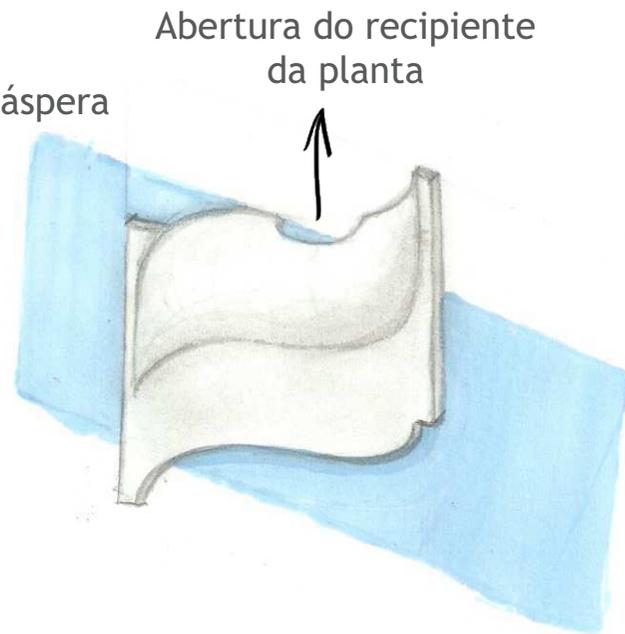
Baseado em tramas naturais, extraímos sua forma fluída e leve que por sua vez constitui o módulo do revestimento. A fluidez, movimento, pode ser percebida no depósito onde será depositado plantas e na região dos encaixes dos módulos tornando-os invisíveis.



Módulo

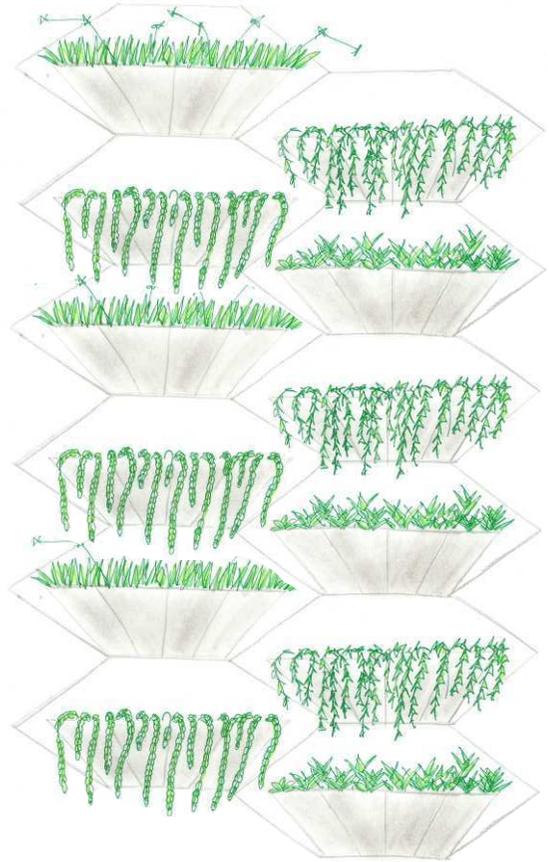
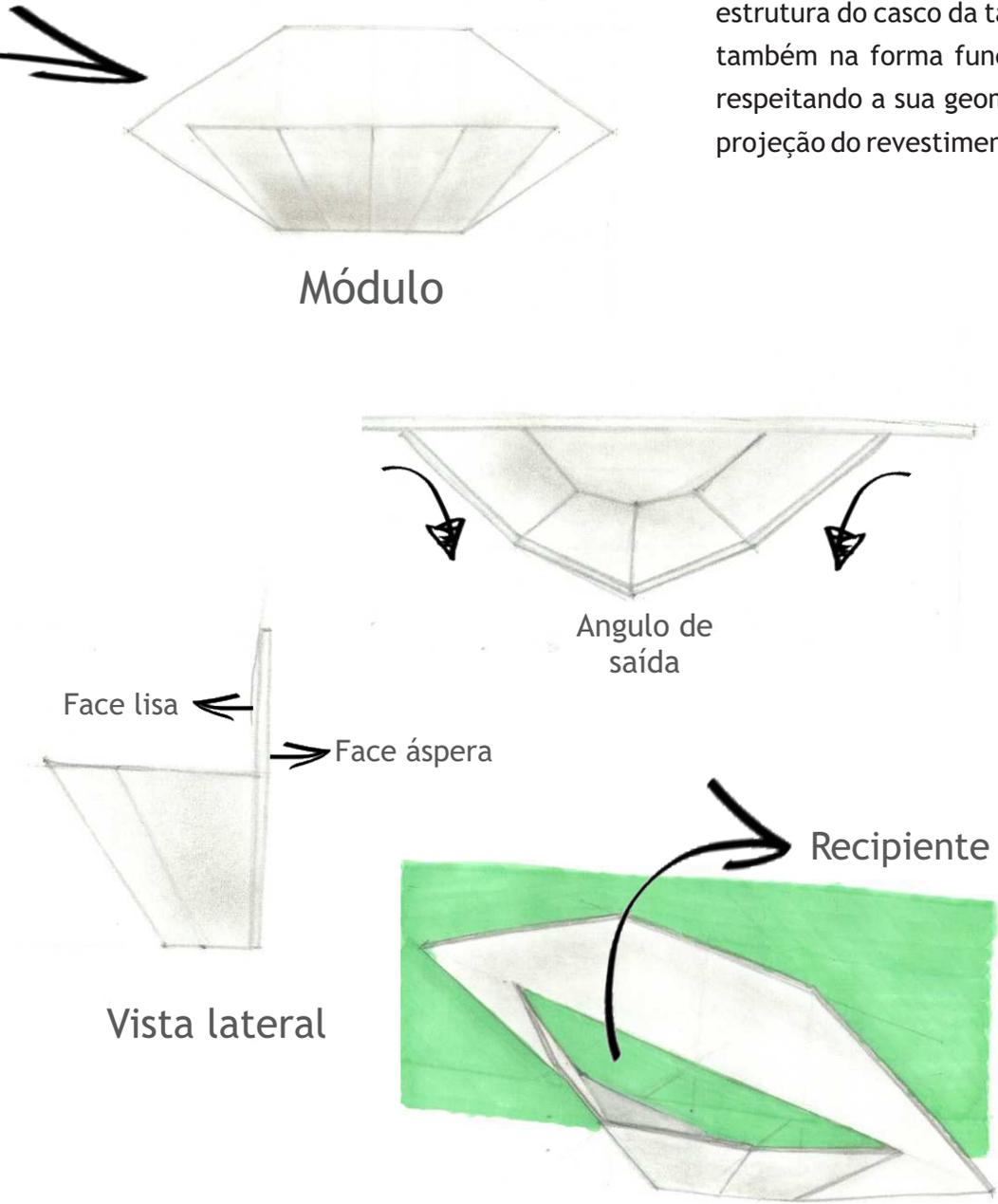
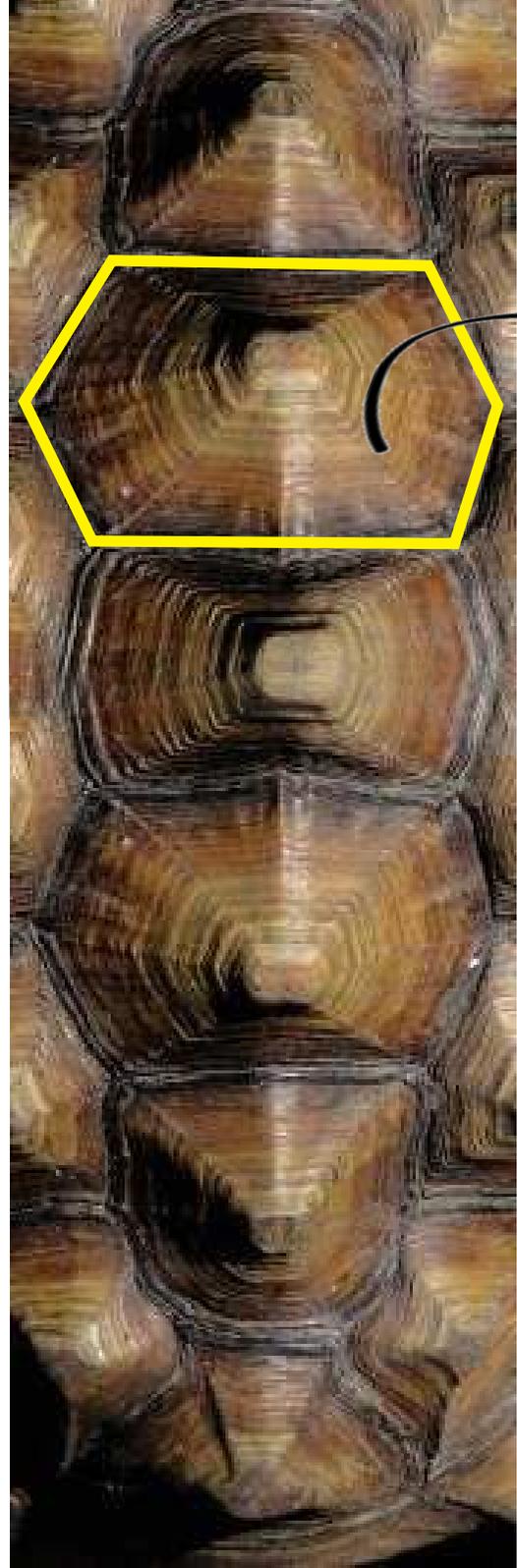


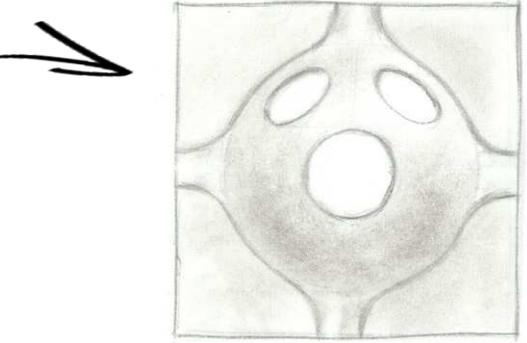
Vista lateral



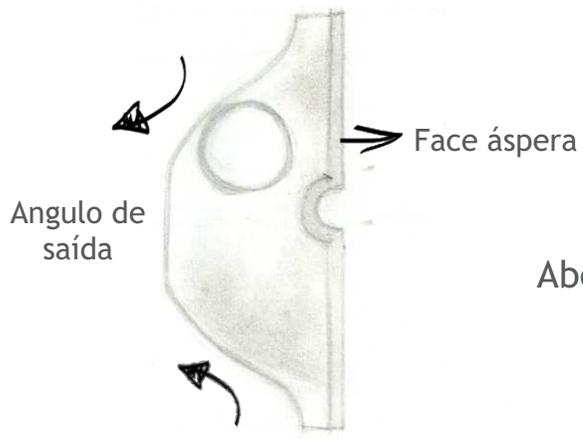
# Conceito 2

O conceito foi baseado na forma da textura presente na estrutura do casco da tartaruga. Como referência nos baseamos também na forma funcional dos vasos em forma de meia lua respeitando a sua geometria possibilitando o entendimento da projeção do revestimento na superfície.





Módulo

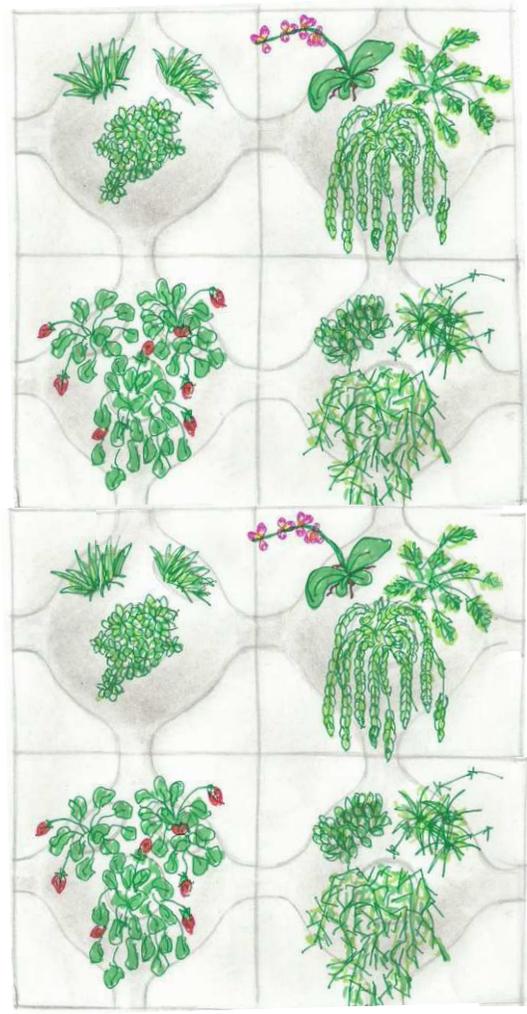


Vista lateral



### Conceito 3

Baseado nos corais marítimos utilizamos sua estrutura para criar a forma geral do revestimento. Este conceito possui três orifícios possibilita o cultivo de três espécies diferentes de plantas num mesmo módulo.



## Conceito 4

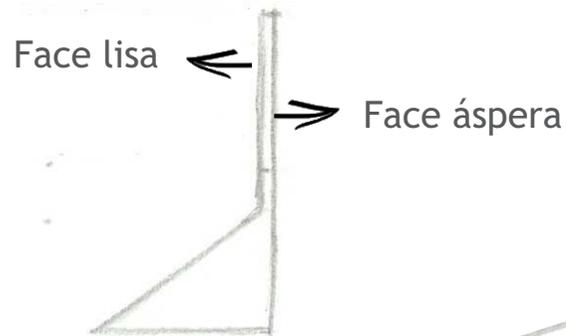
A forma geral do conceito foi extraído da estrutura texturizada do couro de jacaré. Uma característica desse conceito é a versatilidade possibilitada pelas prateleiras que permitem a organização de diversos vasos e recipientes criando diversas configurações.



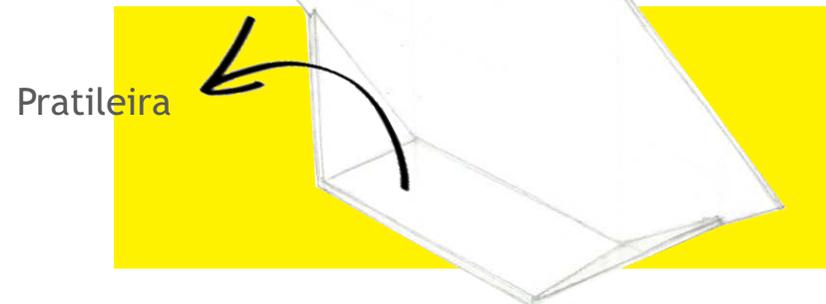
Módulo



Angulo de saída



Vista lateral

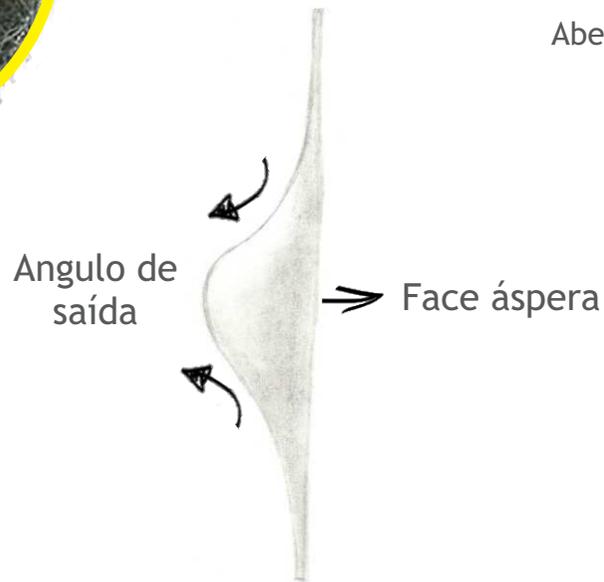


Prateleira





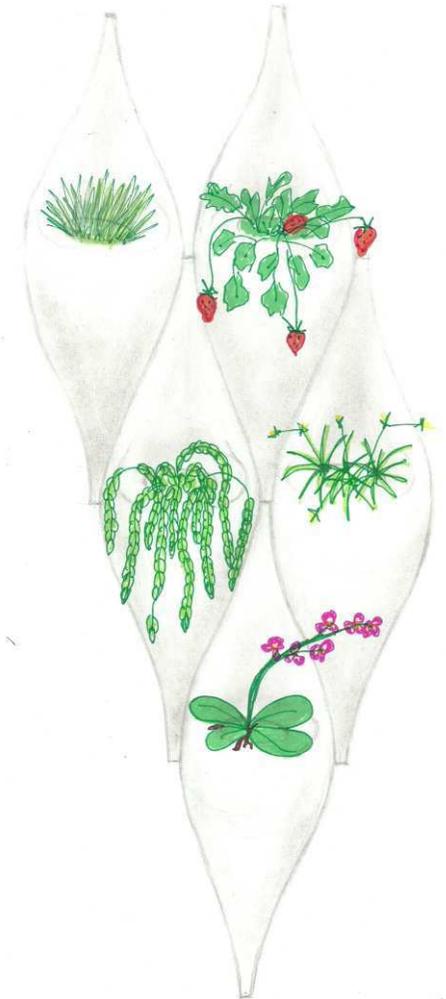
Módulo



Vista lateral



Abertura do recipiente da planta

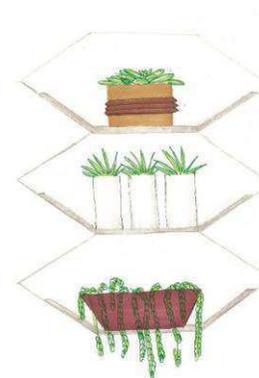
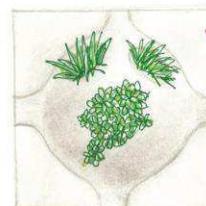
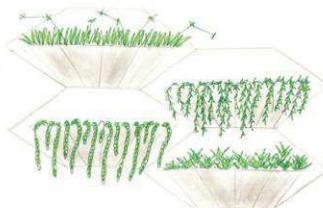
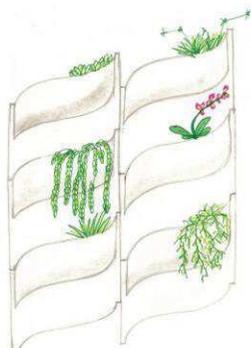


## Conceito 5

O forma presente no ninho dos pássaros *Ploceus velatus* inspirou a criação desse conceito que segue a mesma forma na estrutura desse revestimento preservando a forma orgânica e a fluidez característico de ninhos dessa espécie de aves.

# Seleção do conceito

## Diretrizes



Ângulo de saída menor que 90°					
Área de adesão no mínimo 20%					
Volume médio de 7.238cm <sup>3</sup>					
Modulação					
harmonia visual dos módulos					



Atende totalmente ao requisito



Não atende totalmente ao requisito



Não apresenta esse requisito

# DESENVOLVIMENTO



## Dimensionamento básico

O dimensionamento do produto revestimento foi pensado de forma a permitir o desenvolvimento de uma planta, propiciando espaço para o crescimento de suas raízes e folhas. A área destinada ao acondicionamento da planta tem a capacidade de  $7400 \text{ cm}^3$  e comportará aproximadamente 3 kg de substrato de solo (terra) necessário manutenção apenas a cada 6 meses.



Vista frontal



Vista lateral



Vista posterior

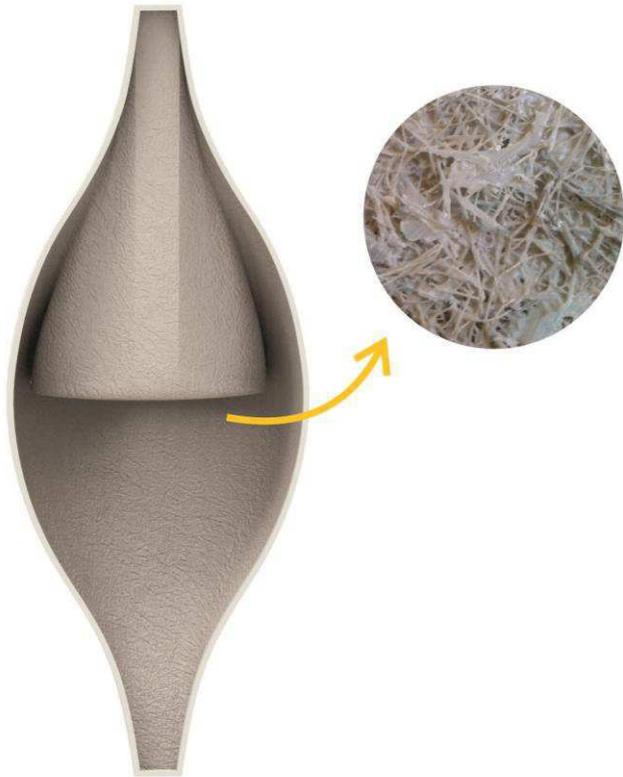
## Modulação

Cada módulo estar justaposto ao anterior, dando a idéia de continuidade ao produto. A composição formada pelos módulos transmite ao usuário uma superfície única sem que se perceba as conexões entre estes uma vez que são partes distintas .



# Aderência do revestimento a superfície

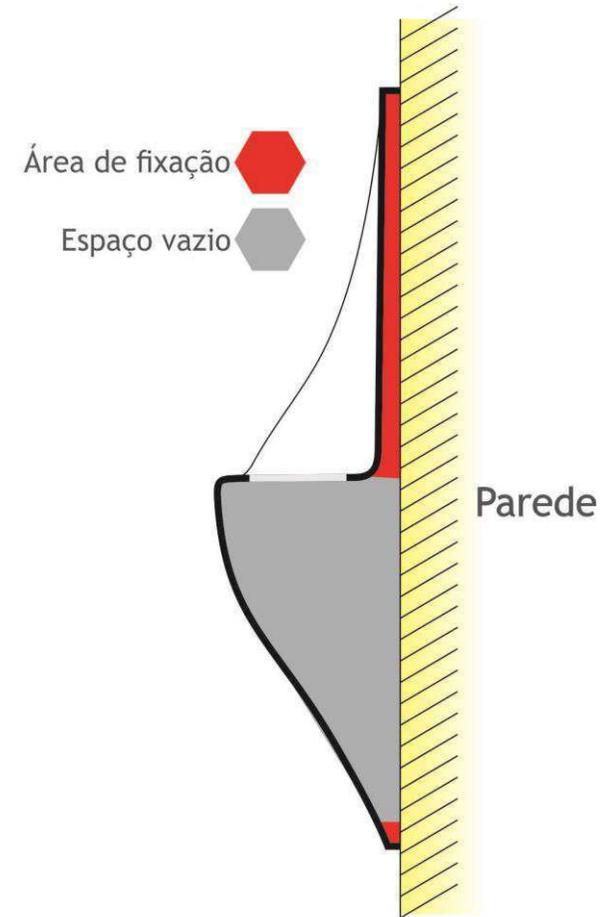
O revestimento é fixado na superfície da parede através de argamassa. A parte posterior do produto apresenta a textura dos resíduos onde possibilitando uma melhor adesão do produto a superfície. A argamassa será colocada na face posterior do produto na parte superior e inferior do mesmo para a fixação deste a parede, e também nas superfícies laterais isolando a parte do recipiente para evitar o escoamento d água.



Acabamento posterior



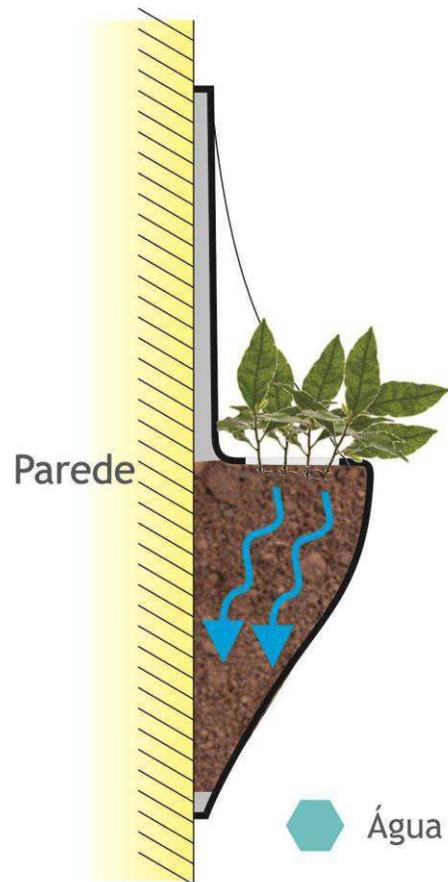
Áreas de colocação da argamassa



Áreas de fixação do revestimento

# Drenagem da água

O jardim constituído pelos módulos terá como forma de irrigação a manual sendo necessário um regador ou similar. Quando aguada, a planta irá absorver uma parte da água, e o excesso será drenado por dois furos localizados na parte inferior lateral do produto.



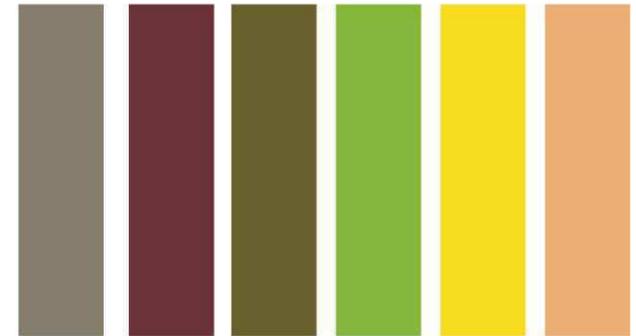
# Padrão cromático

As cores do produto foram determinadas a partir dos padrões cromáticos encontrados na análise morfológica e das cores extraídas da imagem que inspirou a forma do produto. Para que o produto apresentasse a versatilidade de trazer personalidade ao ambiente foram trabalhadas duas cores sóbrias (marrom e o branco) e duas contrastantes que tornem o ambiente mais descontraído.

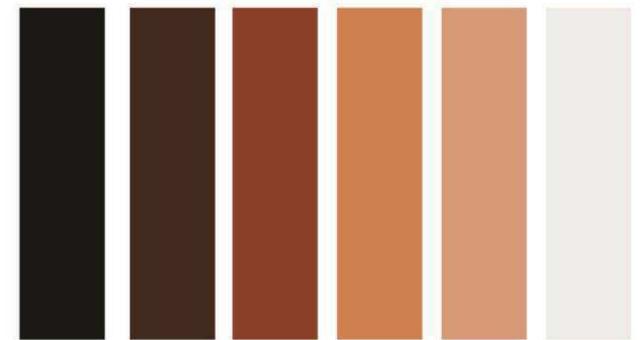


Padrão cromático escolhido

## Cores extraídas da imagem



## Cores extraídas da análise morfológica



## Ambiente de uso

O revestimento pode compor qualquer ambiente desde os internos como salas, cozinhas, hall de hotéis até ambientes externos como faixadas e muros.



# DESENHO TÉCNICO

# DESENHO TÉCNICO

## Conclusão

A partir deste trabalho é possível concluir a viabilidade técnica de reaproveitamento dos resíduos gerados com a fabricação de produtos de fibra de vidro pela empresa Equifaber sem comprometer seu processo produtivo, além de possibilitar a ampliação do mix de produtos a serem oferecidos pela empresa no segmento da construção civil, ao qual a empresa já atende.

## Referências Bibliográficas

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland. MANUAL DE REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA. Florianópolis: Comunidade da Construção, 2002.

ABNT. **NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Terminologia. Rio de Janeiro: Abnt, 2013. 13 p.

ABNT. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: Abnt, 2004. 71 p.

BATISTTELE, Rosane Aparecida Gomes; RENOFIO, Adilson. MATRIZES TRADICIONAIS E MATRIZES ALTERNATIVAS: OS MATERIAIS COMPÓSITOS. [s. L.]: Apresentação, [201-?]. 30 slides, color. 5ª AULA - PARTE 1.

BOLLIGER, Julia. JARDINS VERTICAIS E COBERTURAS VERDES. 2012. Disponível em: <<http://designsampa.com/jardins-verticais/7282/>>. Acesso em: 21 jun. 2014.

CABRAL, Eduardo. ARGAMASSA. Ceará: Deecc, 2014. 46 slides, color. Universidade Federal do Ceará, Engenharia Civil.

CRUZ, Murillo Palma Nunes, 1985 - REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE RESINA DE POLIÉSTER INSATURADO COM FIBRA DE VIDRO NA FABRICAÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA. 2007. 61f.: il. Color.; 1cm.

DANIEL, I. M.; ISHAI, O. Engineering mechanics of composite materials. New York: Oxford University Press, 1994.

EQUIFIBER. RAZÃO SOCIAL: Equifiber. (Campina Grande - PB) (Emp.). Disponível em: <<http://www.equifibernet.com.br/equifiber.html>>. Acesso em: 15 fev. 2014.

GREEN OVER GREY - LIVING WALLS AND DESIGN INC. (Canadá) (Org.). What are living walls. 2009. Disponível em: <<http://www.greenovergrey.com/living-walls/what-are-living-walls>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha et al. FIBRAS DE VIDRO: CARACTERIZAÇÃO, DISPOSIÇÃO FINAL E IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS. Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v. 18, n. 10, p.2112-2121, jan. 2013.

ORTH, Cíntia Madureira; BALDIN, Nelma; ZANOTELLI, Cladir Teresinha. IMPLICAÇÕES DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO COMPÓSITO PLÁSTICO REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO SOBRE O MEIO AMBIENTE E A SAÚDE DO TRABALHADOR: O CASO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA. Produção Online, Florianópolis, v. 12, n. 2, p.537-556, abr. 2012.

PINTO, Kelly Nancy Carneiro. RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE MATERIAIS COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIMÉRICA: POLIÉSTER INSATURADO REFORÇADO COM FIBRAS DE VIDRO. 2002. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências na Área de Tecnologia Nuclear, Departamento de Materiais, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2002.

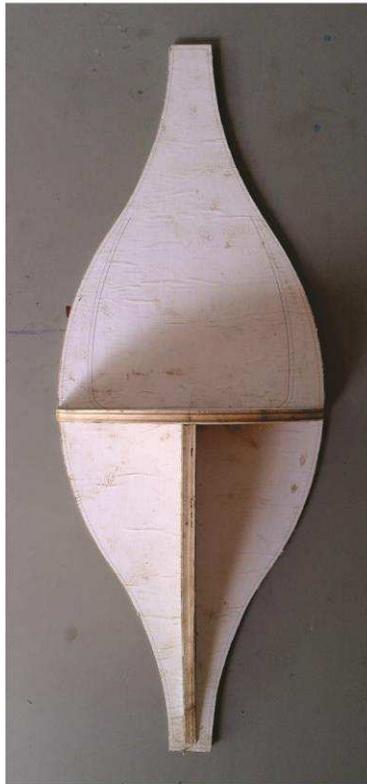
TRABALHOS FEITOS. MATRIZES POLIMÉRICAS. 2012. Disponível em: <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Matrizes-Polim%C3%A9ricas/400340.html>>. Acessado em: 20 jun. 2014.

ZULIAN, Carlan Seiler; DONÁ, Elton Cunha; VARGAS, Carlos Luciano. NOTAS DE AULAS DA DISCIPLINA CONSTRUÇÃO CIVIL: REVESTIMENTOS. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2002. 29 p.





## Confecção da Matriz



Esqueleto  
de  
madeira



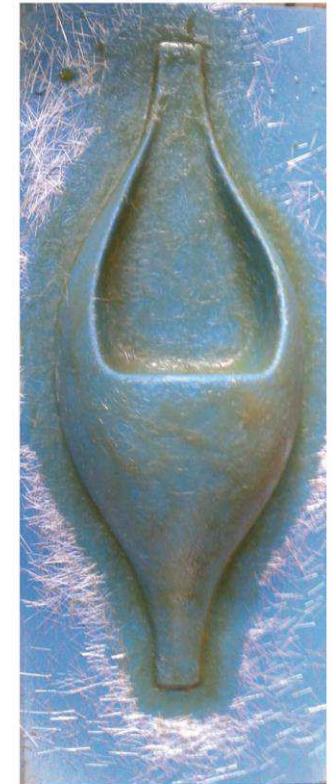
Preenchimento  
de  
Poliuretano



Revestimento  
de  
iberê



Resina  
Gel



Laminação  
da fibra

## Confecção do Produto Final



Resina  
Gel

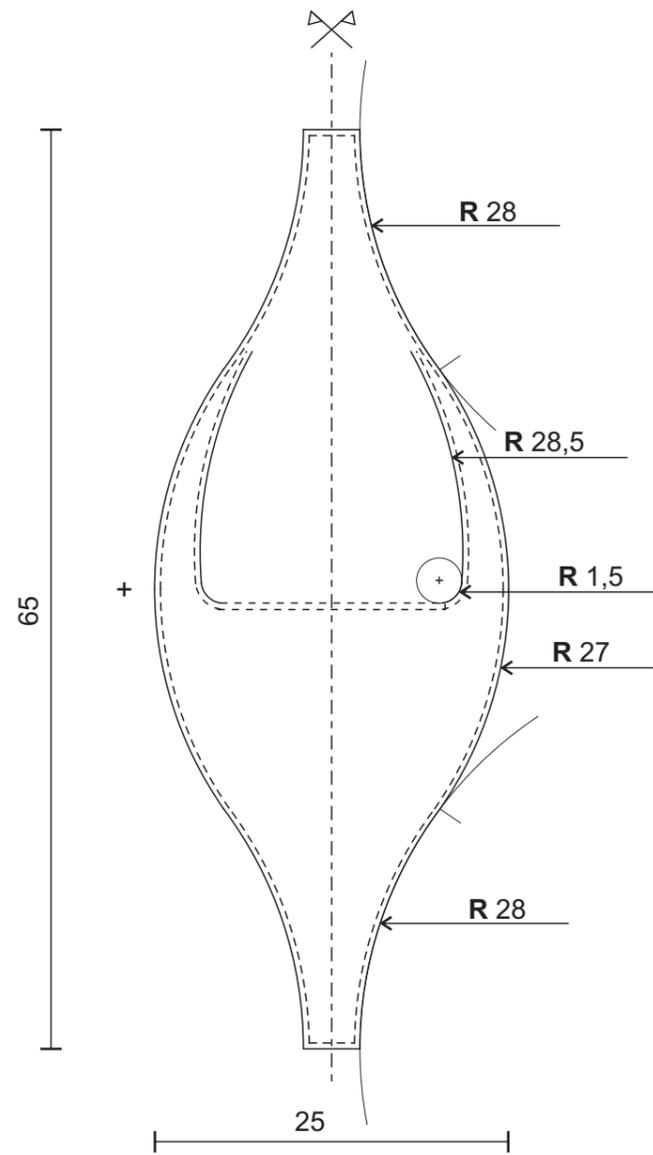


Laminação  
da fibra

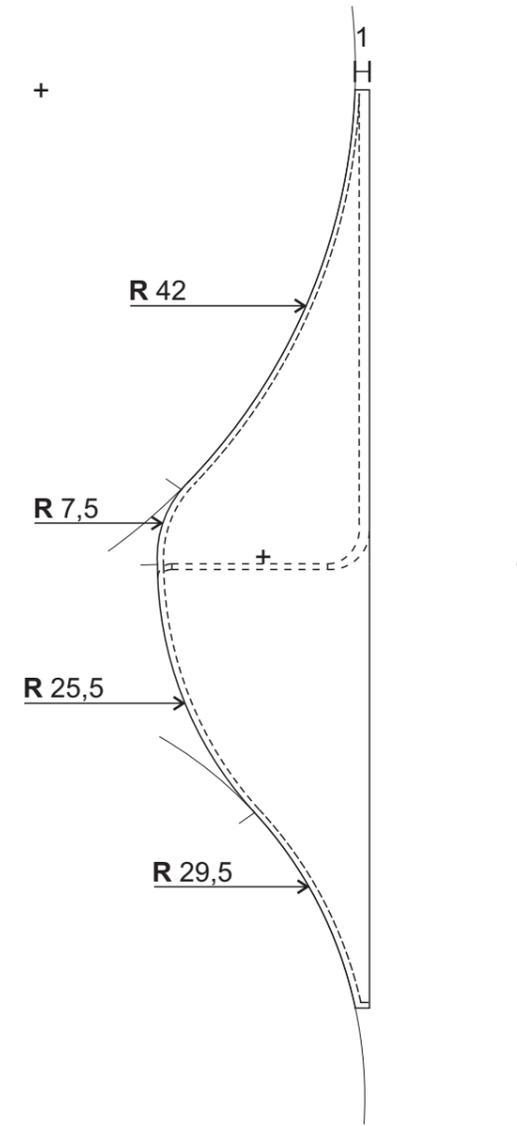


Aplicação  
do resíduo

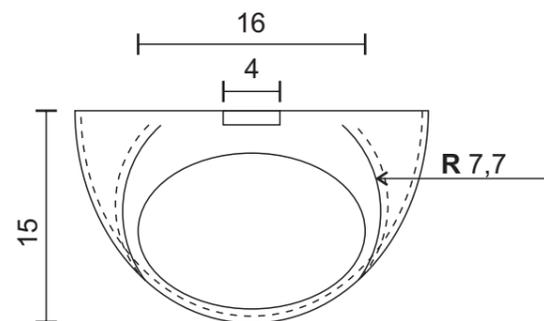




VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

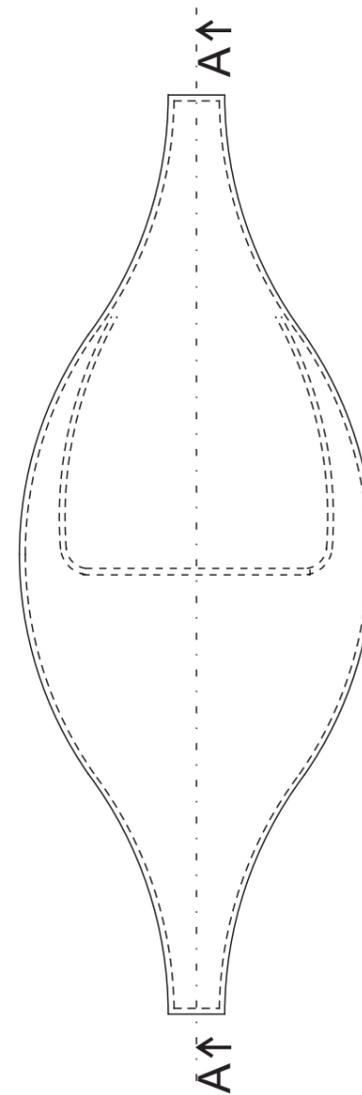
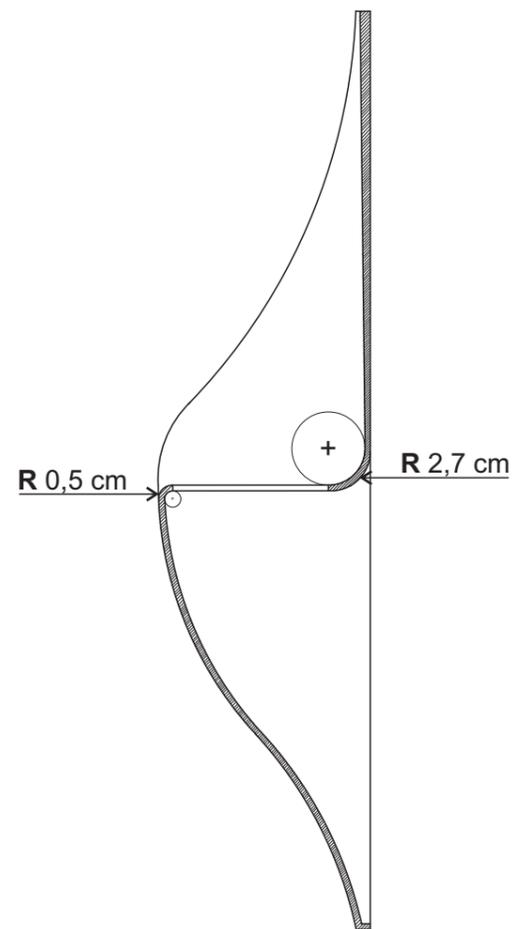
Projeto: Revestimento para superfícies verticais a partir de resíduos de PRFV - Fibra de Vidro  
 Disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso  
 Orientador: Cleone Ferreira de Souza

Data	Responsável	
Setembro de 2014	Camillo Esdras	Camillo Esdras S. Almeida Designer de Produto

Unidade cm

	Escala
Vista Frontal	1:5
Vista Lateral	1:5
Vista Superior	1:5

Prancha  
**01/01**



## CORTE AA

Projeto: Revestimento para superfícies verticais a partir de resíduos de PRFV - Fibra de Vidro  
 Disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso  
 Orientador: Cleone Ferreira de Souza

Data	Responsável	
Setembro de 2014	Camillo Esdras	Camillo Esdras S. Almeida Designer de Produto

Unidade cm

Corte AA	Escala
	1:5

Prancha

01/02